



HOJA DE CONTROL DE FIRMAS ELECTRÓNICAS



Instituciones

Firma institución:

Firma institución:

Firma institución:

Firma institución:

Ingenieros

Nombre:
Colegio:
Número colegiado/a:
Firma colegiado/a:

Nombre:
Colegio:
Número colegiado/a:
Firma colegiado/a:

Nombre:
Colegio:
Número colegiado/a:
Firma colegiado/a:

Nombre:
Colegio:
Número colegiado/a:
Firma colegiado/a:

Nombre:
Colegio:
Número colegiado/a:
Firma colegiado/a:

Nombre:
Colegio:
Número colegiado/a:
Firma colegiado/a:



**PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN M.T.
Y CENTRO DE TRANSFORMACION, 9 UDS. DE INFANTIL
EN EL BARRIO PARQUE VENECIA, CEIP "PARQUE VENECIA II"**

PROMOTOR: GERENCIA DE INFRAESTRUCTURAS Y EQUIPAMIENTO
DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE

GOBIERNO DE ARAGÓN



INGENIERÍA TORNÉ S.L.
SERGIO TORNÉ DARRIBA

1. ÍNDICE

1. ÍNDICE.....	2
2. MEMORIA	8
2.1. OBJETO Y JUSTIFICACION DEL PROYECTO.....	8
2.2. REGLAMENTACION Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES.....	8
2.3. EMPLAZAMIENTO	9
2.4. AGENTES	9
2.5. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA INSTALACION	9
2.5.1. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN.....	10
2.5.2. CENTRO DE SECCIONAMIENTO y transformación.....	10
2.5.3. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN	11
2.6. RELACIÓN DE AFECTADOS	11
2.7. PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA.	11
3. MEMORIA LÍNEA EN MEDIA TENSIÓN	12
3.1. INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE MEDIA TENSIÓN.	12
3.1.1. TRAZADO.	12
3.1.2. CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS.	13
3.1.3. MATERIALES.....	13
3.1.4. CONDUCTORES, EMPALMES Y APARAMENTA ELÉCTRICA.	14
3.1.5. SISTEMAS DE INSTALACION	14
3.1.6. TENDIDO DE CONDUCTORES DE POTENCIA	16
3.1.7. ENSAYO DE CONDUCTORES.....	17
4. MEMORIA CENTRO DE SECCIONAMIENTO Y TRANSFORMACIÓN	18
4.1. CARACTERÍSTICAS EDIFICIOS.....	18
4.1.1. OBRA CS y CT	18
4.2. INSTALACION ELECTRICA.	19



4.2.1.	LINEA ALIMENTACION.....	19
4.2.2.	APARAMENTA A.T.	19
4.2.3.	APARAMENTA B.T.	25
4.2.4.	MATERIAL VARIO AT/BT (en caseta de seccionamiento y transformación).....	25
4.3.	MEDIDA DE LA ENERGIA ELECTRICA.....	25
4.4.	PUESTA A TIERRA (centro de seccionamiento y transformación).....	26
4.4.1.	TIERRA DE PROTECCION.....	26
4.4.2.	TIERRA DE SERVICIO.....	27
4.4.3.	TIERRAS INTERIORES.	27
4.5.	INSTALACIONES SECUNDARIAS (centro de seccionamiento y transformación)	27
4.5.1.	ALUMBRADO.....	27
4.5.2.	PROTECCION CONTRA INCENDIOS.	28
4.5.3.	VENTILACION.	28
4.5.4.	MEDIDAS DE SEGURIDAD.....	28
4.6.	VERIFICACIONES E INSPECCIONES.....	29
4.6.1.	VERIFICACIÓN E INSPECCIÓN DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS PROPIEDAD DE EMPRESAS DE TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	29
4.6.2.	VERIFICACIÓN E INSPECCIÓN DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS QUE NO SEAN PROPIEDAD DE EMPRESAS DE TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	30
4.7.	CAMPOS MAGNETICOS EN LA PROXIMIDAD DE LAS INSTALACIONES DE ALTA TENSIÓN	30
4.8.	RESUMEN.....	30
5.	ANEXO. CÁLCULO CT.....	31
5.1.	INTENSIDAD EN ALTA TENSIÓN.	31
5.2.	INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN.	31
5.3.	CORTOCIRCUITOS.....	32
5.3.1.	OBSERVACIONES	32
5.3.2.	CÁLCULO DE CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO	32
5.3.3.	CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN.	33



5.3.4.	CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN.....	33
5.4.	JUSTIFICACIÓN DE LOS PUENTES DE ALTA TENSIÓN	33
5.4.1.	Intensidad máxima admisible	33
5.4.2.	Intensidad de cortocircuito.....	33
5.5.	JUSTIFICACIÓN DE LOS PUENTES DE BAJA TENSIÓN.....	34
5.5.1.	Intensidad máxima admisible	34
5.5.2.	Intensidad de cortocircuito.....	34
5.6.	DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.	35
5.7.	COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE.	35
5.7.1.	COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA.	36
5.7.2.	COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA A CORTOCIRCUITO.	36
5.8.	SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN.	37
5.8.1.	PROTECCIÓN TRAFO.....	37
5.8.2.	PROTECCIÓN EN BAJA TENSIÓN	37
5.9.	CÁLCULO DE LA VENTILACIÓN DEL CT.....	37
5.10.	CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.	39
5.10.1.	INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.....	39
5.10.2.	DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACIÓN DEL DEFECTO.	39
5.10.3.	DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA.	39
5.10.4.	CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA.	40
5.10.5.	CÁLCULO DE LAS TENSIONES EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN.	42
5.10.6.	CÁLCULO DE LAS TENSIONES EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN.....	42
5.10.7.	CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS.	43
5.10.8.	INVESTIGACIÓN DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR.....	44
5.10.9.	CORRECCIÓN DEL DISEÑO INICIAL.....	44
6.	ANEXO. CONDICIONES DE SUMINISTRO.....	45
7.	ANEXO. ESTUDIO DE JUSTIFICACIÓN DE CAMPOS MAGNÉTICOS	46



8. ANEXO. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD, HIGIENE Y SALUD EN EL TRABAJO, CON APLICACION INTEGRAL DE LA LEY DE PREVENCION DE RIESGOS LABORALES.....	53
8.1. 1. PREVENCION DE RIESGOS LABORALES.	53
8.1.1. INTRODUCCION.....	53
8.1.2. DERECHOS Y OBLIGACIONES.....	53
8.1.3. SERVICIOS DE PREVENCION.....	59
8.1.4. CONSULTA Y PARTICIPACION DE LOS TRABAJADORES.....	59
8.2. DISPOSICIONES MINIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACION DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.	60
8.2.1. INTRODUCCION.....	60
8.2.2. 2.2. OBLIGACION GENERAL DEL EMPRESARIO.	61
8.3. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.....	62
8.3.1. INTRODUCCION.....	62
8.3.2. OBLIGACION GENERAL DEL EMPRESARIO.....	62
8.4. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION.....	68
8.4.1. 4.1. INTRODUCCION.	68
8.4.2. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD.	68
8.4.3. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCION DE LAS OBRAS. 82	
8.5. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL.	82
8.5.1. INTRODUCCION.....	82
8.5.2. OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO.	83
9. PLIEGO DE CONDICIONES	86
9.1. CONDICIONES GENERALES	86
9.1.1. OBJETO.....	86
9.1.2. CAMPO DE APLICACION.....	86
9.1.3. DISPOSICIONES GENERALES.	86



9.1.4.	ORGANIZACION DEL TRABAJO.....	88
9.1.5.	DISPOSICION FINAL.....	93
9.2.	CONDICIONES PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE LAS LINEAS ELECTRICAS DE ALTA TENSION CON CONDUCTORES AISLADOS.....	94
9.2.1.	PREPARACION Y PROGRAMACION DE LA OBRA.....	94
9.2.2.	ZANJAS.....	94
9.2.3.	CRUCES (CABLES ENTUBADOS).....	99
9.2.4.	TENDIDO DE CABLES BAJO TUBO.....	103
9.2.5.	MONTAJES.....	103
9.2.6.	VARIOS.....	105
9.2.7.	TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLES.....	106
9.3.	CONDICIONES TECNICAS PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE CENTROS DE TRANSFORMACION DE INTERIOR.....	106
9.3.1.	OBJETO.....	106
9.3.2.	OBRA CIVIL.....	106
9.3.3.	INSTALACION ELECTRICA.....	109
9.3.4.	NORMAS DE EJECUCION DE LAS INSTALACIONES.....	113
9.3.5.	PRUEBAS REGLAMENTARIAS.....	114
9.3.6.	CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.....	115
9.3.7.	CERTIFICADOS Y DOCUMENTACION.....	116
9.3.8.	LIBRO DE ÓRDENES.....	117
9.3.9.	RECEPCION DE LA OBRA.....	117
10.	MEDICIONES Y PRESUPUESTO.....	118
10.1.	RESUMEN DEL PRESUPUESTO.....	119
11.	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.....	120
11.1.	INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN.....	120
11.2.	INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN.....	120
11.3.	CORTOCIRCUITOS.....	121



11.3.1.	Observaciones.	121
11.3.2.	Cálculo de las Corrientes de Cortocircuito.	121
11.3.3.	Cortocircuito en el lado de Alta Tensión.	122
11.3.4.	Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.....	123
11.4.	DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.	123
11.4.1.	Comprobación por densidad de corriente.	123
11.4.2.	Comprobación por sollicitación electrodinámica.	124
11.4.3.	Comprobación por sollicitación térmica. Sobreintensidad térmica admisible.	124
11.5.	SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN.	124
11.6.	DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL C.T.	125
11.7.	DIMENSIONES DEL POZO APAGAFUEGOS.....	126
11.8.	CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.	126
11.8.1.	Investigación de las características del suelo.	126
11.8.2.	Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y tiempo máximo correspondiente de eliminación de defecto.	126
11.8.3.	Diseño preliminar de la instalación de tierra.....	127
11.8.4.	Cálculo de la resistencia del sistema de tierras.....	128
11.8.5.	Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.	130
11.8.6.	Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación.	130
11.8.7.	Cálculo de las tensiones aplicadas.	131
11.8.8.	Investigación de tensiones transferibles al exterior.....	132
11.8.9.	Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo.....	133
12.	PLANOS	134

2. MEMORIA

2.1. OBJETO Y JUSTIFICACION DEL PROYECTO

El objeto del presente proyecto es establecer y justificar todos los datos constructivos que permitan la ejecución de la instalación proyecto de Centro de Seccionamiento y Transformación para dotar de suministro eléctrico a un edificio para colegio de infantil y primaria (Uso docente), que se pretende construir en el barrio de Parque Venecia , Zaragoza.

Así mismo es objeto del presente proyecto exponer ante los Organismos Competentes las condiciones y garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente, con el fin de obtener la Autorización Administrativa y la de Ejecución de la instalación, así como servir de base a la hora de proceder a la ejecución de dichas instalaciones.

La ejecución de este proyecto, se realizará de acuerdo con los vigentes Reglamentos.

2.2. REGLAMENTACION Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES

El presente proyecto recoge las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, dando con ello cumplimiento a las siguientes disposiciones:

- ✓ Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23
- ✓ Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- ✓ Real Decreto 223/2008 de 15 de Febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- ✓ Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- ✓ Normas particulares y de normalización de la Cía. Suministradora de Energía Eléctrica.
- ✓ Recomendaciones UNESA.
- ✓ Normalización Nacional. Normas UNE, incluidas todas aquellas citadas en la reglamentación vigente.



- ✓ Método de Cálculo y Proyecto de instalaciones de puesta a tierra para Centros de Transformación conectados a redes de tercera categoría, UNESA.
- ✓ Ley 10/1996, de 18 de marzo sobre Expropiación Forzosa y sanciones en materia de instalaciones eléctricas y Reglamento para su aplicación, aprobado por Decreto 2619/1966 de 20 de octubre.
- ✓ Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- ✓ Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- ✓ Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- ✓ Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- ✓ Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.

2.3. EMPLAZAMIENTO

El edificio objeto del presente proyecto está situado en la urbanización Parque Venecia (Zaragoza).

2.4. AGENTES

PROMOTOR:

GOBIERNO DE ARAGÓN. DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTES.

AUTOR DEL PROYECTO:

El autor del presente Proyecto es Sergio Torné Darriba, Ingeniero Industrial adscrito al Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja, con nº de colegiado 1836 y dirección fiscal en Paseo Alberto Casañal Shakery, Nº 3, Local, Zaragoza.

2.5. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA INSTALACION

Como ya se ha especificado anteriormente, el proyecto se compone de varias instalaciones principales, las cuales se detallan a continuación.

2.5.1. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN

La línea subterránea de media tensión que abastecerá al Centro de Seccionamiento y Transformación proyectado se alimentará desde la línea subterránea de media tensión existente LSMT según condiciones de suministro de Compañía a 15kV y denominada L8-PAZ, con traza L7PAZ-001 de 15 KV con conductor RH5Z1 3x1x400 mm² AL 12/20 KV que discurre frente a la parcela.

2.5.2. CENTRO DE SECCIONAMIENTO Y TRANSFORMACIÓN

El centro de seccionamiento y transformación se ubicará en la Avenida Policía Local SN, de Parque Venecia en Zaragoza, según se indica en los planos de este proyecto, con acceso desde la vía pública.

El centro de seccionamiento y transformación se alojará en la parcela del propio colegio, en un edificio prefabricado.

Este centro será de compañía y se ejecutara por parte del gobierno de Aragón para posteriormente ser cedido a compañía suministradora.

Contará con acceso independiente y estará separado físicamente por una verja metálica con una puerta de comunicación hacia via publica don cerradura y candado según condiciones de compañía suministradora

Posteriormente a la instalación, la línea de media tensión y el centro de transformación completo, serán cedidas a la Compañía.

El centro de transformación objeto del presente proyecto será de tipo interior, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envolvente metálica según norma UNE-EN 62271-200.

Las celdas a emplear serán de la serie RM6 de Schneider Electric, un conjunto de celdas compactas equipadas con apartamento de alta tensión, bajo envolvente única metálica con aislamiento integral, para una tensión admisible hasta 24 kV, acorde a las siguientes normativas:

- UNE-E ISO 90-3, UNE-EN 60420.
- UNE-EN 62271-102, UNE-EN 60265-1.
- UNE-EN 62271-200, UNE-EN 62271-105, IEC 62271-103, UNE-EN 62271-102.
- UNESA Recomendación 6407 B

Toda la apartamenta estará agrupada en el interior de una cuba metálica estanca rellena de hexafluoruro de azufre con una presión relativa de 0.1 bar (sobre la presión atmosférica), sellada de por vida y acorde a la norma UNE-EN 62271-1.

La acometida al mismo será subterránea, alimentando al centro mediante una red de Media Tensión, y el suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio de 15 kV y una frecuencia de 50 Hz, siendo la Compañía Eléctrica suministradora Endesa Distribución (Eléctricas Reunidas de Zaragoza - ERZ).

2.5.3. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN

En este proyecto no se define ni se incluye la línea desde el cuadro de baja tensión del centro de transformación hasta el AST y medida del colegio, ya que es objeto del proyecto de Baja Tensión.

2.6. RELACIÓN DE AFECTADOS

La relación de propietarios que se ven afectados por la ejecución de dicha obra es únicamente el propietario de la parcela dónde se ubica el edificio, por tanto no es objeto de este expediente solicitar permisos añadidos para la ejecución de las obras al no discurrir por vía pública.

2.7. PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA.

Se precisa el suministro de energía eléctrica para alimentar al edificio objeto de este proyecto a una tensión de 400 / 230 V. La potencia solicitada es inferior a 100kVA, según se justifica en proyecto de baja tensión, con la siguiente previsión de potencias:

C.G.B.T.	S=	0,00				
SUBTOTAL CS INFATIL POR. SUM. RED	13349	9344,3	III	RED	1	0,7
SUBTOTAL CS COCINA/COMEDOR SUM. RED	35610	21366	III	RED	1	0,6
SUBTOTAL CS GIMNASIO SUM. RED	1260	882	R	RED	1	0,7
SUBTOTAL CS CLIMATIZADORES SUM. RED	10115	11334,375	III	RED	1	0,9
SUBTOTAL CS G.P.A.F. SUM. RED	6430	8037,5	III	RED	1	1
SUBTOTAL CS C. CALDERA/AEROT. SUM. RED	23252	25355,25	III	RED	1	0,9
SUBTOTAL CS PRIMARIA SUM. RED	48644,5	37101,685	III	RED	1	0,8
SUBTOTAL CS INFANTIL SUM. GRUPO	7063	7063	III	GRUPO	1	1
SUBTOTAL CS COCINA/COMEDOR SUM. GRUPO	7863,5	7863,5	III	GRUPO	1	1
SUBTOTAL CS GIMNASIO SUM. GRUPO	1790	1790	R	GRUPO	1	1
SUBTOTAL CS G.P.I. SUM. GRUPO	15694	19444	III	GRUPO	1	1
SUBTOTAL CS RACK SUM. GRUPO	2694	2694	R	GRUPO	1	1
ALUMBRDO C.G.B.T. Y CUARTOS TECNICOS	100	100	S	GRUPO	1	1
ALUMBRADO EMERGENCIA S-1	50	50	S	GRUPO	1	1
SUBTOTAL CS PRIARIA SUM. GRUPO	10266	10266	III	GRUPO	1	1
ACOMETIDA C.G.B.T.EDIFICIO CA SUM. RED	152488,7	83992,8123	III	RED	1	0,6
DERIVACIÓN INDIVIDUAL SUM.NORMAL						83.992,81 W

Se solicitan 85 Kw en las condiciones de suministro a compañía

Para satisfacer está potencia demandada, se proyecta un transformador de 400kVA, relación de transformación 15 / 0,42 kV.

3. MEMORIA LÍNEA EN MEDIA TENSIÓN

3.1. INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE MEDIA TENSIÓN.

3.1.1. TRAZADO.

La línea subterránea de media tensión que abastecerá al Centro de Seccionamiento y Transformación proyectado se alimentará desde la línea subterránea de media tensión existente LSMT que discurre por la Avenida de policía local SN en Parque Venecia de Zaragoza, denominada L8-PAZ, con traza L7PAZ-001 de 15 KV con conductor RH5Z1 3x1x400 mm² AL 12/20 KV que discurre frente a la parcela

Esta Red Subterránea en Media Tensión será de doble circuito y discurrirá por acera bajo zanja directamente enterrada desde el punto de conexión con la red de la Compañía, hasta el Centro de Seccionamiento objeto de proyecto.

El acceso al Centro de transformacion de las líneas subterráneas (entrada y salida) será mediante tubos de 160mm de diámetro, a la cota reglamentaria.

El conductor de la línea subterránea será de sección RH5Z1 3 x 1 x 400 mm² Al con aislamiento seco, cuyo trazado se refleja en los planos del presente proyecto.

La longitud de la línea de MT desde el punto de conexión al Centro de Seccionamiento es de 130m (65 m x 2) aproximadamente.

Las afecciones en toda la longitud del trazado no suponen a priori cruces con otras instalaciones. En cualquier caso, previamente a la ejecución de la obra se estudiarán planos de tendido de todas las instalaciones por si fuera necesario considerar distancias entre ellas y la red subterránea de media tensión.

El recorrido de la RSMT en proyecto, se realizará bajo acera, según planos y detalles del presente proyecto.

El promotor dejará 4 metros de conductor por terna y fase, en la localización del punto de conexión para que Endesa realice las conexiones a su Red, así como otros tantos para la conexión en el interior del CT.

Todos los trabajos se realizarán conforme a normas e indicaciones de Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U.

Las características de la línea serán:

- | | |
|-----------------------------|--|
| ✓ Denominación: | RH5Z1 12/20 KV lx400mm ² AL+H16 |
| ✓ U0/U: | 12/20 KV |
| ✓ Nº y sección Aislamiento: | 1 x 400 mm ² Al |
| ✓ Aislamiento: | Polietileno reticulado.(XLPE). |

- ✓ Imáx régimen permanente; 490 A
- ✓ Fabricación según recomendaciones UNESA 33058-1º Complemento.

3.1.2. CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS.

Las distancias a cumplir en cruzamientos con otros servicios, proximidades y paralelismos de las redes en proyecto, se fijan como mínimas las siguientes:

CRUZAMIENTOS	CONDICIONES
Calles y carreteras	Profundidad hasta la parte superior del tubo $\geq 0,60$ m.
Ferrocarriles	Profundidad hasta la parte superior del tubo $\geq 1,10$ m. Canalización entubada y hormigonada
Con otros conductores subterráneos	Distancia $\geq 0,25$ m. En empalmes ≥ 1 m
Con cables de telecomunicaciones	Distancia $\geq 0,20$ m. En empalmes ≥ 1 m
Con canalizaciones de agua	Distancia $\geq 0,20$ m. En empalmes ≥ 1 m
Con canalizaciones de gas	Ver tabla 3 ICT-LAT-06 del RD 223/2008
Conducciones de alcantarillado	Por encima del alcantarillado
Depósitos de carburante	Separados mediante tubos, a $\geq 1,20$ m. del depósito

PARALELISMOS	CONDICIONES
Con otros conductores subterráneos	Distancia $\geq 0,25$ m.
Con cables de telecomunicaciones	Distancia $\geq 0,20$ m.
Con canalizaciones de agua	Distancia $\geq 0,20$ m. En empalmes ≥ 1 m
Con canalizaciones de gas	Ver tabla 4 ICT-LAT-06 del RD 223/2008

3.1.3. MATERIALES.

Todos los materiales serán de los tipos "aceptados" por la Cía. Suministradora de Electricidad.

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

Los materiales siderúrgicos serán como mínimo de acero A-42B. Estarán galvanizados por inmersión en caliente con recubrimiento de zinc de $0,61 \text{ kg/m}^2$ como mínimo, debiendo ser capaces de soportar cuatro

inmersiones en una solución de $\text{SO}_4 \text{ Cu}$ al 20 % de una densidad de 1,18 a 18 °C sin que el hierro quede al descubierto o coloreado parcialmente.

3.1.4. CONDUCTORES, EMPALMES Y APARAMENTA ELÉCTRICA.

Los conductores utilizados en la red eléctrica estarán dimensionados para soportar la tensión de servicio y las botellas terminales y empalmes serán adecuados para el tipo de conductor empleado y aptos igualmente para la tensión de servicio.

La línea proyectada será de 3 x 1 x 240 mm² Al con aislamiento seco. Estarán debidamente protegidos contra la corrosión y tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos durante el tendido. Sus características principales son las siguientes:

- ✓ Sección: 240 mm²
- ✓ Conductor: Aluminio
- ✓ Aislamiento: Seco
- ✓ Tensión: 12/20 KV
- ✓ Designación: 1x 400 Al RH5-Z1 12/20 KV
- ✓ La longitud total de la línea serán aproximadamente 130 metros (ida y vuelta).

Los empalmes para conductores con aislamiento seco podrán estar constituidos por un manguito metálico que realice la unión a presión de la parte conductora, sin debilitamiento de sección ni producción de vacíos superficiales. El aislamiento podrá ser construido a base de cinta semiconductora interior, cinta autovulcanizable, cinta semiconductora capa exterior, cinta metálica de reconstitución de pantalla, cinta para compactar, trenza de tierra y nuevo encintado de compactación final, o utilizando materiales termorretráctiles, o premoldeados u otro sistema de eficacia equivalente. Los empalmes para conductores desnudos podrán ser de plena tracción de los denominados estirados, comprimidos o de varillas preformadas.

La aparamenta eléctrica que interviene en el diseño de la red eléctrica queda descrita perfectamente en el anexo de cálculo del proyecto.

3.1.5. SISTEMAS DE INSTALACION

3.1.5.1. En canalización bajo acera:

Los conductores se alojarán en una zanja de 0,85 m. de profundidad mínima, variando su dimensión en función del número de tubos dispuestos.



Las canalizaciones estarán constituidas por tubos de PVC de 160 mm. de diámetro con doble capa interior lisa de suficiente resistencia, debidamente enterrados en la zanja y sobre una base de arena fina de 10 cm. Encima se situará otra capa de arena de 30 cm. de espesor .

El resto de la zanja se rellenará con tierra o zahorras seleccionadas, para la obtención de una densidad que nunca deberá ser inferior al 98% del proctor modificado. Así mismo y a una cota de 50 centímetros de la rasante se colocará una malla de señalización y advertencia de la existencia de riesgo eléctrico y atención a la existencia de cables de alta tensión. Esta malla será de color amarillo y se instalará una banda por cada terna de conductor existente en proyección vertical.

3.1.5.2. En canalizaciones para cruce de calzada:

Los conductores se alojarán en una zanja de 0,95 m. de profundidad mínima, variando su dimensión en función del número de tubos dispuestos.

Las canalizaciones estarán constituidas por tubos de PVC de 160 mm. de diámetro con doble capa interior lisa de suficiente resistencia, debidamente enterrados en la zanja y hormigonados.

En cada uno de los tubos no se instalará más de un circuito.

Se dejará un tubo de reserva de similares características.

En los trazados de los circuitos que impliquen cruzamientos de calzadas transitadas o puntos que por interferencias con otras actividades de las obras así lo requiera, se efectuarán conducciones enterradas y consolidadas por prismas de hormigón. A tal efecto se instalarán tubos de PVC de 160 mm, hormigonados con hormigón en masa H-200, con los mismos criterios que los utilizados en la zanja para conductores directamente enterrados.

Antes del tendido se eliminará de su interior la suciedad o tierra garantizándose el paso de los cables mediante mandrilado acorde a la sección interior del tubo o sistema equivalente. Durante el tendido se deberán embocar correctamente para evitar la entrada de tierra u hormigón.

3.1.5.3. ZANJAS

Las infraestructuras de obra civil están constituidas por zanjas de paredes verticales o en talud, en función de las profundidades de las mismas o entibadas en el caso que la naturaleza del terreno lo haga necesario, y de acuerdo al estudio de seguridad específico de esta obra.

La profundidad de la zanja será la necesaria para garantizar una cota mínima del último conductor a la superficie de 0,80 m, y la distancia mínima entre conductores de 20 cm.

La anchura irá en función del número de conductores a instalar, siendo la distancia mínima entre conductores a ejes de 20 centímetros.



Las paredes de las zanjas serán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

Cuando las características del terreno, la existencia de servicios o la previsión de instalación de nuevos servicios cuya construcción comprometa la seguridad del tendido subterráneo, lo aconsejen, se aumentará la profundidad de la zanja de acuerdo con el supervisor de obra o persona en la que delegue.

Se procurará dejar un espacio mínimo 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.

Se deben tomar las precauciones precisas, para no tapar con tierra los registros de gas, bocas de riego, alcantarillas, etc.

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

Las dimensiones mínimas de las zanjas serán las especificadas en los planos adjuntos.

3.1.6. TENDIDO DE CONDUCTORES DE POTENCIA

El tendido de conductores se efectuará en el fondo de zanja, tendido y protegido mediante limo, bajo tubo, de acuerdo a las premisas que a continuación se detallan, que garanticen la vida útil para los que fueron diseñados:

- ✓ Los conductores se tenderán con ubicación de bobina sobre caballetes alza bobinas rodantes.
- ✓ Los tendidos se efectuarán sobre rodillos colocados a una interdistancia de 3 metros o de forma que la cubierta no sea erosionada por el terreno en ninguna fase del tendido.
- ✓ En los ángulos se dispondrá de rodillos angulares, con radios de curvatura de 30 veces el diámetro del conductor y 15 veces su diámetro como mínimo en curvaturas fijas permanentes.
- ✓ La tracción se efectuará del conductor en punta.
- ✓ El tendido se efectuará con máquina de tracción y registrador de tiro, de forma que los registros de tracción aseguren una tracción máxima de 3 kg/mm².
- ✓ Una vez tendido los conductores, éstos se agruparán en terna mediante cintillos plásticos, colocados cada tres metros.
- ✓ En los tendidos bajo tubo se lubricarán los cables con vaselina líquida inocua, así como se colocarán "coquillas" de centrado a la salida de los tubos para su posicionamiento definitivo.
- ✓ En la fase de tendido se levantará un plano "as built", de acuerdo a la normativa de croquizado de redes subterráneas establecidas por Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U.

3.1.7. ENSAYO DE CONDUCTORES

Los conductores una vez tendidos y protegidos con limo, deberán ser sometidos a los siguientes ensayos mínimos, más allá de los que pudiera realizar la compañía distribuidora antes de pasar a su explotación, como garantía de la correcta instalación de los conductores en su fase de tendido.

- ✓ Ensayo de continuidad de fase.
- ✓ Ensayo de continuidad de pantalla.
- ✓ Ensayo de cubierta.
- ✓ Ensayo de rigidez dieléctrica del aislamiento respecto a tierra.
- ✓ Ensayo de rigidez dieléctrica entre conductores.
- ✓ Verificación de cable y correspondencia con rotulación de la aparamenta.

Zaragoza, Diciembre 2019



El Ingeniero Industrial

Sergio Torné Darriba

Colegiado nº 1836

4. MEMORIA CENTRO DE SECCIONAMIENTO Y TRANSFORMACIÓN

4.1. CARACTERÍSTICAS EDIFICIOS

4.1.1. OBRA CS Y CT

El centro de seccionamiento y transformación están ubicados en la planta baja del colegio en un edificio prefabricado con acceso independiente desde vía pública y como se muestra en la documentación gráfica.

Por tanto, las características de la obra civil son las del propio edificio prefabricado y homologado por compañía y se describen en planos del presente proyecto.

El centro, dispone de puerta de acceso desde el exterior, para su diseño se han observado todas las normativas antes indicadas, teniendo en cuenta las distancias necesarias para pasillos, accesos, etc.

Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10.000 ohmios respecto de la tierra de la envolvente.

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial será accesible desde el exterior.

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

En la base de la envolvente irán dispuestos, tanto en el lateral como en la solera, los orificios para la entrada de cables de Alta Tensión.

4.2. INSTALACION ELECTRICA.

4.2.1. LINEA ALIMENTACION

La red subterránea de media tensión será a 15 kV, desde la línea de M.T. de Endesa Distribución Eléctrica S.L.

Esta línea será subterránea, con una tensión de 15 kV y una frecuencia de 50 Hz., con nivel de aislamiento según tabla 2 de la ITC-LAT-06.

Igualmente la Compañía, y en función de sus relés, da un tiempo máximo de desconexión en caso de defecto F-F y F-N de 1 segundo.

El neutro de la red, por su parte, es el tipo Aislado.

El cable subterráneo será de aislamiento en etileno propileno de alto módulo, del tipo RHZ1, con una tensión de aislamiento de 15 KV., unipolares, de Aluminio y una sección de 3x(1 x 240) mm².

De esta forma, el centro de transformación quedará en anillo con la instalación existente.

4.2.2. APARAMENTA A.T.

Las celdas estarán basadas en el sistema CGM, formado por un conjunto de celdas modulares de Media Tensión, con aislamiento y corte en SF₆, cuyos embarrados se conectan utilizando unos elementos patentados por ORMAZABAL, y denominados "conjunto de unión", consiguiendo una unión totalmente apantallada, e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación,...).

Destacar que la interconexión entre el centro de seccionamiento y de transformación se hará con cable unipolar de sección 1x95mm² y características descritas en el punto anterior.

Las bases que componen estas celdas son:

4.2.2.1. Base y frente

La altura y diseño de esta base permite el paso de cables entre celdas sin necesidad de foso, y presenta el mímico unifilar del circuito principal y ejes de accionamiento de la aparamenta a la altura idónea para su operación. Igualmente, la altura de esta base facilita la conexión de los cables frontales de acometida.

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

4.2.2.2. Cuba

La cuba, fabricada en acero inoxidable de 2 mm de espesor, contiene el interruptor, el embarrado y los portafusibles, y el gas SF₆ se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,3 bares (salvo para celdas especiales). El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante más de 30 años, sin necesidad de reposición de gas.

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

4.2.2.3. Interruptor/Seccionador/Seccionador de puesta a tierra

El interruptor disponible en el sistema CGM tiene tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra (salvo para el interruptor de la celda CMIP).

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

4.2.2.4. Mando

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

4.2.2.5. Conexión de cables

La conexión de cables se realiza por la parte frontal, mediante unos prensaestopas estándar.

4.2.2.6. Enclavamientos

Los enclavamientos incluidos en todas las celdas CGM pretenden que:

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

4.2.2.7. Características eléctricas:

Las características generales de las celdas CGM son las siguientes:

Tensión nominal (kV)	12	24	36
Nivel de aislamiento			
Frecuencia industrial (1 min)			
A tierra y entre fases (kV)	28	50	80
A la dist. De seccionamiento (kV)	32	60	80
Impulso tipo rayo			
A tierra y entre fases (kV)	75	125	170
A la dist. De seccionamiento (kV)	85	145	195

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

El embarrado de las celdas estará dimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar.

Las celdas cuentan con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así su incidencia sobre las personas, cables o apartamentas del centro de transformación.

Los interruptores tienen tres posiciones: conectados, seccionados y puestos a tierra. Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual o motorizada. Los enclavamientos pretenden que:

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

Las Celdas que se colocarán, homologadas por compañía suministradora, y sus características generales son las siguientes, en función de la tensión nominal (Un):

4.2.2.8. Remonte + Protección interruptor automático (Celda en el lado de abonado)

Función: Remonte + Interruptor Automático

- ✓ Extensibilidad: No
- ✓ Modelo: CGM-RB, CGM-V

- ✓ Dimensiones Remonte :(AnchoxFondoxAlto): 365x735x1740mm
- ✓ Dimensiones Automático :(AnchoxFondoxAlto): 460x845x1740mm
- ✓ Vn= 24kV ; Icc= 20kA (1s)
- ✓ Juego de barras III 400 A.
- ✓ Embarrado de p.a.t.

Función Remonte (K)

- ✓ Indicadores presencia de tensión.
- ✓ Bornes para conexión de cable atornillables (interfaz tipo C)

Función Interruptor Automático (L)

- ✓ Int. Automático de corte en vacío 250A con mando manual
- ✓ Interruptor-Seccionador (SF6) con mando manual
- ✓ Seccionador de p.a.t. (SF6).
- ✓ Indicador de presencia de tensión.
- ✓ Bornes para conexión de cable atornillables (interfaz tipo C)
- ✓ Armario de BT de 200mm de altura
- ✓ Relé de protección autoalimentado IKI30 con funciones de sobreintensidad (50/51, 51N) y tierra 67.
- ✓ Sensores de intensidad

4.2.2.9. Medida (celda en el lado de abonado)

- ✓ No existe celda de medida al ser un centro de compañía

4.2.2.10.Celda de línea (entrada, salida y seccionamiento)

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, CGMCOSMOS-L, formada por un módulo de Vn=24 kV e In=630 A y 365 mm de ancho por 735 mm de fondo por 1740 mm de alto y 95 kg de peso.

La celda CML de interruptor seccionador, o celda de línea, está constituida por un módulo metálico, con aislamiento y corte en SF6, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

Tensión nominal	24 kV
Tensión de servicio	15 kV
Onda de choque (Aislamiento / seccionamiento)	125 / 145 kVc.
Frecuencia industrial (Aislamiento / seccionamiento)	50 / 60 kVeff.
Intensidad de breve duración (Eficaz / Cresta)	20 / 50 kA 1s.
Intensidad nominal conjunto	630 A
Ensayo de arco interno	20 kA 0,5 s.
Poder de cierre seccionador de puesta a tierra	50 kAc.
Elemento de corte en aparellaje	SF6
Elemento aislante	SF6
Mando interruptor	Manual tipo B

- ✓ El interruptor de la función de línea será un interruptor automático de las siguientes características:
 - Intensidad térmica: 20 kA eficaces.
 - Poder de cierre: 50 kA cresta.
- ✓ Seccionador de puesta a tierra en SF6.
- ✓ Palanca de maniobra.
- ✓ Dispositivos de detección de presencia de tensión en todas las funciones de línea.
- ✓ 3 lámparas individuales (una por fase) para conectar a dichos dispositivos.
- ✓ Pasatapas de tipo roscados M16 de 630 A en las funciones de línea.
- ✓ Cubrebornas metálicos en todas las funciones.
- ✓ Manómetro para el control de la presión del gas.

La conexión de los cables se realizará mediante conectores de tipo roscados de 630 A en cada función, asegurando así la estanqueidad del conjunto y, por tanto, la total insensibilidad al entorno en ambientes extraordinariamente polucionados, e incluso soportando una eventual sumersión.

- ✓ 3 Equipamientos de 3 conectores apantallados en "T" roscados M16 630A cada uno.

De las 4 celdas tres irán en el centro de seccionamiento y una en el centro de transformación según esquema unifilar aportado.

Transformador III de potencia

- 1 Ud. Transformador seco 400 kVA's, norma UNE, con las siguientes características:
 - ✓ Tensión nominal primaria: 16000 V.
 - ✓ Regulación en el primario: a definir por compañía suministradora
 - ✓ Tensión nominal secundario en vacío: 400 V.
 - ✓ Tensión de cortocircuito: 6%
 - ✓ Grupo de conexión: Dyn11
 - ✓ Nivel de aislamiento:
 - Tensión de ensayo a onda de choque 1,2/50 - 125 KV.
 - Tensión de ensayo a 50 Hz. 1 min. 50 KV.

El transformador será trifásico reductor de tensión, con neutro accesible en el secundario y refrigeración natural, seco. Se dispone de una rejilla metálica para defensa del trafo.

La conexión entre las celdas A.T. y el transformador se realiza mediante conductores unipolares de aluminio, de aislamiento seco y terminales enchufables, con un radio de curvatura mínimo de 10 (D+d), siendo "D" el diámetro del cable y "d" el diámetro del conductor.

Conexión en el lado de alta tensión

- ✓ Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RH5Z1, aislamiento 12/20 kV, de 95 mm² en Al con sus correspondientes elementos de conexión.

Dispositivo térmico de protección

- ✓ Equipo de sondas PT100 de temperatura y termómetro digital MB103, para protección térmica de transformador, y sus conexiones a la alimentación y al elemento disparador de la protección correspondiente, protegidas contra sobreintensidades, instalados.
- ✓ La conexión entre las celdas A.T. y el transformador se realiza mediante conductores unipolares de aluminio, de aislamiento seco y terminales enchufables, con un radio de curvatura mínimo de 10 (D+d), siendo "D" el diámetro del cable y "d" el diámetro del conductor.

4.2.3. APARAMENTA B.T.

4.2.3.1. Puentes BT

- ✓ Juego de puentes III de cables BT unipolares de aislamiento seco tipo RZ1-K, aislamiento 0.6/1 kV, 2 cables por fase de 240mm² y 2 para el neutro de 240mm².
- ✓ Cuadro BT

La estructura del cuadro de BT está compuesta por un bastidor de chapa blanca, en el que se distinguen las siguientes zonas:

Características eléctricas:

- ✓ Tensión nominal: 400 V
- ✓ Int. nominal embarrados: 630 A
- ✓ Aisl. a frec. ind. (1 min)
- ✓ entre fases y a tierra: 8 kV
- ✓ entre fases: 2,5 kV
- ✓ Aisl. a onda de choque entre fases y a tierra: 20 kV

4.2.4. MATERIAL VARIO AT/BT (EN CASETA DE SECCIONAMIENTO Y TRANSFORMACIÓN).

Se instalará un equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en las celdas A.T.

Igualmente se instalará un equipo de seguridad para la maniobra, compuesto por pértiga de salvamento, banqueta aislante, carteles de peligro y reglas de oro, extintor de CO₂ y guantes aislantes de seguridad.

4.2.4.1. Defensa transformador

Se instalará una protección física para el transformador, compuesta por una valla metálica de separación entre el trafo y el resto de los componentes de la instalación.

4.3. MEDIDA DE LA ENERGIA ELECTRICA.

La potencia se entregará al peticionario en BT y por lo tanto este centro de transformación al ser de compañía no tiene celda de medida.

4.4. PUESTA A TIERRA (centro de seccionamiento y transformación).

Se atenderá a lo dispuesto en el RD 223/2008, así como toda la normativa de aplicación.

Las instalaciones de puesta a tierra se realizarán según lo previsto en la Instrucción MIE-RAT-13 y garantizarán la seguridad de las personas e instalaciones en caso de defecto.

Las máximas tensiones de paso y contacto admisibles en una instalación, se ajustarán a las siguientes expresiones

Tensiones de paso:

$$V_p = \frac{10 \cdot k}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot \rho_s}{1.000}\right) \text{ Voltios}$$

Tensiones de contacto:

$$V_c = \frac{k}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{1,5 \cdot \rho_s}{1.000}\right) \text{ Voltios}$$

En la que:

$k = 72$ y $n=1$, para tiempos inferiores a 0,9 segundos.

t = Duración de la falta en segundos.

ρ_s = Resistividad superficial del terreno en Ohmios/m.

El tiempo máximo de eliminación del defecto lo establece la en:

- ✓ 0,5 segundos para $I_d < 100A$
- ✓ 0,2 segundos para $I_d > 100A$

4.4.1. TIERRA DE PROTECCION.

Se conectarán a tierra todas las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente: envolventes de las celdas y cuadros de baja tensión, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc, así como la armadura del edificio. No se unirán las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior.

Las celdas dispondrán de una pletina de tierra que las interconectará, constituyendo el colector de tierras de protección.

La tierra interior de protección se realizará con cable de 50 mm² de cobre desnudo formando un anillo, y conectará a tierra los elementos descritos anteriormente.

4.4.2. TIERRA DE SERVICIO.

Para el centro de seccionamiento no aplica al no tener neutro. En el centro de transformación describimos lo siguiente:

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en baja tensión, debido a faltas en la red de alta tensión, el neutro del sistema de baja tensión se conectará a una toma de tierra independiente del sistema de alta tensión, de tal forma que no exista influencia de la red general de tierra.

La tierra interior de servicio se realizará con cable de 50 mm² de cobre aislado 0,6/1 kV.

4.4.3. 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.

La tierra interior de servicio se realizará con cable de 50 mm² de cobre aislado 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.

Las cajas de seccionamiento de la tierra de servicio y protección estarán separadas por una distancia mínima de 1m.

Como medida adicional, se atenderá a lo dispuesto en el RD 223/2008 y en la normativa aplicable.

Las picas serán lisas de acero-cobre del tipo PL 14-2000.

4.5. INSTALACIONES SECUNDARIAS (centro de seccionamiento y transformación)

4.5.1. ALUMBRADO.

En el interior del centro de transformación se instalará un mínimo de dos puntos de luz, capaces de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo. El nivel medio será como mínimo de 150 lux.



Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de tal forma que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación. Además, se deberá poder efectuar la sustitución de lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

El interruptor se situará al lado de la puerta de entrada, de forma que su accionamiento no represente peligro por su proximidad a la alta tensión.

Se dispondrá también un punto de luz de emergencia de carácter autónomo que señalará los accesos al centro de transformación.

4.5.2. PROTECCION CONTRA INCENDIOS.

Si va a existir personal itinerante de mantenimiento por parte de la compañía suministradora, no se exige que en el centro de transformación haya un extintor. En caso contrario, se incluirá un extintor de eficacia 89B.

En este caso que nos ocupa, se incluye un extintor de polvo polivalente y otro de CO2 según planos adjuntos.

La resistencia ante el fuego de los elementos delimitadores y estructurales será RF-180 y la clase de materiales de suelos, paredes y techos M0 según Norma UNE 23727.

4.5.3. VENTILACION.

La ventilación del centro se realizará de modo natural, mediante unas rejillas para tal efecto en la parte superior del cuarto, siendo la superficie mínima de la reja de entrada de aire en función de la potencia del mismo. Su dimensionado se justifica en el apartado de cálculos justificativos.

Estas rejillas se construirán de modo que impidan el paso de pequeños animales, la entrada de agua de lluvia y los contactos accidentales con partes en tensión si se introdujeran elementos metálicos por las mismas.

4.5.4. MEDIDAS DE SEGURIDAD.

Las celdas dispondrán de una serie de enclavamientos funcionales descritos a continuación:

- ✓ Sólo será posible cerrar el interruptor con el interruptor de tierra abierto y con el panel de acceso cerrado.
- ✓ El cierre del seccionador de puesta a tierra sólo será posible con el interruptor abierto.
- ✓ La apertura del panel de acceso al compartimiento de cables sólo será posible con el seccionador de puesta a tierra cerrado.
- ✓ Con el panel delantero retirado, será posible abrir el seccionador de puesta a tierra para realizar el ensayo de cables, pero no será posible cerrar el interruptor.



Las celdas de entrada y salida serán de aislamiento integral y corte en SF₆, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, evitando de esta forma la pérdida del suministro en los centros de transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del centro de transformación.

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

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

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

Las puertas de acceso al CT llevarán el Lema Corporativo y estará cerrada con llave.

Las puertas de acceso al CT y, cuando las hubiera, las pantallas de protección, llevarán el cartel con la correspondiente señal triangular distintiva de riesgo eléctrico.

En un lugar bien visible del CT se situará un cartel con las instrucciones de primeros auxilios a prestar en caso de accidente.

Salvo que en los propios aparatos figuren las instrucciones de maniobra, en el CT, y en lugar bien visible habrá un cartel con las citadas instrucciones.

Deberán estar dotados de bandeja o bolsa portadocumentos. Para realizar maniobras en A.T. el CT dispondrá de banqueta o alfombra aislante, guantes aislantes y pértiga.

4.6. VERIFICACIONES E INSPECCIONES.

4.6.1. VERIFICACIÓN E INSPECCIÓN DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS PROPIEDAD DE EMPRESAS DE TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

4.6.1.1. Verificación

Para el caso que nos ocupa las verificaciones previas a la puesta en servicio de las líneas eléctricas de alta tensión deberán ser realizadas por el titular de la instalación o por personal delegado por el mismo.

Se atenderá a lo dispuesto en la ITC-LAT-05 del RD 223/2008.

4.6.1.2. Inspección

Los órganos competentes de la Administración podrán efectuar, por sí mismos o a través de terceros, inspecciones sistemáticas mediante control por muestreo estadístico.

4.6.2. VERIFICACIÓN E INSPECCIÓN DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS QUE NO SEAN PROPIEDAD DE EMPRESAS DE TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Todas las líneas aquí incluidas deben ser objeto de una verificación previa a la puesta en servicio y de una inspección periódica, al menos cada tres años. Para las líneas de tensión nominal menor o igual a 30 kV la inspección periódica puede ser sustituida por una verificación periódica. Las líneas de tensión nominal superior a 30 kV deberán ser objeto, también, de una inspección inicial antes de su puesta en servicio.

Las verificaciones previas a la puesta en servicio de las líneas eléctricas de alta tensión deberán ser realizadas por las empresas instaladoras autorizadas que las ejecuten.

Se atenderá a lo dispuesto en la ITC-LAT-05 del RD 223/2008.

4.7. CAMPOS MAGNETICOS EN LA PROXIMIDAD DE LAS INSTALACIONES DE ALTA TENSIÓN

Se adjunta como anexo la justificación de Campos Magnéticos en la proximidad de las instalaciones.

4.8. RESUMEN.

Con todo lo anteriormente expuesto, creemos haber dado una idea clara de la instalación a efectuar. Para cualquier condición no especificada en este Proyecto, se atenderán las indicaciones de la Dirección de Obra. No obstante si a juicio de los Organismos Competentes algún punto necesita ser aclarado o modificado, muy gustosamente accederemos a ello.

Zaragoza, Diciembre 2019



El Ingeniero Industrial

Sergio Torné Darriba

Colegiado nº 1836

5. ANEXO. CÁLCULO CT

5.1. INTENSIDAD EN ALTA TENSIÓN.

En un transformador trifásico la intensidad del circuito primario I_p viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{1,732 \cdot U_p}$$

Siendo,

S = Potencia del transformador en kVA.

U_p = Tensión compuesta primaria en kV.

I_p = Intensidad primaria en A.

Según escrito de compañía suministradora, se realizan los cálculos para 2z630 kVA, de modo que sustituyendo valores:

Transformador	Potencia (kVA)	Up (kV)	Ip (A)
Trafo	400	15	15,39

5.2. INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN.

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

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

Siendo,

S = Potencia del transformador en kVA (más desfavorable).

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, para cada transformador, tendremos:

Potencia (kVA)	Vn(V)	I _p (A)
400	400	577,4

5.3. CORTOCIRCUITOS.

5.3.1. OBSERVACIONES

Para el cálculo de la intensidad primaria de cortocircuito se tendrá en cuenta una potencia de cortocircuito de 500 MVA en la red de distribución, dato a contrastar por la compañía suministradora.

5.3.2. CÁLCULO DE CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito utilizaremos las siguientes expresiones:

5.3.2.1. Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de Alta Tensión:

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

Siendo,

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

U_p = Tensión compuesta primaria en kV.

I_{cpp} = Intensidad de cortocircuito primaria en kA.

5.3.2.2. Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de Baja Tensión (despreciando la impedancia de la red de Alta Tensión):

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

Siendo,

S = Potencia del transformador en kVA.

$U_{cc}(\%)$ = Tensión de cortocircuito en % del transformador.

U_s = Tensión compuesta en carga en el secundario en V.

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

5.3.3. CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN.

Utilizando las expresiones del apartado 6.3.2.

S_{cc} (MVA)	U_p (kV)	I_{ccp} (kA)
500	15	19,2

5.3.4. CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN

Utilizando las expresiones del apartado 6.3.2.

Transformador	Potencia (kVA)	U_s (V)	U_{cc} (%)	I_{ccs} (kA)
Trafo	400	400	6	9,62

5.4. JUSTIFICACIÓN DE LOS PUENTES DE ALTA TENSIÓN

5.4.1. INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

Los puentes de alta tensión están formados por líneas de 3x1x95mm² RHZ1 12/20kV.

Su intensidad admisible es de Según la tabla 6 del RD 223/2008, la intensidad máxima admisible es:

$$I_{adm} = 430 \text{ A, directamente enterrado}$$

$$I_{adm} = 405 \text{ A, bajo tubo}$$

Se tomará el caso enterrado bajo tubo puesto que supone mayor restricción, superior a la calculado en el apartado 5.1.

5.4.2. INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO

Se tomará como cálculo el establecido en el punto 6.2 de la ITC-LAT-06 del RD 223/2008, de modo que:

$$\frac{I_{cc}}{S} = \frac{K}{\sqrt{t_{cc}}}$$

Siendo,

I_{cc} = corriente de cortocircuito, en amperios,

S : sección del conductor, en mm²,

K : coeficiente que depende de las naturales del conductor y de las temperaturas al inicio y final del cortocircuito. Coincide con el valor de densidad de corriente tabulado para $t_{cc} = 1$ s. para los distintos tipos de aislamiento.

t_{cc} = duración del cortocircuito, en segundos.

Tabla 26. Densidad máxima admisible de corriente de cortocircuito, en A/mm², para conductores de aluminio

Tipo de aislamiento	$\Delta\theta^*$ (K)	Duración del cortocircuito, t_{cc} en segundos									
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
PVC: sección ≤ 300 mm²	90	240	170	138	107	98	76	62	53	48	43
sección > 300 mm²	70	215	152	124	96	87	68	55	48	43	39
XLPE, EPR y HEPR	160	298	211	172	133	122	94	77	66	59	54
HEPR Uo/U \leq 18/30 kV	145	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51

* $\Delta\theta$ es la diferencia entre la temperatura de servicio permanente y la temperatura de cortocircuito.

De este modo,

$$I_{cc} = \frac{K \cdot S}{\sqrt{t_{cc}}} = \frac{94 \cdot 240}{\sqrt{1}} = 22,56 \text{ kA}$$

Superior al calculado en el apartado 5.3.3.

5.5. JUSTIFICACIÓN DE LOS PUENTES DE BAJA TENSIÓN

5.5.1. INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

Los puentes de alta tensión están formados por líneas de 2(4x1x240)mm² Cu RZ1 0.6/1kV.

Su intensidad admisible según la ITC-BT 19:

$I_{adm} = 2x489 \text{ Ax.}8 = 782.4 = , \text{ al aire, método de instalación F, Factor de corrección } 0.8$ (2 cables por fase)

Este valor es superior a la calculado en el apartado 5.2.

5.5.2. INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO

Siguiendo la norma UNE 20460-4-43 podemos calcular la corriente maxima de cortocircuito que puede soportar un cable segun la

formula siguiente:

$$I_{cc} = k \cdot S/\sqrt{t}$$

En la que

- Icc: corriente de cortocircuito en amperios.
- k: constante que depende de la naturaleza del conductor (Cu o Al) y del tipo de aislamiento (termoplástico [PVC o poliolefinas Z1] o termoestable [XLPE, EPR, poliolefinas o silicona]) = 94
- S: sección del conductor en mm²
- t: la duración del cortocircuito en segundos. Se toma 0.1 seg.

De este modo,

$$I_{cc} = \frac{K \cdot S}{\sqrt{t_{cc}}} = \frac{94 \cdot 240}{\sqrt{0.1}} = 71.341 \text{ kA}$$

Superior al calculado en el apartado 5.3.4.

5.6. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.

Las características del embarrado son:

- ✓ Intensidad asignada: 1500 A.
- ✓ Límite térmico, 1 s.: 20 kA eficaces.
- ✓ Límite electrodinámico: 50 kA cresta.

Por lo tanto dicho embarrado debe soportar la intensidad nominal sin superar la temperatura de régimen permanente (comprobación por densidad de corriente), así como los esfuerzos electrodinámicos y térmicos que se produzcan durante un cortocircuito.

5.7. COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE.

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor que constituye el embarrado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin sobrepasar la densidad de corriente máxima en régimen permanente. Dado que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas por

Ormazabal en SF6 conforme a la normativa vigente, se garantiza lo indicado para la intensidad asignada de 1500 A.

5.7.1. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA.

Según la MIE-RAT 05, la resistencia mecánica de los conductores deberá verificar, en caso de cortocircuito que:

$$\sigma_{max} \geq \frac{I_{ccp}^2 \cdot L^2}{60 \cdot d \cdot W}$$

Siendo,

$\sigma_{m\acute{a}x}$ = Valor de la carga de rotura de tracción del material de los conductores. Para cobre semiduro 2800 Kg / cm².

I_{ccp} = Intensidad permanente de cortocircuito trifásico, en kA.

L = Separación longitudinal entre apoyos, en cm.

d = Separación entre fases, en cm.

W = Módulo resistente de los conductores, en cm³.

Dado que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas por Ormazabal en SF6 conforme a la normativa vigente se garantiza el cumplimiento de la expresión anterior.

5.7.2. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA A CORTOCIRCUITO.

La sobreintensidad máxima admisible en cortocircuito para el embarrado se determina:

$$I_{th} = \alpha \cdot S \cdot \sqrt{\frac{\Delta T}{t}}$$

Siendo,

I_{th} = Intensidad eficaz, en A.

α = 13 para el Cu.

S = Sección del embarrado, en mm².

ΔT = Elevación o incremento máximo de temperatura, 150°C para Cu.

t = Tiempo de duración del cortocircuito, en s.

Puesto que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas en SF6 conforme a la normativa vigente, se garantiza que:

$$I_{th} \geq 20 \text{ kA durante 1 segundo}$$

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

Los transformadores están protegidos tanto en AT como en BT. En alta tensión la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, y en baja tensión la protección se incorpora en los cuadros de BT.

5.8.1. PROTECCIÓN TRAFIO

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

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

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

Sin embargo, en el caso de utilizar como interruptor de protección del transformador un disyuntor en atmósfera de hexafluoruro de azufre, y ser éste el aparato destinado a interrumpir las corrientes de cortocircuito cuando se produzcan, no se instalarán fusibles para la protección de dicho transformador.

5.8.2. PROTECCIÓN EN BAJA TENSIÓN

En el caso del transformador de 400kVA, la protección en baja tensión será mediante interruptor automático de 630A, con poder de corte superior a la calculada en el apartado anterior. Los conductores previstos serán 2 por cada una de las fases y dos para el neutro de 240mm² Cu, XLPE 0,6/1kV.

5.9. CÁLCULO DE LA VENTILACIÓN DEL CT.

Para calcular el área mínima de ventilación tomamos la siguiente expresión:

$$S = \frac{P}{0,24 \times C_r \times \sqrt{\Delta T^3 \times H}} (m^2)$$

Siendo:

S = Superficie en m², tanto de la rejilla de entrada de aire, como el de la salida.

Ingeniería Torné S.L.

Paseo Alberto Casañal Shakery, nº3, local. Zaragoza

Tlf.: 976189498 - 976189499



P = Suma de las pérdidas asignadas totales (en kW) de los transformadores: 7.25 W

Cr = Coeficiente de forma de la rejilla de ventilación. Para la rejilla normalizada 0,4

H = Altura en m entre ejes de las rejillas (en nuestro caso 2 m)

ΔT = Salto térmico permitido en °C. (15°C).

Por lo tanto tenemos que la superficie mínima del orificio de entrada de aire es de 0,923 m², que es menor que la superficie proyectada de 2,5 x 0,4 = 1 m².

5.10. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.

5.10.1. INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

Sobre el terreno en el que se encuentra el centro de transformación se encuentra la toma de tierra del edificio, por lo que la resistividad del mismo será apta para la tierra del CT.

5.10.2. DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACIÓN DEL DEFECTO.

En instalaciones de Alta Tensión de tercera categoría los parámetros de la red que intervienen en los cálculos de faltas a tierras son:

5.10.2.1. Tipo de neutro.

El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, o a través de impedancia (resistencia o reactancia), lo cual producirá una limitación de las corrientes de falta a tierra.

5.10.2.2. Tipo de protecciones en el origen de la línea.

Cuando se produce un defecto, éste es eliminado mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un relé de intensidad, el cual puede actuar en un tiempo fijo (relé a tiempo independiente), o según una curva de tipo inverso (relé a tiempo dependiente).

Asimismo pueden existir reenganches posteriores al primer disparo que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a 0,5 s.

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora, se tiene:

- ✓ Intensidad máxima de defecto a tierra, $I_{dm\acute{a}x}$: 300 A.
- ✓ Duración de la falta: (Desconexión inicial) Tiempo máximo de eliminación del defecto: 3 segundos.

5.10.3. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA.

Para los cálculos a realizar se emplearán los procedimientos del "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría", editado por UNESA.

5.10.3.1. TIERRA DE PROTECCIÓN.

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero pueden estarlo por defectos de aislamiento, averías o causas fortuitas, tales como chasis y bastidores

de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

5.10.3.2. TIERRA DE SERVICIO.

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

Para la puesta a tierra de servicio se utilizarán picas en hilera de diámetro 14 mm. y longitud 2 m., unidas mediante conductor desnudo de Cu de 50 mm² de sección. El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37 ohmios.

La conexión desde el centro hasta la primera pica del electrodo se realizará con cable de Cu de 50 mm², aislado de 0,6/1 kV bajo tubo plástico con grado de protección al impacto mecánico de 7 como mínimo.

5.10.4. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA.

Las características de la red de alimentación son:

- ✓ Tensión de servicio, U = 15000 V.
- ✓ Puesta a tierra neutro.
- ✓ Características del terreno:
 - ρ terreno (Ωm): 200.
 - ρ_H hormigón ($\cdot \Omega m$): 3000.

5.10.4.1. TIERRA DE PROTECCIÓN.

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas (R_t), la intensidad y tensión de defecto (I_d , U_d), se utilizarán las siguientes fórmulas:

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

$$R_t = k_r \cdot \rho \text{ (Ohm)}$$

- ✓ Intensidad de defecto, I_d :

$$I_d = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot (R_t^2 + X_c^2)} \text{ (A)}$$

$$X_c = \frac{1}{3 \cdot \omega \cdot C}$$

Siendo,

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$$

$$C = C_a \cdot L_a + C_s \cdot L_s$$

$$f = 50 \text{ Hz}$$

- ✓ Tensión de defecto, U_d :

$$U_d = R_t \cdot I_d \text{ (V)}$$

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

- ✓ Configuración seleccionada: 60-30/5/82.
- ✓ Geometría: Anillo.
- ✓ Dimensiones (m): 6x3.
- ✓ Profundidad del electrodo (m): 0,5.
- ✓ Número de picas: 8.
- ✓ Longitud de las picas (m): 2.

Los parámetros característicos del electrodo son:

- ✓ De la resistencia, $K_r \text{ (}\Omega/\Omega\text{m)} = 0,077$.
- ✓ De la tensión de paso, $K_p \text{ (V/((}\Omega\text{m)A))} = 0,0167$.
- ✓ De la tensión de contacto exterior, $K_c \text{ (V/((}\cdot\text{xm)A))} = 0,0344$.

Sustituyendo valores en las expresiones anteriores, se tiene:

$$R_t = k_r \cdot \rho = 0,077 \cdot 200 = 15,4 \text{ Ohm}$$

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f = 2 \cdot \pi \cdot 50 = 314,16$$

$$C = C_a \cdot L_a + C_s \cdot L_s = 0,006 \cdot 10 + 0,25 \cdot 1 = 0,31 \mu F$$

$$X_c = \frac{1}{3 \cdot \omega \cdot C} = \frac{1}{3 \cdot 314,16 \cdot 0,31} = 0,0034 \text{ Ohm}$$

$$I_d = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot (R_t^2 + X_c^2)} = \frac{15000}{1,732 \cdot (15,4^2 + 0,0034^2)} = 36,5 A$$

$$U_d = R_t \cdot I_d = 15,4 \cdot 36,5 = 562,1 \text{ V}$$

5.10.4.2. TIERRA DE SERVICIO.

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

- ✓ Configuración seleccionada: 5/32.
- ✓ Geometría: Picas en hilera.

- ✓ Profundidad del electrodo (m): 0.5.
- ✓ Número de picas: 3.
- ✓ Longitud de las picas (m): 2.
- ✓ Separación entre picas (m): 3.

Los parámetros característicos del electrodo son:

- ✓ De la resistencia, $K_r (\Omega/\Omega m) = 0,135$.

Sustituyendo valores:

$$R_{tNEUTRO} = k_r \cdot \rho = 0,135 \cdot 200 = 27 \text{ Ohm}$$

5.10.5. CÁLCULO DE LAS TENSIONES EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN.

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que estas serán prácticamente nulas. Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá dada por las características del electrodo y la resistividad del terreno según la expresión:

$$U_p = k_p \cdot \rho \cdot I_d = 0,0167 \cdot 200 \cdot 36,5 = 121,9 \text{ V}$$

5.10.6. CÁLCULO DE LAS TENSIONES EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN.

En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo electrosoldado, con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30x0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos opuestos de la puesta a tierra de protección del Centro.

Dicho mallazo estará cubierto por una capa de hormigón de 10 cm. como mínimo.

Con esta medida se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, estará sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo de la tensión de contacto y de paso interior.

De esta forma no será necesario el cálculo de las tensiones de contacto y de paso en el interior, ya que su valor será prácticamente cero.

Asimismo la existencia de una superficie equipotencial conectada al electrodo de tierra, hace que la tensión de paso en el acceso sea equivalente al valor de la tensión de contacto exterior.

$$U_p(acc) = k_c \cdot \rho \cdot I_d = 0,0344 \cdot 200 \cdot 36,5 = 251,12 \text{ V}$$

5.10.7. CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS.

Para la obtención de los valores máximos admisibles de la tensión de paso exterior y en el acceso, se utilizan las siguientes expresiones:

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

$$U_p(\text{acceso}) = 10 \cdot \frac{k}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot \sigma + 3 \cdot \sigma_h}{1.000}\right)$$

$$t = t' + t'' \text{ (s)}$$

Siendo:

$U_p(\text{exterior})$ = Tensión de paso admisible en el exterior, en voltios.

$U_p(\text{acceso})$ = Tensión en el acceso admisible, en voltios.

k, n = Constantes según MIERAT 13, dependen de t .

t = Tiempo de duración de la falta, en segundos.

t' = Tiempo de desconexión inicial, en segundos.

t'' = Tiempo de la segunda desconexión, en segundos.

ρ = Resistividad del terreno, en Ωm .

ρ_H = Resistividad del hormigón, 3000 Ωm .

El tiempo de duración de la falta es:

$$t' = 3 \text{ segundos}$$

$$t = t' = 3 \text{ segundos}$$

Sustituyendo valores:

$$U_p(\text{exterior}) = 10 \cdot \frac{k}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot \sigma}{1.000}\right) = 10 \cdot 64,42 \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot 200}{1.000}\right) = 1.417,13 \text{ V}$$

$$U_p(\text{acceso}) = 10 \cdot \frac{k}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot \sigma + 3 \cdot \sigma_h}{1.000}\right) = 10 \cdot 64,42 \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot 200 + 3 \cdot 3.000}{1.000}\right) = 6.828 \text{ V}$$

Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla:

Tensión de paso en el exterior y de paso en el acceso.

Tensión de paso en el exterior y de paso en el acceso			
Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible

Tensión de paso en el exterior	Up = 121,9 V	≤	Upa = 1417.13 V
Tensión de paso en el acceso	Up (acc) = 251,1 V	≤	Upa (acc) = 6828 V

Tensión e intensidad de defecto			
Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Tensión de defecto	Ud = 562,1 V	≤	Ubt = 6000 V
Intensidad de defecto	Id = 36,5 A	>	---

5.10.8. INVESTIGACIÓN DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio para su reducción o eliminación.

No obstante, para garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima (D_{n-p}), entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio.

$$D_n - p \geq \frac{\rho \cdot I_d}{2.000 \cdot \pi} = \frac{200 \cdot 35,5}{2.000 \cdot \pi} = 1,16 \text{ m}$$

Siendo:

ρ = Resistividad del terreno en Ωm .

I_d = Intensidad de defecto en A.

La conexión desde el centro hasta la primera pica del electrodo de servicio se realizará con cable de Cu de 50 mm², aislado de 0,6/1 kV bajo tubo plástico con grado de protección al impacto mecánico de 7 como mínimo.

5.10.9. CORRECCIÓN DEL DISEÑO INICIAL

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado según se pone de manifiesto en las tablas de los valores obtenidos. No obstante, si el valor medido de las tomas de tierra resultara elevado y pudiera dar lugar a tensiones de paso o contacto excesivas, se corregirían estas mediante la disposición de una alfombra aislante en el suelo del Centro, o cualquier otro medio que asegure la no peligrosidad de estas tensiones.

Ingeniería Torné S.L.

Paseo Alberto Casañal Shakery, nº3, local. Zaragoza

Tlf.: 976189498 - 976189499



6. ANEXO. CONDICIONES DE SUMINISTRO

Ingeniería Torné S.L.

Paseo Alberto Casañal Shakery, nº3, local. Zaragoza

Tlf.: 976189498 - 976189499



7. ANEXO. ESTUDIO DE JUSTIFICACIÓN DE CAMPOS MAGNÉTICOS



1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETO DEL ANEXO.

Este informe recoge la justificación del apartado *4.7 Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión* de la *ITC-RAT 14 INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE INTERIOR* del RD 337/2014, de 9 de Mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-RAT 01 A 23, para el proyecto de un centro de transformación de abonado de 1 x 400kVA, cuyo fin es suministrar energía eléctrica en baja tensión al Instituto de Educación Secundaria en Cuarte de Huerva, Zaragoza.

3.- REGLAMENTACIÓN APLICABLE.

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-RAT 01 a 23, aprobado por RD 337/2014 de 9 de mayo.
- Reglamento que establece condiciones de protección de dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas, aprobado por RD1066/2001 de 28 de septiembre.
- UNE-CLC/TR 50453 IN, de Noviembre de 2008. Evaluación de los campos electromagnéticos alrededor de los transformadores de potencia.

4.- EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN.

El emplazamiento es calle Loarre, Cuarte de Huerva, Zaragoza.

5.- CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN.

La finalidad de las instalaciones es abastecer de suministro de energía eléctrica al Instituto de Educación Secundaria.

El centro de transformación se instalará en el interior del edificio, en local habilitado, diseñado para albergar un transformador de 400 kVA y relación de tensiones 15 kV/ 420 V.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	
POTENCIA MÁXIMA ADMISIBLE EN EL	400 kVA. (potencia máxima)
TENSIÓN DE SERVICIO.	15 kV
RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN.	15 kV/400 V

6.- CÁLCULO DEL CAMPO MAGNÉTICO EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN.

De acuerdo con la ITC-RAT 14, para la comprobación de que no se supera el valor establecido en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección de dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radio eléctricas, se han utilizado los cálculos realizados de acuerdo con la norma UNE-CLC/TR 50453 IN, de Noviembre de 2008, Evaluación de los campos electromagnéticos alrededor de los transformadores de potencia, actualmente en vigor.

El Real Decreto 1066/2001 establece un límite de 100 μ T (100 microTeslas) para la exposición máxima del público en general (Exterior del Centro de Transformación).

Para justificar la Limitación de los campos magnéticos en las proximidades de la instalación se calcula el valor máximo de la inducción magnética generada por la instalación según la norma UNE-CLC/TR 50453 IN, de Noviembre de 2008, y se comprueba que no se excede el límite marcado por el Real Decreto 1066/2001.

6.1.- OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN DE LA NORMA UNE- CLC/TR 50453 IN

Esta norma se aplica a los transformadores de potencia cubiertos por la serie de Normas

EN 60076 con las características siguientes:

- Potencia asignada aparente P: $5\text{kVA} \leq P \leq 1000\text{ MVA}$;
- Nivel de aislamiento, de acuerdo con la Norma EN 60076-3:
 - o Arrollamiento de alta tensión: Um desde 7,2 kV hasta 525 kV;
 - o Arrollamiento de baja tensión: Um hasta 525 kV;

Las emisiones continuas conducidas y radiadas son consideradas para transformadores de potencia funcionando en condiciones nominales de trabajo de tensiones y corrientes.

Las condiciones de fallo y los eventos transitorios poco frecuentes, tales como:

- Cortocircuitos;
- Transitorios de tipo rayo y de tipo maniobra;
- Sobrecargas (corrientes de conexión, etc.);
- Sobretensiones;
- Operaciones del cambiador de tomas;

No son considerados como condicionantes normales de trabajo.

Las condiciones de inmunidad se consideran para asegurar que el transformador de potencia funciona según lo previsto en su ambiente normal de trabajo. La capacidad de inmunidad del transformador de potencia se considera para condiciones de trabajo en régimen permanente y régimen transitorio.

2.- MÉTODO DE CÁLCULO DEL CAMPO MAGNÉTICO A FRECUENCIA INDUSTRIAL.

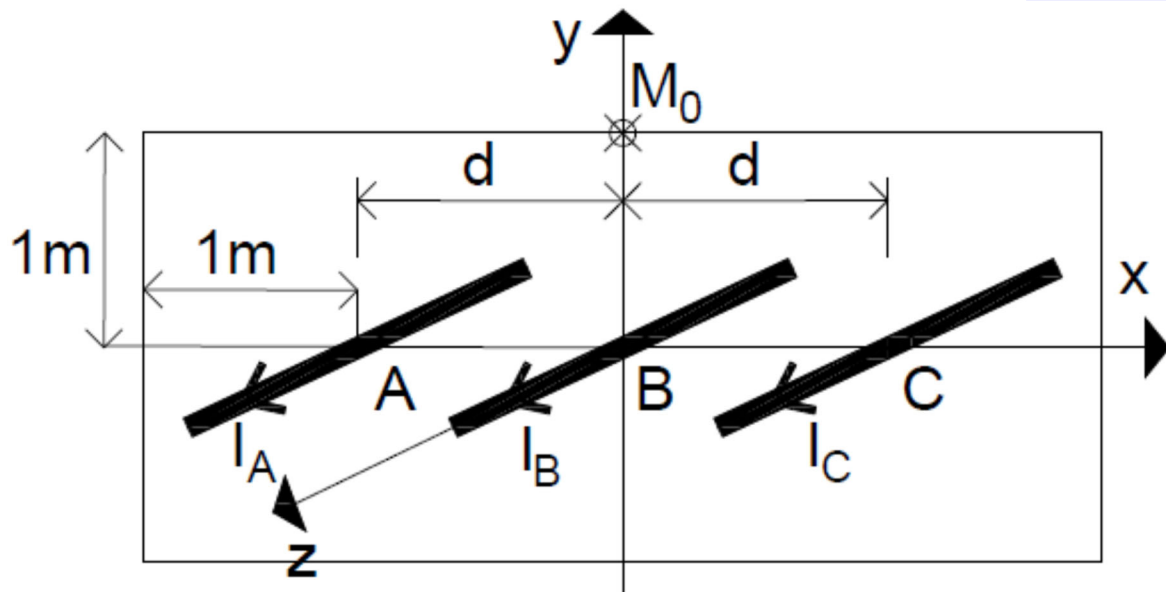
El valor más considerable del campo magnético a frecuencia industrial es el debido a la corriente que circula por los bornes de BT. El campo magnético del transformador, producido por las corrientes que recorren los arrollamientos puede despreciarse.

El campo magnético a frecuencia industrial producido por un transformador sin envolvente en sus caras laterales es del mismo orden de magnitud que el campo producido por las corrientes que circulan por los bornes de BT.

El efecto de este campo puede ser reducido instalando una envolvente o un apantallamiento adecuados.

Como guía, los campos magnéticos debidos a la disposición de embarrados simples pueden calcularse para obtener valores aproximados en el entorno del transformador, tal como se indica en el anexo A de la norma UNE-CLC/TR 50453 IN.

Si se consideran 3 barras (o pasatapas) paralelas al eje z y que cruzan el plano xy en los puntos A, B y C. Por esas barras circulan tres corrientes IA, IB e IC (corrientes simétricas trifásicas) que crean un campo magnético.



Si se consideran todos los puntos M situados sobre el rectángulo de la figura anterior y para una longitud infinita de las barras, el máximo valor de B_{tot} se obtiene en el punto M_0

(0,1,0), con la fórmula siguiente:

$$B_{tot-max} = 2 \times 10^{-7} \times I \times x \left(\frac{\sqrt{3}xd}{1+d^2} \right)$$

Con

B (T): valor eficaz de la inducción magnética calculado en el punto M_0 ;

A): valor eficaz de la corriente que circula en cada barra;

d (m): distancia entre barras;

Para nuestro caso según las características de la instalación:

$$I_s = 400 / (\sqrt{3} \cdot 0,400) = 577,35 \text{ A}$$

d = 0,15 m. Valor común empleado por la mayoría de fabricantes para la distancia entre pasatapas de baja tensión.

Sustituyendo valores se obtiene un valor de inducción magnética: 29,32 μ T.

El valor del campo magnético es inferior al límite máximo establecido en el RD 1066/2001.

El Real Decreto 1066/2001 establece un límite de exposición máximo para público en general.

(Exterior del centro de transformación) de 100µT (100 microTeslas) para campos electromagnéticos de frecuencia 50 Hz.

El máximo valor calculado es inferior al límite establecido por el RD 1006/2001, y según la norma UNE-CLC/TR 50453 IN, se encuentra a 1 metro del transformador (ver figura anterior), por lo que a medida que nos alejamos del transformador, en el exterior del mismo, el valor disminuirá, estando siempre dentro del límite establecido.

7.- CONCLUSIÓN.

De los cálculos realizados en el presente informe se deduce que el campo magnético en el exterior del Centro de Transformación es inferior al límite de 100 µT (100 microTeslas) establecido por el **Real Decreto 1066/2001**, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección de dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radio eléctricas, de forma que se cumple la limitación de campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión establecida en el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, concretamente en su instrucción técnica complementaria ITC-RAT 14, aprobado por RD 337/2014, de 9 de mayo.

Zaragoza, Diciembre 2019



El Ingeniero Industrial
Sergio Torné Darriba
Colegiado nº 1836



8. ANEXO. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD, HIGIENE Y SALUD EN EL TRABAJO, CON APLICACION INTEGRAL DE LA LEY DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

8.1. 1. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.

8.1.1. INTRODUCCIÓN.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales tiene por objeto la determinación del cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Como ley establece un marco legal a partir del cual las normas reglamentarias irán fijando y concretando los aspectos más técnicos de las medidas preventivas.

Estas normas complementarias quedan resumidas a continuación:

- ✓ Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- ✓ Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- ✓ Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- ✓ Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

8.1.2. DERECHOS Y OBLIGACIONES.

8.1.2.1. DERECHO A LA PROTECCIÓN FRENTE A LOS RIESGOS LABORALES.

Los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo.

A este efecto, el empresario realizará la prevención de los riesgos laborales mediante la adopción de cuantas medidas sean necesarias para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, con las especialidades que se recogen en los artículos siguientes en materia de evaluación de riesgos, información, consulta, participación y formación de los trabajadores, actuación en casos de emergencia y de riesgo grave e inminente y vigilancia de la salud.

8.1.2.2. PRINCIPIOS DE LA ACCION PREVENTIVA.

El empresario aplicará las medidas preventivas pertinentes, con arreglo a los siguientes principios generales:

- ✓ Evitar los riesgos.
- ✓ Evaluar los riesgos que no se pueden evitar.
- ✓ Combatir los riesgos en su origen.
- ✓ Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
- ✓ Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- ✓ Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.
- ✓ Adoptar las medidas necesarias a fin de garantizar que sólo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.
- ✓ Prever las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador.

8.1.2.3. EVALUACION DE LOS RIESGOS.

La acción preventiva en la empresa se planificará por el empresario a partir de una evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores, que se realizará, con carácter general, teniendo en cuenta la naturaleza de la actividad, y en relación con aquellos que estén expuestos a riesgos especiales. Igual evaluación deberá hacerse con ocasión de la elección de los equipos de trabajo, de las sustancias o preparados químicos y del acondicionamiento de los lugares de trabajo.

De alguna manera se podrían clasificar las causas de los riesgos en las categorías siguientes:

- ✓ Insuficiente calificación profesional del personal dirigente, jefes de equipo y obreros.
- ✓ Empleo de maquinaria y equipos en trabajos que no corresponden a la finalidad para la que fueron concebidos o a sus posibilidades.
- ✓ Negligencia en el manejo y conservación de las máquinas e instalaciones. Control deficiente en la explotación.
- ✓ Insuficiente instrucción del personal en materia de seguridad.

Referente a las máquinas herramientas, los riesgos que pueden surgir al manejarlas se pueden resumir en los siguientes puntos:

- ✓ Se puede producir un accidente o deterioro de una máquina si se pone en marcha sin conocer su modo de funcionamiento.
- ✓ La lubricación deficiente conduce a un desgaste prematuro por lo que los puntos de engrase manual deben ser engrasados regularmente.
- ✓ Puede haber ciertos riesgos si alguna palanca de la máquina no está en su posición correcta.
- ✓ El resultado de un trabajo puede ser poco exacto si las guías de las máquinas se desgastan, y por ello hay que protegerlas contra la introducción de virutas.

Puede haber riesgos mecánicos que se deriven fundamentalmente de los diversos movimientos que realicen las distintas partes de una máquina y que pueden provocar que el operario:

- ✓ Entre en contacto con alguna parte de la máquina o ser atrapado entre ella y cualquier estructura fija o material.
- ✓ Sea golpeado o arrastrado por cualquier parte en movimiento de la máquina.
- ✓ Ser golpeado por elementos de la máquina que resulten proyectados.
- ✓ Ser golpeado por otros materiales proyectados por la máquina.
- ✓ Puede haber riesgos no mecánicos tales como los derivados de la utilización de energía eléctrica, productos químicos, generación de ruido, vibraciones, radiaciones, etc.

Los movimientos peligrosos de las máquinas se clasifican en cuatro grupos:

- Movimientos de rotación. Son aquellos movimientos sobre un eje con independencia de la inclinación del mismo y aún cuando giren lentamente. Se clasifican en los siguientes grupos:

- ✓ Elementos considerados aisladamente tales como árboles de transmisión, vástagos, brocas, acoplamientos.
- ✓ Puntos de atrapamiento entre engranajes y ejes girando y otras fijas o dotadas de desplazamiento lateral a ellas.
- ✓ Movimientos alternativos y de traslación. El punto peligroso se sitúa en el lugar donde la pieza dotada de este tipo de movimiento se aproxima a otra pieza fija o móvil y la sobrepasa.
- ✓ Movimientos de traslación y rotación. Las conexiones de bielas y vástagos con ruedas y volantes son algunos de los mecanismos que generalmente están dotadas de este tipo de movimientos.
- ✓ Movimientos de oscilación. Las piezas dotadas de movimientos de oscilación pendular generan puntos de "tijera" entre ellas y otras piezas fijas.

Las actividades de prevención deberán ser modificadas cuando se aprecie por el empresario, como consecuencia de los controles periódicos previstos en el apartado anterior, su inadecuación a los fines de protección requeridos.

8.1.2.4. 1.2.4. EQUIPOS DE TRABAJO Y MEDIOS DE PROTECCION.

Cuando la utilización de un equipo de trabajo pueda presentar un riesgo específico para la seguridad y la salud de los trabajadores, el empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que:

- ✓ - La utilización del equipo de trabajo quede reservada a los encargados de dicha utilización.
- ✓ - Los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento o conservación sean realizados por los trabajadores específicamente capacitados para ello.

El empresario deberá proporcionar a sus trabajadores equipos de protección individual adecuados para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos.

8.1.2.5. INFORMACION, CONSULTA Y PARTICIPACION DE LOS TRABAJADORES.

El empresario adoptará las medidas adecuadas para que los trabajadores reciban todas las informaciones necesarias en relación con:

- ✓ Los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.
- ✓ Las medidas y actividades de protección y prevención aplicables a los riesgos.

Los trabajadores tendrán derecho a efectuar propuestas al empresario, así como a los órganos competentes en esta materia, dirigidas a la mejora de los niveles de la protección de la seguridad y la salud en los lugares de trabajo, en materia de señalización en dichos lugares, en cuanto a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en las obras de construcción y en cuanto a utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

8.1.2.6. FORMACION DE LOS TRABAJADORES.

El empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva.

8.1.2.7. MEDIDAS DE EMERGENCIA.

El empresario, teniendo en cuenta el tamaño y la actividad de la empresa, así como la posible presencia de personas ajenas a la misma, deberá analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de los trabajadores, designando para ello al personal encargado de poner en práctica estas medidas y comprobando periódicamente, en su caso, su correcto funcionamiento.

8.1.2.8. RIESGO GRAVE E INMINENTE.

Cuando los trabajadores estén expuestos a un riesgo grave e inminente con ocasión de su trabajo, el empresario estará obligado a:

- ✓ Informar lo antes posible a todos los trabajadores afectados acerca de la existencia de dicho riesgo y de las medidas adoptadas en materia de protección.
- ✓ Dar las instrucciones necesarias para que, en caso de peligro grave, inminente e inevitable, los trabajadores puedan interrumpir su actividad y además estar en condiciones, habida cuenta de sus conocimientos y de los medios técnicos puestos a su disposición, de adoptar las medidas necesarias para evitar las consecuencias de dicho peligro.

8.1.2.9. VIGILANCIA DE LA SALUD.

El empresario garantizará a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo, optando por la realización de aquellos reconocimientos o pruebas que causen las menores molestias al trabajador y que sean proporcionales al riesgo.

8.1.2.10.DOCUMENTACION.

El empresario deberá elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral la siguiente documentación:

- ✓ Evaluación de los riesgos para la seguridad y salud en el trabajo, y planificación de la acción preventiva.
- ✓ Medidas de protección y prevención a adoptar.
- ✓ Resultado de los controles periódicos de las condiciones de trabajo.
- ✓ Práctica de los controles del estado de salud de los trabajadores.
- ✓ Relación de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que hayan causado al trabajador una incapacidad laboral superior a un día de trabajo.

8.1.2.11.COORDINACION DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES.

Cuando en un mismo centro de trabajo desarrollen actividades trabajadores de dos o más empresas, éstas deberán cooperar en la aplicación de la normativa sobre prevención de riesgos laborales.

8.1.2.12.PROTECCION DE TRABAJADORES ESPECIALMENTE SENSIBLES A DETERMINADOS RIESGOS.

El empresario garantizará, evaluando los riesgos y adoptando las medidas preventivas necesarias, la protección de los trabajadores que, por sus propias características personales o estado biológico conocido, incluidos aquellos que tengan reconocida la situación de discapacidad física, psíquica o sensorial, sean específicamente sensibles a los riesgos derivados del trabajo.

8.1.2.13.PROTECCION DE LA MATERNIDAD.

La evaluación de los riesgos deberá comprender la determinación de la naturaleza, el grado y la duración de la exposición de las trabajadoras en situación de embarazo o parto reciente, a agentes, procedimientos o condiciones de trabajo que puedan influir negativamente en la salud de las trabajadoras o del feto, adoptando, en su caso, las medidas necesarias para evitar la exposición a dicho riesgo.

8.1.2.14.PROTECCION DE LOS MENORES.

Antes de la incorporación al trabajo de jóvenes menores de dieciocho años, y previamente a cualquier modificación importante de sus condiciones de trabajo, el empresario deberá efectuar una evaluación de los puestos de trabajo a desempeñar por los mismos, a fin de determinar la naturaleza, el grado y la duración de su exposición, teniendo especialmente en cuenta los riesgos derivados de su falta de experiencia, de su inmadurez para evaluar los riesgos existentes o potenciales y de su desarrollo todavía incompleto.

8.1.2.15.RELACIONES DE TRABAJO TEMPORALES, DE DURACION DETERMINADA Y EN EMPRESAS DE TRABAJO TEMPORAL.

Los trabajadores con relaciones de trabajo temporales o de duración determinada, así como los contratados por empresas de trabajo temporal, deberán disfrutar del mismo nivel de protección en materia de seguridad y salud que los restantes trabajadores de la empresa en la que prestan sus servicios.

8.1.2.16.OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES EN MATERIA DE PREVENCION DE RIESGOS.

Corresponde a cada trabajador velar, según sus posibilidades y mediante el cumplimiento de las medidas de prevención que en cada caso sean adoptadas, por su propia seguridad y salud en el trabajo y por la de aquellas otras personas a las que pueda afectar su actividad profesional, a causa de sus actos y omisiones en el trabajo, de conformidad con su formación y las instrucciones del empresario.

Los trabajadores, con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones del empresario, deberán en particular:

- ✓ Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad.
- ✓ Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario.
- ✓ No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes.

- ✓ Informar de inmediato un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- ✓ Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente.

8.1.3. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.

8.1.3.1. PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES.

En cumplimiento del deber de prevención de riesgos profesionales, el empresario designará uno o varios trabajadores para ocuparse de dicha actividad, constituirá un servicio de prevención o concertará dicho servicio con una entidad especializada ajena a la empresa.

Los trabajadores designados deberán tener la capacidad necesaria, disponer del tiempo y de los medios precisos y ser suficientes en número, teniendo en cuenta el tamaño de la empresa, así como los riesgos a que están expuestos los trabajadores.

En las empresas de menos de seis trabajadores, el empresario podrá asumir personalmente las funciones señaladas anteriormente, siempre que desarrolle de forma habitual su actividad en el centro de trabajo y tenga capacidad necesaria.

El empresario que no hubiere concertado el Servicio de Prevención con una entidad especializada ajena a la empresa deberá someter su sistema de prevención al control de una auditoría o evaluación externa.

8.1.3.2. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.

Si la designación de uno o varios trabajadores fuera insuficiente para la realización de las actividades de prevención, en función del tamaño de la empresa, de los riesgos a que están expuestos los trabajadores o de la peligrosidad de las actividades desarrolladas, el empresario deberá recurrir a uno o varios servicios de prevención propios o ajenos a la empresa, que colaborarán cuando sea necesario.

Se entenderá como servicio de prevención el conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas a fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, asesorando y asistiendo para ello al empresario, a los trabajadores y a sus representantes y a los órganos de representación especializados.

8.1.4. CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.

8.1.4.1. CONSULTA DE LOS TRABAJADORES.

El empresario deberá consultar a los trabajadores, con la debida antelación, la adopción de las decisiones relativas a:

- ✓ La planificación y la organización del trabajo en la empresa y la introducción de nuevas tecnologías, en todo lo relacionado con las consecuencias que éstas pudieran tener para la seguridad y la salud de los trabajadores.

- ✓ La organización y desarrollo de las actividades de protección de la salud y prevención de los riesgos profesionales en la empresa, incluida la designación de los trabajadores encargados de dichas actividades o el recurso a un servicio de prevención externo.
- ✓ La designación de los trabajadores encargados de las medidas de emergencia.
- ✓ El proyecto y la organización de la formación en materia preventiva.

8.1.4.2. DERECHOS DE PARTICIPACION Y REPRESENTACION.

Los trabajadores tienen derecho a participar en la empresa en las cuestiones relacionadas con la prevención de riesgos en el trabajo.

En las empresas o centros de trabajo que cuenten con seis o más trabajadores, la participación de éstos se canalizará a través de sus representantes y de la representación especializada.

8.1.4.3. DELEGADOS DE PREVENCIÓN.

Los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo. Serán designados por y entre los representantes del personal, con arreglo a la siguiente escala:

- ✓ De 50 a 100 trabajadores: 2 Delegados de Prevención.
- ✓ De 101 a 500 trabajadores: 3 Delegados de Prevención.
- ✓ De 501 a 1000 trabajadores: 4 Delegados de Prevención.
- ✓ De 1001 a 2000 trabajadores: 5 Delegados de Prevención.
- ✓ De 2001 a 3000 trabajadores: 6 Delegados de Prevención.
- ✓ De 3001 a 4000 trabajadores: 7 Delegados de Prevención.
- ✓ De 4001 en adelante: 8 Delegados de Prevención.

En las empresas de hasta treinta trabajadores el Delegado de Prevención será el Delegado de Personal.

En las empresas de treinta y uno a cuarenta y nueve trabajadores habrá un Delegado de Prevención que será elegido por y entre los Delegados de Personal.

8.2. DISPOSICIONES MINIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACION DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.

8.2.1. INTRODUCCION.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un

adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a garantizar que en los lugares de trabajo exista una adecuada señalización de seguridad y salud, siempre que los riesgos no puedan evitarse o limitarse suficientemente a través de medios técnicos de protección colectiva.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 485/1997 de 14 de Abril de 1.997 establece las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y de salud en el trabajo, entendiendo como tales aquellas señalizaciones que referidas a un objeto, actividad o situación determinada, proporcionen una indicación o una obligación relativa a la seguridad o la salud en el trabajo mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminosa o acústica, una comunicación verbal o una señal gestual.

8.2.2. 2.2. OBLIGACION GENERAL DEL EMPRESARIO.

La elección del tipo de señal y del número y emplazamiento de las señales o dispositivos de señalización a utilizar en cada caso se realizará de forma que la señalización resulte lo más eficaz posible, teniendo en cuenta:

- ✓ Las características de la señal.
- ✓ Los riesgos, elementos o circunstancias que hayan de señalizarse.
- ✓ La extensión de la zona a cubrir.
- ✓ El número de trabajadores afectados.

Para la señalización de desniveles, obstáculos u otros elementos que originen riesgo de caída de personas, choques o golpes, así como para la señalización de riesgo eléctrico, presencia de materias inflamables, tóxicas, corrosivas o riesgo biológico, podrá optarse por una señal de advertencia de forma triangular, con un pictograma característico de color negro sobre fondo amarillo y bordes negros.

Las vías de circulación de vehículos deberán estar delimitadas con claridad mediante franjas continuas de color blanco o amarillo.

Los equipos de protección contra incendios deberán ser de color rojo.

La señalización para la localización e identificación de las vías de evacuación y de los equipos de salvamento o socorro (botiquín portátil) se realizará mediante una señal de forma cuadrada o rectangular, con un pictograma característico de color blanco sobre fondo verde.

La señalización dirigida a alertar a los trabajadores o a terceros de la aparición de una situación de peligro y de la consiguiente y urgente necesidad de actuar de una forma determinada o de evacuar la

zona de peligro, se realizará mediante una señal luminosa, una señal acústica o una comunicación verbal.

Los medios y dispositivos de señalización deberán ser limpiados, mantenidos y verificados regularmente.

8.3. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.

8.3.1. INTRODUCCION.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a garantizar que de la presencia o utilización de los equipos de trabajo puestos a disposición de los trabajadores en la empresa o centro de trabajo no se deriven riesgos para la seguridad o salud de los mismos.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 1215/1997 de 18 de Julio de 1.997 establece las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, entendiendo como tales cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el trabajo.

8.3.2. OBLIGACION GENERAL DEL EMPRESARIO.

El empresario adoptará las medidas necesarias para que los equipos de trabajo que se pongan a disposición de los trabajadores sean adecuados al trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizar dichos equipos.

Deberá utilizar únicamente equipos que satisfagan cualquier disposición legal o reglamentaria que les sea de aplicación.

Para la elección de los equipos de trabajo el empresario deberá tener en cuenta los siguientes factores:

- ✓ Las condiciones y características específicas del trabajo a desarrollar.
- ✓ Los riesgos existentes para la seguridad y salud de los trabajadores en el lugar de trabajo.
- ✓ En su caso, las adaptaciones necesarias para su utilización por trabajadores discapacitados.

- ✓ Adoptará las medidas necesarias para que, mediante un mantenimiento adecuado, los equipos de trabajo se conserven durante todo el tiempo de utilización en unas condiciones adecuadas. Todas las operaciones de mantenimiento, ajuste, desbloqueo, revisión o reparación de los equipos de trabajo se realizará tras haber parado o desconectado el equipo. Estas operaciones deberán ser encomendadas al personal especialmente capacitado para ello.
- ✓ El empresario deberá garantizar que los trabajadores reciban una formación e información adecuadas a los riesgos derivados de los equipos de trabajo. La información, suministrada preferentemente por escrito, deberá contener, como mínimo, las indicaciones relativas a:
- ✓ Las condiciones y forma correcta de utilización de los equipos de trabajo, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, así como las situaciones o formas de utilización anormales y peligrosas que puedan preverse.
- ✓ Las conclusiones que, en su caso, se puedan obtener de la experiencia adquirida en la utilización de los equipos de trabajo.

8.3.2.1. DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO.

Los órganos de accionamiento de un equipo de trabajo que tengan alguna incidencia en la seguridad deberán ser claramente visibles e identificables y no deberán acarrear riesgos como consecuencia de una manipulación involuntaria.

Cada equipo de trabajo deberá estar provisto de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo de caída de objetos o de proyecciones deberá estar provisto de dispositivos de protección adecuados a dichos riesgos.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo por emanación de gases, vapores o líquidos o por emisión de polvo deberá estar provisto de dispositivos adecuados de captación o extracción cerca de la fuente emisora correspondiente.

Si fuera necesario para la seguridad o la salud de los trabajadores, los equipos de trabajo y sus elementos deberán estabilizarse por fijación o por otros medios.

Cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgo de accidente por contacto mecánico, deberán ir equipados con resguardos o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas.

Las zonas y puntos de trabajo o mantenimiento de un equipo de trabajo deberán estar adecuadamente iluminadas en función de las tareas que deban realizarse.

Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas cuando corresponda contra los riesgos de contacto o la proximidad de los trabajadores.

Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgo de contacto directo o indirecto de la electricidad y los que entrañen riesgo por ruido, vibraciones o radiaciones deberá disponer de las protecciones o dispositivos adecuados para limitar, en la medida de lo posible, la generación y propagación de estos agentes físicos.

Las herramientas manuales deberán estar construidas con materiales resistentes y la unión entre sus elementos deberá ser firme, de manera que se eviten las roturas o proyecciones de los mismos.

La utilización de todos estos equipos no podrá realizarse en contradicción con las instrucciones facilitadas por el fabricante, comprobándose antes del iniciar la tarea que todas sus protecciones y condiciones de uso son las adecuadas.

Deberán tomarse las medidas necesarias para evitar el atrapamiento del cabello, ropas de trabajo u otros objetos del trabajador, evitando, en cualquier caso, someter a los equipos a sobrecargas, sobrepresiones, velocidades o tensiones excesivas.

8.3.2.2. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO MOVILES.

Los equipos con trabajadores transportados deberán evitar el contacto de éstos con ruedas y orugas y el aprisionamiento por las mismas. Para ello dispondrán de una estructura de protección que impida que el equipo de trabajo incline más de un cuarto de vuelta o una estructura que garantice un espacio suficiente alrededor de los trabajadores transportados cuando el equipo pueda inclinarse más de un cuarto de vuelta. No se requerirán estas estructuras de protección cuando el equipo de trabajo se encuentre estabilizado durante su empleo.

Las carretillas elevadoras deberán estar acondicionadas mediante la instalación de una cabina para el conductor, una estructura que impida que la carretilla vuelque, una estructura que garantice que, en caso de vuelco, quede espacio suficiente para el trabajador entre el suelo y determinadas partes de dicha carretilla y una estructura que mantenga al trabajador sobre el asiento de conducción en buenas condiciones.

Los equipos de trabajo automotores deberán contar con dispositivos de frenado y parada, con dispositivos para garantizar una visibilidad adecuada y con una señalización acústica de advertencia. En cualquier caso, su conducción estará reservada a los trabajadores que hayan recibido una información específica.

8.3.2.3. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA ELEVACION DE CARGAS.

Deberán estar instalados firmemente, teniendo presente la carga que deban levantar y las tensiones inducidas en los puntos de suspensión o de fijación. En cualquier caso, los aparatos de izar estarán equipados con limitador del recorrido del carro y de los ganchos, los motores eléctricos estarán provistos de limitadores de altura y del peso, los ganchos de sujeción serán de acero con "pestillos de seguridad" y los carriles para desplazamiento estarán limitados a una distancia de 1 m de su término mediante topes de seguridad de final de carrera eléctricos.

- ✓ Deberá figurar claramente la carga nominal.
- ✓ Deberán instalarse de modo que se reduzca el riesgo de que la carga caiga en picado, se suelte o se desvíe involuntariamente de forma peligrosa. En cualquier caso, se evitará la presencia de trabajadores bajo las cargas suspendidas. Caso de ir equipadas con cabinas para trabajadores deberá evitarse la caída de éstas, su aplastamiento o choque.
- ✓ Los trabajos de izado, transporte y descenso de cargas suspendidas, quedarán interrumpidos bajo régimen de vientos superiores a los 60 km/h.

8.3.2.4. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS Y MAQUINARIA PESADA EN GENERAL.

Las máquinas para los movimientos de tierras estarán dotadas de faros de marcha hacia adelante y de retroceso, servofrenos, freno de mano, bocina automática de retroceso, retrovisores en ambos lados, pórtico de seguridad antivuelco y anti-impactos y un extintor.

Se prohíbe trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria de movimiento de tierras, para evitar los riesgos por atropello.

Durante el tiempo de parada de las máquinas se señalizará su entorno con "señales de peligro", para evitar los riesgos por fallo de frenos o por atropello durante la puesta en marcha.

Si se produjese contacto con líneas eléctricas el maquinista permanecerá inmóvil en su puesto y solicitará auxilio por medio de las bocinas. De ser posible el salto sin riesgo de contacto eléctrico, el maquinista saltará fuera de la máquina sin tocar, al unísono, la máquina y el terreno.

Antes del abandono de la cabina, el maquinista habrá dejado en reposo, en contacto con el pavimento (la cuchilla, cazo, etc.), puesto el freno de mano y parado el motor extrayendo la llave de contacto para evitar los riesgos por fallos del sistema hidráulico.

Las pasarelas y peldaños de acceso para conducción o mantenimiento permanecerán limpios de gravas, barro y aceite, para evitar los riesgos de caída.

Se prohíbe el transporte de personas sobre las máquinas para el movimiento de tierras, para evitar los riesgos de caídas o de atropellos.

Se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido, ante la coronación de los cortes (taludes o terraplenes) a los que debe aproximarse la maquinaria empleada en el movimiento de tierras, para evitar los riesgos por caída de la máquina.

Se señalizarán los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y señales normalizadas de tráfico.

Se prohíbe el acopio de tierras a menos de 2 m. del borde de la excavación (como norma general).

No se debe fumar cuando se abastezca de combustible la máquina, pues podría inflamarse. Al realizar dicha tarea el motor deberá permanecer parado.

Se prohíbe realizar trabajos en un radio de 10 m entorno a las máquinas de hincas, en prevención de golpes y atropellos.

Las cintas transportadoras estarán dotadas de pasillo lateral de visita de 60 cm de anchura y barandillas de protección de éste de 90 cm de altura. Estarán dotadas de encauzadores antidesprendimientos de objetos por rebose de materiales. Bajo las cintas, en todo su recorrido, se instalarán bandejas de recogida de objetos desprendidos.

Los compresores serán de los llamados "silenciosos" en la intención de disminuir el nivel de ruido. La zona dedicada para la ubicación del compresor quedará acordonada en un radio de 4 m. Las mangueras estarán en perfectas condiciones de uso, es decir, sin grietas ni desgastes que puedan producir un reventón.

Cada tajo con martillos neumáticos, estará trabajado por dos cuadrillas que se turnarán cada hora, en prevención de lesiones por permanencia continuada recibiendo vibraciones. Los pisones mecánicos se guiarán avanzando frontalmente, evitando los desplazamientos laterales. Para realizar estas tareas se utilizará faja elástica de protección de cintura, muñequeras bien ajustadas, botas de seguridad, cascos antirruído y una mascarilla con filtro mecánico recambiable.

8.3.2.5. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LA MAQUINARIA HERRAMIENTA.

Las máquinas-herramienta estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento y sus motores eléctricos estarán protegidos por la carcasa.

Las que tengan capacidad de corte tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.

Las que se utilicen en ambientes inflamables o explosivos estarán protegidas mediante carcasas antideflagrantes. Se prohíbe la utilización de máquinas accionadas mediante combustibles líquidos en lugares cerrados o de ventilación insuficiente.

Se prohíbe trabajar sobre lugares encharcados, para evitar los riesgos de caídas y los eléctricos.

Para todas las tareas se dispondrá una iluminación adecuada, en torno a 100 lux.

En prevención de los riesgos por inhalación de polvo, se utilizarán en vía húmeda las herramientas que lo produzcan.

Las mesas de sierra circular, cortadoras de material cerámico y sierras de disco manual no se ubicarán a distancias inferiores a tres metros del borde de los forjados, con la excepción de los que estén claramente protegidos (redes o barandillas, petos de remate, etc). Bajo ningún concepto se retirará la protección del disco de corte, utilizándose en todo momento gafas de seguridad antiproyección de partículas. Como normal general, se deberán extraer los clavos o partes metálicas hincadas en el elemento a cortar.

Con las pistolas fija-clavos no se realizarán disparos inclinados, se deberá verificar que no hay nadie al otro lado del objeto sobre el que se dispara, se evitará clavar sobre fábricas de ladrillo hueco y se asegurará el equilibrio de la persona antes de efectuar el disparo.

Para la utilización de los taladros portátiles y rozadoras eléctricas se elegirán siempre las brocas y discos adecuados al material a taladrar, se evitará realizar taladros en una sola maniobra y taladros o rozaduras inclinadas a pulso y se tratará no recalentar las brocas y discos.

Las pulidoras y abrillantadoras de suelos, lijadoras de madera y alisadoras mecánicas tendrán el manillar de manejo y control revestido de material aislante y estarán dotadas de aro de protección antiatrapamientos o abrasiones.

En las tareas de soldadura por arco eléctrico se utilizará yelmo del soldar o pantalla de mano, no se mirará directamente al arco voltaico, no se tocarán las piezas recientemente soldadas, se soldará en un lugar ventilado, se verificará la inexistencia de personas en el entorno vertical de puesto de trabajo, no se dejará directamente la pinza en el suelo o sobre la perfilería, se escogerá el electrodo adecuada para el cordón a ejecutar y se suspenderán los trabajos de soldadura con vientos superiores a 60 km/h y a la intemperie con régimen de lluvias.

En la soldadura oxiacetilénica (oxicorte) no se mezclarán botellas de gases distintos, éstas se transportarán sobre bateas enjauladas en posición vertical y atadas, no se ubicarán al sol ni en posición inclinada y los mecheros estarán dotados de válvulas antirretroceso de la llama. Si se desprenden pinturas se trabajará con mascarilla protectora y se hará al aire libre o en un local ventilado.

8.4. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION.

8.4.1. 4.1. INTRODUCCION.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran necesariamente las destinadas a garantizar la seguridad y la salud en las obras de construcción.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre de 1.997 establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, entendiendo como tales cualquier obra, pública o privada, en la que se efectúen trabajos de construcción o ingeniería civil.

La obra en proyecto referente a la Ejecución de una Edificación de uso Industrial o Comercial se encuentra incluida en el Anexo I de dicha legislación, con la clasificación a) Excavación, b) Movimiento de tierras, c) Construcción, d) Montaje y desmontaje de elementos prefabricados, e) Acondicionamiento o instalación, l) Trabajos de pintura y de limpieza y m) Saneamiento.

Al tratarse de una obra con las siguientes condiciones:

- ✓ El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto es inferior a 75 millones de pesetas.
- ✓ La duración estimada es inferior a 30 días laborables, no utilizándose en ningún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- ✓ El volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, es inferior a 500.

Por todo lo indicado, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud. Caso de superarse alguna de las condiciones citadas anteriormente deberá realizarse un estudio completo de seguridad y salud.

8.4.2. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

8.4.2.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION.

Los Oficios más comunes en las obras de construcción son los siguientes:

- ✓ Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.
- ✓ Relleno de tierras.
- ✓ Encofrados.
- ✓ Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.
- ✓ Trabajos de manipulación del hormigón.
- ✓ Montaje de prefabricados.
- ✓ Albañilería.
- ✓ Cubiertas.
- ✓ Enfoscados y enlucidos.
- ✓ Carpintería de madera, metálica y cerrajería.
- ✓ Pintura y barnizados.
- ✓ Instalación eléctrica definitiva y provisional de obra.

Los riesgos más frecuentes durante estos oficios son los descritos a continuación:

- ✓ Deslizamientos, desprendimientos de tierras por diferentes motivos (no emplear el talud adecuado, por variación de la humedad del terreno, etc).
- ✓ Riesgos derivados del manejo de máquinas-herramienta y maquinaria pesada en general.
- ✓ Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- ✓ Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles.
- ✓ Los derivados de los trabajos pulverulentos.
- ✓ Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc).
- ✓ Caída de los encofrados al vacío, caída de personal al caminar o trabajar sobre los fondillos de las vigas, pisadas sobre objetos punzantes, etc.
- ✓ Desprendimientos por mal apilado de la madera, planchas metálicas, etc.
- ✓ Cortes y heridas en manos y pies, aplastamientos, tropiezos y torceduras al caminar sobre las armaduras.
- ✓ Hundimientos, rotura o reventón de encofrados, fallos de entibaciones.
- ✓ Contactos con la energía eléctrica (directos e indirectos), electrocuciones, quemaduras, etc.
- ✓ Los derivados de la rotura fortuita de las planchas de vidrio.
- ✓ Cuerpos extraños en los ojos, etc.

- ✓ Agresión por ruido y vibraciones en todo el cuerpo.
- ✓ Microclima laboral (frío-calor), agresión por radiación ultravioleta, infrarroja.
- ✓ Agresión mecánica por proyección de partículas.
- ✓ Golpes.
- ✓ Cortes por objetos y/o herramientas.
- ✓ Incendio y explosiones.
- ✓ Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- ✓ Carga de trabajo física.
- ✓ Deficiente iluminación.
- ✓ Efecto psico-fisiológico de horarios y turno.

8.4.2.2. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL.

Se establecerán a lo largo de la obra letreros divulgativos y señalización de los riesgos (vuelo, atropello, colisión, caída en altura, corriente eléctrica, peligro de incendio, materiales inflamables, prohibido fumar, etc), así como las medidas preventivas previstas (uso obligatorio del casco, uso obligatorio de las botas de seguridad, uso obligatorio de guantes, uso obligatorio de cinturón de seguridad, etc).

Se habilitarán zonas o estancias para el acopio de material y útiles (ferralla, perfilera metálica, piezas prefabricadas, carpintería metálica y de madera, vidrio, pinturas, barnices y disolventes, material eléctrico, aparatos sanitarios, tuberías, aparatos de calefacción y climatización, etc).

Se procurará que los trabajos se realicen en superficies secas y limpias, utilizando los elementos de protección personal, fundamentalmente calzado antideslizante reforzado para protección de golpes en los pies, casco de protección para la cabeza y cinturón de seguridad.

El transporte aéreo de materiales y útiles se hará suspendiéndolos desde dos puntos mediante eslingas, y se guiarán por tres operarios, dos de ellos guiarán la carga y el tercero ordenará las maniobras.

El transporte de elementos pesados (sacos de aglomerante, ladrillos, arenas, etc) se hará sobre carretilla de mano y así evitar sobreesfuerzos.

Los andamios sobre borriquetas, para trabajos en altura, tendrán siempre plataformas de trabajo de anchura no inferior a 60 cm (3 tabloncillos trabados entre sí), prohibiéndose la formación de andamios mediante bidones, cajas de materiales, bañeras, etc.

Se tenderán cables de seguridad amarrados a elementos estructurales sólidos en los que enganchar el mosquetón del cinturón de seguridad de los operarios encargados de realizar trabajos en altura.

La distribución de máquinas, equipos y materiales en los locales de trabajo será la adecuada, delimitando las zonas de operación y paso, los espacios destinados a puestos de trabajo, las separaciones entre máquinas y equipos, etc.

El área de trabajo estará al alcance normal de la mano, sin necesidad de ejecutar movimientos forzados.

Se vigilarán los esfuerzos de torsión o de flexión del tronco, sobre todo si el cuerpo están en posición inestable.

Se evitarán las distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte, así como un ritmo demasiado alto de trabajo.

Se tratará que la carga y su volumen permitan asirla con facilidad.

Se recomienda evitar los barrizales, en prevención de accidentes.

Se debe seleccionar la herramienta correcta para el trabajo a realizar, manteniéndola en buen estado y uso correcto de ésta. Después de realizar las tareas, se guardarán en lugar seguro.

La iluminación para desarrollar los oficios convenientemente oscilará en torno a los 100 lux.

Es conveniente que los vestidos estén configurados en varias capas al comprender entre ellas cantidades de aire que mejoran el aislamiento al frío. Empleo de guantes, botas y orejeras. Se resguardará al trabajador de vientos mediante apantallamientos y se evitará que la ropa de trabajo se empape de líquidos evaporables.

Si el trabajador sufriese estrés térmico se deben modificar las condiciones de trabajo, con el fin de disminuir su esfuerzo físico, mejorar la circulación de aire, apantallar el calor por radiación, dotar al trabajador de vestimenta adecuada (sombrero, gafas de sol, cremas y lociones solares), vigilar que la ingesta de agua tenga cantidades moderadas de sal y establecer descansos de recuperación si las soluciones anteriores no son suficientes.

El aporte alimentario calórico debe ser suficiente para compensar el gasto derivado de la actividad y de las contracciones musculares.

Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada a las condiciones de humedad y resistencia de tierra de la instalación provisional).

Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad.

El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de emergencia dependerán del uso, de los equipos y de las dimensiones de la obra y de los locales, así como el número máximo de personas que puedan estar presentes en ellos.

En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello.

8.4.2.3. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER PARTICULAR PARA CADA OFICIO

Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.

- ✓ Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.
- ✓ Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación, para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno, señalizándose además mediante una línea esta distancia de seguridad.
- ✓ Se eliminarán todos los bolos o viseras de los frentes de la excavación que por su situación ofrezcan el riesgo de desprendimiento.
- ✓ La maquinaria estará dotada de peldaños y asidero para subir o bajar de la cabina de control. No se utilizará como apoyo para subir a la cabina las llantas, cubiertas, cadenas y guardabarros.
- ✓ Los desplazamientos por el interior de la obra se realizarán por caminos señalizados.
- ✓ Se utilizarán redes tensas o mallazo electrosoldado situadas sobre los taludes, con un solape mínimo de 2 m.
- ✓ La circulación de los vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de la excavación no superior a los 3 m. para vehículos ligeros y de 4 m para pesados.

Se conservarán los caminos de circulación interna cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante zahorras.

- ✓ El acceso y salida de los pozos y zanjas se efectuará mediante una escalera sólida, anclada en la parte superior del pozo, que estará provista de zapatas antideslizantes.
- ✓ Cuando la profundidad del pozo sea igual o superior a 1,5 m., se entibará (o encamisará) el perímetro en prevención de derrumbamientos.

- ✓ Se efectuará el achique inmediato de las aguas que afloran (o caen) en el interior de las zanjas, para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.

En presencia de líneas eléctricas en servicio se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

- ✓ Se procederá a solicitar de la compañía propietaria de la línea eléctrica el corte de fluido y puesta a tierra de los cables, antes de realizar los trabajos.
- ✓ La línea eléctrica que afecta a la obra será desviada de su actual trazado al límite marcado en los planos.
- ✓ La distancia de seguridad con respecto a las líneas eléctricas que cruzan la obra, queda fijada en 5 m., en zonas accesibles durante la construcción.
- ✓ Se prohíbe la utilización de cualquier calzado que no sea aislante de la electricidad en proximidad con la línea eléctrica.

Relleno de tierras.

- ✓ Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en el interior.
- ✓ Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar las polvaredas. Especialmente si se debe conducir por vías públicas, calles y carreteras.
- ✓ Se instalará, en el borde de los terraplenes de vertido, sólidos topes de limitación de recorrido para el vertido en retroceso.
- ✓ Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5 m. en torno a las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento.
- ✓ Los vehículos de compactación y apisonado, irán provistos de cabina de seguridad de protección en caso de vuelco.

Encofrados.

- ✓ Se prohíbe la permanencia de operarios en las zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado de tablonés, sopandas, puntales y ferralla; igualmente se procederá durante la elevación de viguetas, nervios, armaduras, pilares, bovedillas, etc.
- ✓ El ascenso y descenso del personal a los encofrados, se efectuará a través de escaleras de mano reglamentarias.

Se instalarán barandillas reglamentarias en los frentes de losas horizontales, para impedir la caída al vacío de las personas.

- ✓ Los clavos o puntas existentes en la madera usada, se extraerán o remacharán, según casos.

- ✓ Queda prohibido encofrar sin antes haber cubierto el riesgo de caída desde altura mediante la ubicación de redes de protección.

Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.

- ✓ Los paquetes de redondos se almacenarán en posición horizontal sobre durmientes de madera capa a capa, evitándose alturas de las pilas superiores al 1'50 m.

Se efectuará un barrido diario de puntas, alambres y recortes de ferralla en torno al banco (o bancos, borriquetas, etc.) de trabajo.

Queda prohibido el transporte aéreo de armaduras de pilares en posición vertical.

- ✓ Se prohíbe trepar por las armaduras en cualquier caso.
- ✓ Se prohíbe el montaje de zunchos perimetrales, sin antes estar correctamente instaladas las redes de protección.
- ✓ Se evitará, en lo posible, caminar por los fondillos de los encofrados de jácenas o vigas.

Trabajos de manipulación del hormigón.

- ✓ Se instalarán fuertes topes final de recorrido de los camiones hormigonera, en evitación de vuelcos.
- ✓ Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigoneras a menos de 2 m. del borde de la excavación.
- ✓ Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.
- ✓ Se procurará no golpear con el cubo los encofrados, ni las entibaciones.
- ✓ La tubería de la bomba de hormigonado, se apoyará sobre caballetes, arriostrándose las partes susceptibles de movimiento.
- ✓ Para vibrar el hormigón desde posiciones sobre la cimentación que se hormigona, se establecerán plataformas de trabajo móviles formadas por un mínimo de tres tablonés, que se dispondrán perpendicularmente al eje de la zanja o zapata.
- ✓ El hormigonado y vibrado del hormigón de pilares, se realizará desde "castilletes de hormigonado"
- ✓ En el momento en el que el forjado lo permita, se izará en torno a los huecos el peto definitivo de fábrica, en prevención de caídas al vacío.
- ✓ Se prohíbe transitar pisando directamente sobre las bovedillas (cerámicas o de hormigón), en prevención de caídas a distinto nivel.

Montaje de prefabricados.

- ✓ El riesgo de caída desde altura, se evitará realizando los trabajos de recepción e instalación del prefabricado desde el interior de una plataforma de trabajo rodeada de barandillas de 90 cm., de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm., sobre andamios (metálicos, tubulares de borriquetas).
- ✓ Se prohíbe trabajar o permanecer en lugares de tránsito de piezas suspendidas en prevención del riesgo de desplome.
- ✓ Los prefabricados se acopiarán en posición horizontal sobre durmientes dispuestos por capas de tal forma que no dañen los elementos de enganche para su izado.
- ✓ Se paralizará la labor de instalación de los prefabricados bajo régimen de vientos superiores a 60 Km/h.

Albañilería.

- ✓ Los grandes huecos (patios) se cubrirán con una red horizontal instalada alternativamente cada dos plantas, para la prevención de caídas.
- ✓ Se prohíbe concentrar las cargas de ladrillos sobre vanos. El acopio de palets, se realizará próximo a cada pilar, para evitar las sobrecargas de la estructura en los lugares de menor resistencia.
- ✓ Los escombros y cascotes se evacuarán diariamente mediante trompas de vertido montadas al efecto, para evitar el riesgo de pisadas sobre materiales.
- ✓ Las rampas de las escaleras estarán protegidas en su entorno por una barandilla sólida de 90 cm. de altura, formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm.

Cubiertas.

- ✓ El riesgo de caída al vacío, se controlará instalando redes de horca alrededor del edificio. No se permiten caídas sobre red superiores a los 6 m. de altura.
- ✓ Se paralizarán los trabajos sobre las cubiertas bajo régimen de vientos superiores a 60 km/h., lluvia, helada y nieve.

Enfoscados y enlucidos.

- ✓ Las "miras", reglas, tablones, etc., se cargarán a hombro en su caso, de tal forma que al caminar, el extremo que va por delante, se encuentre por encima de la altura del casco de quién lo transporta, para evitar los golpes a otros operarios, los tropezones entre obstáculos, etc.
- ✓ Se acordonará la zona en la que pueda caer piedra durante las operaciones de proyección de "garbancillo" sobre morteros, mediante cinta de banderolas y letreros de prohibido el paso.

Carpintería de madera, metálica y cerrajería.

- ✓ Los recortes de madera y metálicos, objetos punzantes, cascotes y serrín producidos durante los ajustes se recogerán y se eliminarán mediante las tolvas de vertido, o mediante bateas o plataformas emplintadas amarradas del gancho de la grúa.
- ✓ Los cercos serán recibidos por un mínimo de una cuadrilla, en evitación de golpes, caídas y vuelcos.
- ✓ Los listones horizontales inferiores contra deformaciones, se instalarán a una altura en torno a los 60 cm. Se ejecutarán en madera blanca, preferentemente, para hacerlos más visibles y evitar los accidentes por tropiezos.
- ✓ El "cuelgue" de hojas de puertas o de ventanas, se efectuará por un mínimo de dos operarios, para evitar accidentes por desequilibrio, vuelco, golpes y caídas.

Pintura y barnizados.

- ✓ Se prohíbe almacenar pinturas susceptibles de emanar vapores inflamables con los recipientes mal o incompletamente cerrados, para evitar accidentes por generación de atmósferas tóxicas o explosivas.
- ✓ Se prohíbe realizar trabajos de soldadura y oxicorte en lugares próximos a los tajos en los que se empleen pinturas inflamables, para evitar el riesgo de explosión o de incendio.
- ✓ Se tenderán redes horizontales sujetas a puntos firmes de la estructura, para evitar el riesgo de caída desde alturas.
- ✓ Se prohíbe la conexión de aparatos de carga accionados eléctricamente (puentes grúa por ejemplo) durante las operaciones de pintura de carriles, soportes, topes, barandillas, etc., en prevención de atrapamientos o caídas desde altura.
- ✓ Se prohíbe realizar "pruebas de funcionamiento" en las instalaciones, tuberías de presión, equipos motobombas, calderas, conductos, etc. durante los trabajos de pintura de señalización o de protección de conductos.

Instalación eléctrica provisional de obra.

- ✓ El montaje de aparatos eléctricos será ejecutado por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.
- ✓ El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar.
- ✓ Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos.
- ✓ La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios o de planta, se efectuará mediante manguera eléctrica antihumedad.

- ✓ El tendido de los cables y mangueras, se efectuará a una altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m. en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.
- ✓ Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad.
- ✓ Las mangueras de "alargadera" por ser provisionales y de corta estancia pueden llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los paramentos verticales.
- ✓ Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.
- ✓ Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.
- ✓ Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a "pies derechos" firmes.
- ✓ Las maniobras a ejecutar en el cuadro eléctrico general se efectuarán subido a una banqueta de maniobra o alfombrilla aislante.
- ✓ Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie.
- ✓ La tensión siempre estará en la clavija "hembra", nunca en la "macho", para evitar los contactos eléctricos directos.

Los interruptores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:

- ✓ 300 mA. Alimentación a la maquinaria.
- ✓ 30 mA. Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.
- ✓ 30 mA. Para las instalaciones eléctricas de alumbrado.
- ✓ Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.
- ✓ El neutro de la instalación estará puesto a tierra.
- ✓ La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.
- ✓ El hilo de toma de tierra, siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos.

La iluminación mediante portátiles cumplirá la siguiente norma:

- ✓ Portalámparas estanco de seguridad con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada estanca de seguridad, alimentados a 24 V.

- ✓ La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 m., medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.
- ✓ La iluminación de los tajos, siempre que sea posible, se efectuará cruzada con el fin de disminuir sombras.
- ✓ Las zonas de paso de la obra, estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.
- ✓ No se permitirá las conexiones a tierra a través de conducciones de agua.
- ✓ No se permitirá el tránsito de carretillas y personas sobre mangueras eléctricas, pueden pelarse y producir accidentes.
- ✓ No se permitirá el tránsito bajo líneas eléctricas de las compañías con elementos longitudinales transportados a hombro (pértigas, reglas, escaleras de mano y asimilables). La inclinación de la pieza puede llegar a producir el contacto eléctrico.

8.4.2.4. MEDIDAS ESPECÍFICAS PARA TRABAJOS EN LA PROXIMIDAD DE INSTALACIONES ELECTRICAS DE ALTA TENSION.

Los Oficios más comunes en las instalaciones de alta tensión son los siguientes.

- ✓ Instalación de apoyos metálicos o de hormigón.
- ✓ Instalación de conductores desnudos.
- ✓ Instalación de aisladores cerámicos.
- ✓ Instalación de crucetas metálicas.
- ✓ Instalación de aparatos de seccionamiento y corte (interruptores, seccionadores, fusibles, etc).
- ✓ Instalación de limitadores de sobretensión (autoválvulas pararrayos).
- ✓ Instalación de transformadores tipo intemperie sobre apoyos.
- ✓ Instalación de dispositivos antivibraciones.
- ✓ Medida de altura de conductores.
- ✓ Detección de partes en tensión.
- ✓ Instalación de conductores aislados en zanjas o galerías.
- ✓ Instalación de envolventes prefabricadas de hormigón.
- ✓ Instalación de celdas eléctricas (seccionamiento, protección, medida, etc).
- ✓ Instalación de transformadores en envolventes prefabricadas a nivel del terreno.
- ✓ Instalación de cuadros eléctricos y salidas en B.T.
- ✓ Interconexión entre elementos.

- ✓ Conexión y desconexión de líneas o equipos.
- ✓ Puestas a tierra y conexiones equipotenciales.
- ✓ Reparación, conservación o cambio de los elementos citados.

Los Riesgos más frecuentes durante estos oficios son los descritos a continuación.

- ✓ Deslizamientos, desprendimientos de tierras por diferentes motivos (no emplear el talud adecuado, por variación de la humedad del terreno, etc).
- ✓ Riesgos derivados del manejo de máquinas-herramienta y maquinaria pesada en general.
- ✓ Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- ✓ Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles.
- ✓ Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc).
- ✓ Golpes.
- ✓ Cortes por objetos y/o herramientas.
- ✓ Arco eléctrico.
- ✓ Incendio y explosiones. Electroclusiones y quemaduras.
- ✓ Ventilación e Iluminación.
- ✓ Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- ✓ Contacto o manipulación de los elementos aislantes de los transformadores (aceites minerales, aceites a la silicona y piraleno). El aceite mineral tiene un punto de inflamación relativamente bajo (130º) y produce humos densos y nocivos en la combustión. El aceite a la silicona posee un punto de inflamación más elevado (400º). El piraleno ataca la piel, ojos y mucosas, produce gases tóxicos a temperaturas normales y arde mezclado con otros productos.
- ✓ Contacto directo con una parte del cuerpo humano y contacto a través de útiles o herramientas.
- ✓ Contacto a través de maquinaria de gran altura.
- ✓ Maniobras en centros de transformación privados por personal con escaso o nulo conocimiento de la responsabilidad y riesgo de una instalación de alta tensión.
- ✓ Agresión de animales.

Las Medidas Preventivas de carácter general se describen a continuación.

- ✓ Se realizará un diseño seguro y viable por parte del técnico proyectista.
- ✓ Se inspeccionará el estado del terreno.

- ✓ Se realizará el ascenso y descenso a zonas elevadas con medios y métodos seguros (escaleras adecuadas y sujetas por su parte superior).
- ✓ Se evitarán posturas inestables con calzado y medios de trabajo adecuados.
- ✓ Se utilizarán cuerdas y poleas (si fuese necesario) para subir y bajar materiales.
- ✓ Se evitarán zonas de posible caída de objetos, respetando la señalización y relimitación.
- ✓ No se almacenarán objetos en el interior del CT.
- ✓ Se ubicarán protecciones frente a sobreintensidades y contra incendios: fosos de recogida de aceites, muros cortafuegos, paredes, tabiques, pantallas, extintores fijos, etc.
- ✓ Se evitarán derrames, suelos húmedos o resbaladizos (canalizaciones, desagües, pozos de evacuación, aislamientos, calzado antideslizante, etc).
- ✓ Se utilizará un sistema de iluminación adecuado: focos luminosos correctamente colocados, interruptores próximos a las puertas de acceso, etc.
- ✓ Se utilizará un sistema de ventilación adecuado: entradas de aire por la parte inferior y salidas en la superior, ya sea ventilación natural o forzada, huecos de ventilación protegidos, salidas de ventilación que no molesten a los usuarios, etc.
- ✓ La señalización será la idónea: puertas con rótulos indicativos, máquinas, celdas, paneles de cuadros y circuitos diferenciados y señalizados, carteles de advertencia de peligro en caso necesario, esquemas unifilares actualizados e instrucciones generales de servicio, carteles normalizados (normas de trabajo A.T., distancias de seguridad, primeros auxilios, etc).
- ✓ Los trabajadores recibirán una formación específica referente a los riesgos en alta tensión.
- ✓ Para evitar el riesgo de contacto eléctrico se alejarán las partes activas de la instalación a distancia suficiente del lugar donde las personas habitualmente se encuentran o circulan, se recubrirán las partes activas con aislamiento apropiado, de tal forma que conserven sus propiedades indefinidamente y que limiten la corriente de contacto a un valor inocuo (1 mA) y se interpondrán obstáculos aislantes de forma segura que impidan todo contacto accidental.
- ✓ La distancia de seguridad para líneas eléctricas aéreas de alta tensión y los distintos elementos, como maquinaria, grúas, etc no será inferior a 3 m. Respecto a las edificaciones no será inferior a 5 m.
- ✓ Conviene determinar con la suficiente antelación, al comenzar los trabajos o en la utilización de maquinaria móvil de gran altura, si existe el riesgo derivado de la proximidad de líneas eléctricas aéreas. Se indicarán dispositivos que limiten o indiquen la altura máxima permisible.
- ✓ Será obligatorio el uso del cinturón de seguridad para los operarios encargados de realizar trabajos en altura.

- ✓ Todos los apoyos, herrajes, autoválvulas, seccionadores de puesta a tierra y elementos metálicos en general estarán conectados a tierra, con el fin de evitar las tensiones de paso y de contacto sobre el cuerpo humano. La puesta a tierra del neutro de los transformadores será independiente de la especificada para herrajes. Ambas serán motivo de estudio en la fase de proyecto.
- ✓ Es aconsejable que en centros de transformación el pavimento sea de hormigón ruleteado antideslizante y se ubique una capa de grava alrededor de ellos (en ambos casos se mejoran las tensiones de paso y de contacto).
- ✓ Se evitará aumentar la resistividad superficial del terreno.
- ✓ En centros de transformación tipo intemperie se revestirán los apoyos con obra de fábrica y mortero de hormigón hasta una altura de 2 m y se aislarán las empuñaduras de los mandos.
- ✓ En centros de transformación interiores o prefabricados se colocarán suelos de láminas aislantes sobre el acabado de hormigón.
- ✓ Las pantallas de protección contra contacto de las celdas, aparte de esta función, deben evitar posibles proyecciones de líquidos o gases en caso de explosión, para lo cual deberán ser de chapa y no de malla.
- ✓ Los mandos de los interruptores, seccionadores, etc, deben estar emplazados en lugares de fácil manipulación, evitándose postura forzadas para el operador, teniendo en cuenta que éste lo hará desde el banquillo aislante.
- ✓ Se realizarán enclavamientos mecánicos en las celdas, de puerta (se impide su apertura cuando el aparato principal está cerrado o la puesta a tierra desconectada), de maniobra (impide la maniobra del aparato principal y puesta a tierra con la puerta abierta), de puesta a tierra (impide el cierre de la puesta a tierra con el interruptor cerrado o viceversa), entre el seccionador y el interruptor (no se cierra el interruptor si el seccionador está abierto y conectado a tierra y no se abrirá el seccionador si el interruptor está cerrado) y enclavamiento del mando por candado.
- ✓ Como recomendación, en las celdas se instalarán detectores de presencia de tensión y mallas protectoras quitamiedos para comprobación con pértiga.
- ✓ En las celdas de transformador se utilizará una ventilación optimizada de mayor eficacia situando la salida de aire caliente en la parte superior de los paneles verticales. La dirección del flujo de aire será obligada a través del transformador.
- ✓ El alumbrado de emergencia no estará concebido para trabajar en ningún centro de transformación, sólo para efectuar maniobras de rutina.
- ✓ Los centros de transformación estarán dotados de cerradura con llave que impida el acceso a personas ajenas a la explotación.

- ✓ Las maniobras en alta tensión se realizarán, por elemental que puedan ser, por un operador y su ayudante. Deben estar advertidos que los seccionadores no pueden ser maniobrados en carga. Antes de la entrada en un recinto en tensión deberán comprobar la ausencia de tensión mediante pértiga adecuada y de forma visible la apertura de un elemento de corte y la puesta a tierra y en cortocircuito del sistema. Para realizar todas las maniobras será obligatorio el uso de, al menos y a la vez, dos elementos de protección personal: pértiga, guantes y banqueta o alfombra aislante, conexión equipotencial del mando manual del aparato y plataforma de maniobras.
- ✓ Se colocarán señales de seguridad adecuadas, delimitando la zona de trabajo.

8.4.3. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCION DE LAS OBRAS.

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor designará un coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, que será un técnico competente integrado en la dirección facultativa.

Cuando no sea necesaria la designación de coordinador, las funciones de éste serán asumidas por la dirección facultativa.

En aplicación del estudio básico de seguridad y salud, cada contratista elaborará un plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio desarrollado en el proyecto, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

Antes del comienzo de los trabajos, el promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente.

8.5. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL.

8.5.1. INTRODUCCION.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Así son las normas de desarrollo reglamentario las que deben fijar las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre ellas se encuentran las destinadas a garantizar la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual que los protejan adecuadamente de aquellos riesgos para su salud o su seguridad que no puedan evitarse o limitarse suficientemente mediante la utilización de medios de protección colectiva o la adopción de medidas de organización en el trabajo.

8.5.2. OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO.

Hará obligatorio el uso de los equipos de protección individual que a continuación se desarrollan.

8.5.2.1. PROTECTORES DE LA CABEZA.

- ✓ Cascos de seguridad, no metálicos, clase N, aislados para baja tensión, con el fin de proteger a los trabajadores de los posibles choques, impactos y contactos eléctricos.
- ✓ Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección.
- ✓ Gafas de montura universal contra impactos y antipolvo.
- ✓ Mascarilla antipolvo con filtros protectores.
- ✓ Pantalla de protección para soldadura autógena y eléctrica.

8.5.2.2. PROTECTORES DE MANOS Y BRAZOS.

- ✓ Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- ✓ Guantes de goma finos, para operarios que trabajen con hormigón.
- ✓ Guantes dieléctricos para B.T.
- ✓ Guantes de soldador.
- ✓ Muñequeras.
- ✓ Mango aislante de protección en las herramientas.

8.5.2.3. PROTECTORES DE PIES Y PIERNAS.

- ✓ Calzado provisto de suela y puntera de seguridad contra las agresiones mecánicas.
- ✓ Botas dieléctricas para B.T.
- ✓ Botas de protección impermeables.
- ✓ Polainas de soldador.
- ✓ Rodilleras.

8.5.2.4. PROTECTORES DEL CUERPO.

- ✓ Crema de protección y pomadas.
- ✓ Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para protección de las agresiones mecánicas.
- ✓ Traje impermeable de trabajo.
- ✓ Cinturón de seguridad, de sujeción y caída, clase A.
- ✓ Fajas y cinturones antivibraciones.
- ✓ Pértiga de B.T.
- ✓ Banqueta aislante clase I para maniobra de B.T.
- ✓ Linterna individual de situación.
- ✓ Comprobador de tensión.

8.5.2.5. EQUIPOS ADICIONALES DE PROTECCION PARA TRABAJOS EN LA PROXIMIDAD DE INSTALACIONES ELECTRICAS DE ALTA TENSION.

- ✓ Casco de protección aislante clase E-AT.
- ✓ Guantes aislantes clase IV.
- ✓ Banqueta aislante de maniobra clase II-B o alfombra aislante para A.T.
- ✓ Pértiga detectora de tensión (salvamento y maniobra).
- ✓ Traje de protección de menos de 3 kg, bien ajustado al cuerpo y sin piezas descubiertas eléctricamente conductoras de la electricidad.
- ✓ Gafas de protección.
- ✓ Insuflador boca a boca.
- ✓ Tierra auxiliar.
- ✓ Esquema unifilar
- ✓ Placa de primeros auxilios.
- ✓ Placas de peligro de muerte y E.T.
- ✓ Material de señalización y relimitación (cintas, señales, etc).

Ingeniería Torné S.L.
Paseo Alberto Casañal Shakery, nº3, local. Zaragoza
Tlf.: 976189498 - 976189499

Zaragoza, Diciembre 2019

El Ingeniero Industrial



Sergio Torné Darriba

Colegiado nº 1836



9. PLIEGO DE CONDICIONES

9.1. CONDICIONES GENERALES

9.1.1. OBJETO.

Este Pliego de Condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de instalaciones para la distribución de energía eléctrica cuyas características técnicas estarán especificadas en el correspondiente Proyecto.

9.1.2. CAMPO DE APLICACION.

Este Pliego de Condiciones se refiere a la construcción de redes aéreas o subterráneas de alta tensión hasta 132 kV, así como a centros de transformación.

Los Pliegos de Condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

9.1.3. DISPOSICIONES GENERALES.

El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y de vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 24042 "Contratación de Obras. Condiciones Generales", siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

El Contratista deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda. Igualmente deberá ser Instalador, provisto del correspondiente documento de calificación empresarial.

9.1.3.1. CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES.

Las obras del Proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por lo especificado en:

- ✓ Reglamentación General de Contratación según Decreto 3410/75, de 25 de noviembre.
- ✓ Pliego de Condiciones Generales para la Contratación de Obras Públicas aprobado por Decreto 3854/70, de 31 de diciembre.

- ✓ Artículo 1588 y siguientes del Código Civil, en los casos que sea procedente su aplicación al contrato de que se trate.
- ✓ Decreto de 12 de marzo de 1954 por el que se aprueba el Reglamento de Verificaciones eléctricas y Regularidad en el suministro de energía.
- ✓ Real Decreto 3275/1982 de 12 de Noviembre, sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, así como las Ordenes de 6 de julio de 1984, de 18 de octubre de 1984 y de 27 de noviembre de 1987, por las que se aprueban y actualizan las Instrucciones Técnicas Complementarias sobre dicho reglamento.
- ✓ Real Decreto 223/2008 de 15 de Febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- ✓ Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- ✓ Normas particulares y de normalización de la Cía. Suministradora de Energía Eléctrica.
- ✓ Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos laborales y RD 162/97 sobre Disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- ✓ Normas UNE de obligado cumplimiento según reglamentación vigente.

9.1.3.2. SEGURIDAD EN EL TRABAJO.

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en el apartado "i" del párrafo 3.1. de este Pliego de Condiciones y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

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

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

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

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

El Director de Obra podrá exigir del Contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

9.1.3.3. SEGURIDAD PÚBLICA.

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

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

9.1.4. ORGANIZACION DEL TRABAJO.

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

9.1.4.1. DATOS DE LA OBRA.

Se entregará al Contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra.

El Contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

El Contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

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

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

9.1.4.2. REPLANTEO DE LA OBRA.

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

Se levantará por duplicado Acta, en la que constarán, claramente, los datos entregados, firmado por el Director de Obra y por el representante del Contratista.

Los gastos de replanteo serán de cuenta del Contratista.

9.1.4.3. MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO.

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

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

9.1.4.4. RECEPCION DEL MATERIAL.

El Director de Obra de acuerdo con el Contratista dará a su debido tiempo su aprobación sobre el material suministrado y confirmará que permite una instalación correcta.

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

9.1.4.5. ORGANIZACION.

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

Dentro de lo estipulado en el Pliego de Condiciones, la organización de la Obra, así como la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, estará a cargo del Contratista a quien corresponderá la responsabilidad de la seguridad contra accidentes.

El Contratista deberá, sin embargo, informar al Director de Obra de todos los planes de organización técnica de la Obra, así como de la procedencia de los materiales y cumplimentar cuantas órdenes le de éste en relación con datos extremos.

En las obras por administración, el Contratista deberá dar cuenta diaria al Director de Obra de la admisión de personal, compra de materiales, adquisición o alquiler de elementos auxiliares y cuantos gastos haya de efectuar. Para los contratos de trabajo, compra de material o alquiler de elementos auxiliares, cuyos salarios, precios o cuotas sobrepasen en más de un 5% de los normales en el mercado,

solicitará la aprobación previa del Director de Obra, quien deberá responder dentro de los ocho días siguientes a la petición, salvo casos de reconocida urgencia, en los que se dará cuenta posteriormente.

9.1.4.6. FACILIDADES PARA LA INSPECCION.

El Contratista proporcionará al Director de Obra o Delegados y colaboradores, toda clase de facilidades para los replanteos, reconocimientos, mediciones y pruebas de los materiales, así como la mano de obra necesaria para los trabajos que tengan por objeto comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas, permitiendo el acceso a todas las partes de la obra e incluso a los talleres o fábricas donde se produzcan los materiales o se realicen trabajos para las obras.

9.1.4.7. ENSAYOS.

Los ensayos, análisis y pruebas que deban realizarse para comprobar si los materiales reúnen las condiciones exigibles, se verificarán por la Dirección Técnica, o bien, si ésta lo estima oportuno, por el correspondiente Laboratorio Oficial.

Todos los gastos de pruebas y análisis serán de cuenta del Contratista.

9.1.4.8. LIMPIEZA Y SEGURIDAD EN LAS OBRAS.

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus inmediaciones de escombros y materiales, y hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean precisas, así como adoptar las medidas y ejecutar los trabajos necesarios para que las obras ofrezcan un buen aspecto a juicio de la Dirección técnica.

Se tomarán las medidas oportunas de tal modo que durante la ejecución de las obras se ofrezca seguridad absoluta, en evitación de accidentes que puedan ocurrir por deficiencia en esta clase de precauciones; durante la noche estarán los puntos de trabajo perfectamente alumbrados y cercados los que por su índole fueran peligrosos.

9.1.4.9. MEDIOS AUXILIARES.

No se abonarán en concepto de medios auxiliares más cantidades que las que figuren explícitamente consignadas en presupuesto, entendiéndose que en todos los demás casos el costo de dichos medios está incluido en los correspondientes precios del presupuesto.

9.1.4.10. EJECUCION DE LAS OBRAS.

Las obras se ejecutarán conforme al Proyecto y a las condiciones contenidas en este Pliego de Condiciones y en el Pliego Particular si lo hubiera y de acuerdo con las especificaciones señaladas en el de Condiciones Técnicas.

El Contratista, salvo aprobación por escrito del Director de Obra, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza tanto en la ejecución de la obra en relación con el Proyecto como en las Condiciones Técnicas especificadas, sin perjuicio de lo que en cada momento pueda ordenarse por el Director de Obra a tenor de lo dispuesto en el último párrafo del apartado 11.1.4.1.

El Contratista no podrá utilizar en los trabajos personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo, salvo lo indicado en el apartado 11.1.4.3.

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

El Contratista deberá tener al frente de los trabajos un técnico suficientemente especializado a juicio del Director de Obra.

9.1.4.11.SUBCONTRATACION DE LAS OBRAS.

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

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

- ✓ Que se dé conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.
- ✓ Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no exceda del 50% del presupuesto total de la obra principal.

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

9.1.4.12.PLAZO DE EJECUCION.

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

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

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

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

9.1.4.13.RECEPCION PROVISIONAL.

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del Contratista se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si este es el caso. Dicho Acta será firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

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

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

9.1.4.14.PERIODOS DE GARANTIA.

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

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

Durante este periodo, el Contratista garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

9.1.4.15.RECEPCION DEFINITIVA.

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

9.1.4.16.PAGO DE OBRAS.

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

Serán de cuenta del Contratista las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido al Director de Obra oportunamente para su medición, los gastos de replanteo, inspección y liquidación de las mismas, con arreglo a las disposiciones vigentes, y los gastos que se originen por inspección y vigilancia facultativa, cuando la Dirección Técnica estime preciso establecerla.

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

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

9.1.4.17.ABONO DE MATERIALES ACOPIADOS.

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

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

9.1.5. DISPOSICION FINAL.

La concurrencia a cualquier Subasta, Concurso o Concurso-Subasta cuyo Proyecto incluya el presente Pliego de Condiciones Generales, presupone la plena aceptación de todas y cada una de sus cláusulas.

9.2. CONDICIONES PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS DE ALTA TENSION CON CONDUCTORES AISLADOS

9.2.1. PREPARACION Y PROGRAMACION DE LA OBRA.

Para la buena marcha de la ejecución de un proyecto de línea eléctrica de alta tensión, conviene hacer un análisis de los distintos pasos que hay que seguir y de la forma de realizarlos.

Inicialmente y antes de comenzar su ejecución, se harán las siguientes comprobaciones y reconocimientos:

- ✓ Comprobar que se dispone de todos los permisos, tanto oficiales como particulares, para la ejecución del mismo (Licencia Municipal de apertura y cierre de zanjas, Condicionados de Organismos, etc.).
- ✓ Hacer un reconocimiento, sobre el terreno, se del trazado de la canalización, fijándose en la existencia de bocas de riego, servicios telefónicos, de agua, alumbrado público, etc. que normalmente se puedan apreciar por registros en vía pública.
- ✓ Una vez realizado dicho reconocimiento establecerá contacto con los Servicios Técnicos de las Compañías Distribuidoras afectadas (Agua, Gas, Teléfonos, Energía Eléctrica, etc.), para que señalen sobre el plano de planta del proyecto, las instalaciones más próximas que puedan resultar afectadas.
- ✓ El Contratista, antes de empezar los trabajos de apertura de zanjas hará un estudio de la canalización, de acuerdo con las normas municipales, así como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc., así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos, etc.

Todos los elementos de protección y señalización los tendrá que tener dispuestos el contratista de la obra antes de dar comienzo a la misma.

9.2.2. ZANJAS.

9.2.2.1. ZANJAS EN TIERRA.

Ejecución.

Su ejecución comprende:

- ✓ Apertura de las zanjas.
- ✓ Suministro y colocación de protección de arena.
- ✓ Suministro y colocación de protección de rasillas y ladrillo.

- ✓ Colocación de la cinta de Atención al cable.
- ✓ Tapado y apisonado de las zanjas.
- ✓ Carga y transporte de las tierras sobrantes.
- ✓ Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.

Apertura de las zanjas.

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajo las aceras, evitando ángulos pronunciados.

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

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

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

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

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar, de forma que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable.

Las zanjas se ejecutarán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

Se dejará un paso de 50 cm entre las tierras extraídas y la zanja, todo a lo largo de la misma, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

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

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

En los pasos de carruajes, entradas de garajes, etc., tanto existentes como futuros, los cruces serán ejecutados con tubos, de acuerdo con las recomendaciones del apartado correspondiente y previa autorización del Supervisor de Obra.

Suministro y colocación de protecciones de arenas.

La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará o lavará convenientemente.

Se utilizará indistintamente de cantera o de río, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente y las dimensiones de los granos serán de dos o tres milímetros como máximo.

Cuando se emplee la procedente de la zanja, además de necesitar la aprobación del Supervisor de la Obra, será necesario su cribado.

En el lecho de la zanja irá una capa de 10 cm. de espesor de arena, sobre la que se situará el cable. Por encima del cable irá otra capa de 15 cm. de arena. Ambas capas de arena ocuparán la anchura total de la zanja.

Suministro y colocación de protección de rasilla y ladrillo.

Encima de la segunda capa de arena se colocará una capa protectora de rasilla o ladrillo, siendo su anchura de un pie (25 cm.) cuando se trate de proteger un solo cable o terna de cables en mazos. La anchura se incrementará en medio pie (12,5 cm.) por cada cable o terna de cables en mazos que se añada en la misma capa horizontal.

Los ladrillos o rasillas serán cerámicos, duros y fabricados con buenas arcillas. Su cocción será perfecta, tendrá sonido campanil y su fractura será uniforme, sin caliches ni cuerpos extraños. Tanto los ladrillos huecos como las rasillas estarán fabricados con barro fino y presentará caras planas con estrías.

Cuando se tiendan dos o más cables tripolares de M.T. o una o varias ternas de cables unipolares, entonces se colocará, a todo lo largo de la zanja, un ladrillo en posición de canto para separar los cables cuando no se pueda conseguir una separación de 25 cm. entre ellos.

Colocación de la cinta de Atención al cable.

En las canalizaciones de cables de media tensión se colocará una cinta de cloruro de polivinilo, que denominaremos Atención a la existencia del cable, tipo UNESA. Se colocará a lo largo de la canalización una tira por cada cable de media tensión tripolar o terna de unipolares en mazos y en la vertical del mismo a una distancia mínima a la parte superior del cable de 30 cm. La distancia mínima de la cinta a la parte inferior del pavimento será de 10 cm.

Tapado y apisonado de las zanjas.

Una vez colocadas las protecciones del cable, señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de la excavación (previa eliminación de piedras gruesas, cortantes o escombros que puedan llevar), apisonada, debiendo realizarse los 20 primeros cm. de forma manual, y para el resto es conveniente apisonar mecánicamente.

El tapado de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de diez centímetros de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas, si fuese necesario, con el fin de que quede suficientemente consolidado el

terreno. La cinta de Atención a la existencia del cable, se colocará entre dos de estas capas, tal como se ha indicado en d). El contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiencia de esta operación y por lo tanto serán de su cuenta posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

Carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes.

Las tierras sobrantes de la zanja, debido al volumen introducido en cables, arenas, rasillas, así como el esponje normal del terreno serán retiradas por el contratista y llevadas a vertedero.

El lugar de trabajo quedará libre de dichas tierras y completamente limpio.

Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.

Durante la ejecución de las obras, éstas estarán debidamente señalizadas de acuerdo con los condicionamientos de los Organismos afectados y Ordenanzas Municipales.

Dimensiones y Condiciones Generales de Ejecución.

Zanja normal para media tensión.

Se considera como zanja normal para cables de media tensión la que tiene 0,60 m. de anchura media y profundidad 1,10 m., tanto en aceras como en calzada. Esta profundidad podrá aumentarse por criterio exclusivo del Supervisor de Obras.

La separación mínima entre ejes de cables tripolares, o de cables unipolares, componentes de distinto circuito, deberá ser de 0,20 m. separados por un ladrillo, o de 25 cm. entre capas externas sin ladrillo intermedio.

La distancia entre capas externas de los cables unipolares de fase será como mínimo de 8 cm. con un ladrillo o rasilla colocado de canto entre cada dos de ellos a todo lo largo de las canalizaciones.

Al ser de 10 cm. el lecho de arena, los cables irán como mínimo a 1 m. de profundidad. Cuando esto no sea posible y la profundidad sea inferior a 0,70 m. deberán protegerse los cables con chapas de hierro, tubos de fundición u otros dispositivos que aseguren una resistencia mecánica equivalente, siempre de acuerdo y con la aprobación del Supervisor de la Obra.

Zanja para media tensión en terreno con servicios.

Cuando al abrir calas de reconocimiento o zanjas para el tendido de nuevos cables aparezcan otros servicios se cumplirán los siguientes requisitos.

- ✓ Se avisará a la empresa propietaria de los mismos. El encargado de la obra tomará las medidas necesarias, en el caso de que estos servicios queden al aire, para sujetarlos con seguridad de forma que no sufran ningún deterioro. Y en el caso en que haya que correrlos, para poder ejecutar los trabajos, se hará siempre de acuerdo con la empresa propietaria de las canalizaciones. Nunca se deben dejar los cables suspendidos, por necesidad de la canalización,

de forma que estén en tracción, con el fin de evitar que las piezas de conexión, tanto en empalmes como en derivaciones, puedan sufrir.

- ✓ Se establecerán los nuevos cables de forma que no se entrecrucen con los servicios establecidos, guardando, a ser posible, paralelismo con ellos.
- ✓ Se procurará que la distancia mínima entre servicios sea de 30 cm. en la proyección horizontal de ambos.
- ✓ Cuando en la proximidad de una canalización existan soportes de líneas aéreas de transporte público, telecomunicación, alumbrado público, etc., el cable se colocará a una distancia mínima de 50 cm. de los bordes extremos de los soportes o de las fundaciones. Esta distancia pasará a 150 cm. cuando el soporte esté sometido a un esfuerzo de vuelco permanente hacia la zanja. En el caso en que esta precaución no se pueda tomar, se utilizará una protección mecánica resistente a lo largo de la fundación del soporte, prolongada una longitud de 50 cm. a un lado y a otro de los bordes extremos de aquella con la aprobación del Supervisor de la Obra.

Zanja con más de una banda horizontal.

Cuando en una misma zanja se coloquen cables de baja tensión y media tensión, cada uno de ellos deberá situarse a la profundidad que le corresponda y llevará su correspondiente protección de arena y rasilla.

De este modo se logrará prácticamente una independencia casi total entre ambas canalizaciones.

La distancia que se recomienda guardar en la proyección vertical entre ejes de ambas bandas debe ser de 25 cm.

Los cruces en este caso, cuando los haya, se realizarán de acuerdo con lo indicado en los planos del proyecto.

9.2.2.2. ZANJAS EN ROCA.

Se tendrá en cuenta todo lo dicho en el apartado de zanjas en tierra. La profundidad mínima será de 2/3 de los indicados anteriormente en cada caso. En estos casos se atenderá a las indicaciones del Supervisor de Obra sobre la necesidad de colocar o no protección adicional.

9.2.2.3. ZANJAS ANORMALES Y ESPECIALES.

La separación mínima entre ejes de cables multipolares o mazos de cables unipolares, componentes del mismo circuito, deberá ser de 0,20 m. separados por un ladrillo o de 0,25 m. entre caras sin ladrillo y la separación entre los ejes de los cables extremos y la pared de la zanja de 0,10 m.; por tanto, la anchura de la zanja se hará con arreglo a estas distancias mínimas y de acuerdo con lo ya indicado cuando, además, haya que colocar tubos.

También en algunos casos se pueden presentar dificultades anormales (galerías, pozos, cloacas, etc.). Entonces los trabajos se realizarán con precauciones y normas pertinentes al caso y las generales dadas para zanjas de tierra.

9.2.2.4. ROTURA DE PAVIMENTOS.

Además de las disposiciones dadas por la Entidad propietaria de los pavimentos, para la rotura, deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

- ✓ La rotura del pavimento con maza (Almádena) está rigurosamente prohibida, debiendo hacer el corte del mismo de una manera limpia, con lajadera.
- ✓ En el caso en que el pavimento esté formado por losas, adoquines, bordillos de granito u otros materiales, de posible posterior utilización, se quitarán éstos con la precaución debida para no ser dañados, colocándose luego de forma que no sufran deterioro y en el lugar que molesten menos a la circulación.

9.2.2.5. REPOSICION DE PAVIMENTOS.

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.

Deberá lograrse una homogeneidad, de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción con piezas nuevas si está compuesto por losas, losetas, etc. En general serán utilizados materiales nuevos salvo las losas de piedra, bordillo de granito y otros similares.

9.2.3. CRUCES (CABLES ENTUBADOS).

El cable deberá ir en el interior de tubos en los casos siguientes:

- ✓ Para el cruce de calles, caminos o carreteras con tráfico rodado.
- ✓ En las entradas de carruajes o garajes públicos.
- ✓ En los lugares en donde por diversas causas no debe dejarse tiempo la zanja abierta.
- ✓ En los sitios en donde esto se crea necesario por indicación del Proyecto o del Supervisor de la Obra.

9.2.3.1. MATERIALES.

Los materiales a utilizar en los cruces normales serán de las siguientes cualidades y condiciones:

- ✓ Los tubos podrán ser de cemento, fibrocemento, plástico, fundición de hierro, etc. provenientes de fábricas de garantía, siendo el diámetro que se señala en estas normas el correspondiente

al interior del tubo y su longitud la más apropiada para el cruce de que se trate. La superficie será lisa.

- ✓ Los tubos se colocarán de modo que en sus empalmes la boca hembra esté situada antes que la boca macho siguiendo la dirección del tendido probable, del cable, con objeto de no dañar a éste en la citada operación.
- ✓ El cemento será Portland o artificial y de marca acreditada y deberá reunir en sus ensayos y análisis químicos, mecánicos y de fraguado, las condiciones de la vigente instrucción española del Ministerio de Obras Públicas. Deberá estar envasado y almacenado convenientemente para que no pierda las condiciones precisas. La dirección técnica podrá realizar, cuando lo crea conveniente, los análisis y ensayos de laboratorio que considere oportunos. En general se utilizará como mínimo el de calidad P-250 de fraguado lento.
- ✓ La arena será limpia, suelta, áspera, crujendo al tacto y exenta de sustancias orgánicas o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará y lavará convenientemente. Podrá ser de río o miga y la dimensión de sus granos será de hasta 2 ó 3 mm.
- ✓ Los áridos y gruesos serán procedentes de piedra dura silíceo, compacta, resistente, limpia de tierra y detritus y, a ser posible, que sea canto rodado. Las dimensiones serán de 10 a 60 mm. con granulometría apropiada.
- ✓ Se prohíbe el empleo del llamado revoltón, o sea piedra y arena unida, sin dosificación, así como cascotes o materiales blandos.
- ✓ AGUA - Se empleará el agua de río o manantial, quedando prohibido el empleo de aguas procedentes de ciénagas.
- ✓ MEZCLA - La dosificación a emplear será la normal en este tipo de hormigones para fundaciones, recomendándose la utilización de hormigones preparados en plantas especializadas en ello.

9.2.3.2. DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS GENERALES DE EJECUCION.

Los trabajos de cruces, teniendo en cuenta que su duración es mayor que los de apertura de zanjas, empezarán antes, para tener toda la zanja a la vez, dispuesta para el tendido del cable.

Estos cruces serán siempre rectos, y en general, perpendiculares a la dirección de la calzada. Sobresaldrán en la acera, hacia el interior, unos 20 cm. del bordillo (debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación).

El diámetro de los tubos será de 20 cm. Su colocación y la sección mínima de hormigonado responderán a lo indicado en los planos. Estarán recibidos con cemento y hormigonados en toda su longitud.

Cuando por imposibilidad de hacer la zanja a la profundidad normal los cables estén situados a menos de 80 cm. de profundidad, se dispondrán en vez de tubos de fibrocemento ligero, tubos metálicos o de resistencia análoga para el paso de cables por esa zona, previa conformidad del Supervisor de Obra.

Los tubos vacíos, ya sea mientras se ejecuta la canalización o que al terminarse la misma se quedan de reserva, deberán taparse con rasilla y yeso, dejando en su interior un alambre galvanizado para guiar posteriormente los cables en su tendido.

Los cruces de vías férreas, cursos de agua, etc. deberán proyectarse con todo detalle.

Se debe evitar posible acumulación de agua o de gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil altimétrico.

En los tramos rectos, cada 15 ó 20 m., según el tipo de cable, para facilitar su tendido se dejarán calas abiertas de una longitud mínima de 3 m. en las que se interrumpirá la continuidad del tubo. Una vez tendido el cable estas calas se taparán cubriendo previamente el cable con canales o medios tubos, recibiendo sus uniones con cemento o dejando arquetas fácilmente localizables para ulteriores intervenciones, según indicaciones del Supervisor de Obras.

Para hormigonar los tubos se procederá del modo siguiente:

Se hecha previamente una solera de hormigón bien nivelada de unos 8 cm. de espesor sobre la que se asienta la primera capa de tubos separados entre sí unos 4 cm. procediéndose a continuación a hormigonarlos hasta cubrirlos enteramente. Sobre esta nueva solera se coloca la segunda capa de tubos, en las condiciones ya citadas, que se hormigona igualmente en forma de capa. Si hay más tubos se procede como ya se ha dicho, teniendo en cuenta que, en la última capa, el hormigón se vierte hasta el nivel total que deba tener.

En los cambios de dirección se construirán arquetas 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 90º y aún éstos se limitarán a los indispensables. En general los cambios de dirección se harán con ángulos grandes. Como norma general, en alineaciones superiores a 40 m. serán necesarias las arquetas intermedias que promedien los tramos de tendido y que no estén distantes entre sí más de 40 m.

Las arquetas sólo estarán permitidas en aceras o lugares por las que normalmente no debe haber tránsito rodado; si esto excepcionalmente fuera imposible, se reforzarán marcos y tapas.

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 queda situado en la parte superior del tubo. La arqueta se rellenará con arena hasta cubrir el cable como mínimo.

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

Las arquetas podrán ser registrables o cerradas. En el primer caso deberán tener tapas metálicas o de hormigón 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.

Si las arquetas no son registrables se cubrirán con los materiales necesarios para evitar su hundimiento. Sobre esta cubierta se echará una capa de tierra y sobre ella se reconstruirá el pavimento.

9.2.3.3. CARACTERISTICAS PARTICULARES DE EJECUCION DE CRUZAMIENTO Y PARALELISMO CON DETERMINADO TIPO DE INSTALACIONES.

El cruce de líneas eléctricas subterráneas con ferrocarriles o vías férreas deberá realizarse siempre bajo tubo. Dicho tubo rebasará las instalaciones de servicio en una distancia de 1,50 m. y a una profundidad mínima de 1,30 m. con respecto a la cara inferior de las traviesas. En cualquier caso se seguirán las instrucciones del condicionado del organismo competente.

En el caso de cruzamientos entre dos líneas eléctricas subterráneas directamente enterradas, la distancia mínima a respetar será de 0,25 m.

La mínima distancia entre la generatriz del cable de energía y la de una conducción metálica no debe ser inferior a 0,30 m. Además entre el cable y la conducción debe estar interpuesta una plancha metálica de 3 mm de espesor como mínimo u otra protección mecánica equivalente, de anchura igual al menos al diámetro de la conducción y de todas formas no inferior a 0,50 m.

Análoga medida de protección debe aplicarse en el caso de que no sea posible tener el punto de cruzamiento a distancia igual o superior a 1 m. de un empalme del cable.

En el paralelismo entre el cable de energía y conducciones metálicas enterradas se debe mantener en todo caso una distancia mínima en proyección horizontal de:

- ✓ 0,50 m. para gaseoductos.
- ✓ 0,30 m. para otras conducciones.

En el caso de cruzamiento entre líneas eléctricas subterráneas y líneas de telecomunicación subterránea, el cable de energía debe, normalmente, estar situado por debajo del cable de telecomunicación. La distancia mínima entre la generatriz externa de cada uno de los dos cables no debe ser inferior a 0,50 m. El cable colocado superiormente debe estar protegido por un tubo de hierro de 1m. de largo como mínimo y de tal forma que se garantice que la distancia entre las generatrices exteriores de los cables en las zonas no protegidas, sea mayor que la mínima establecida en el caso de paralelismo, que indica a continuación, medida en proyección horizontal. Dicho tubo de hierro debe estar protegido contra la corrosión y presentar una adecuada resistencia mecánica; su espesor no será inferior a 2 mm.

En donde por justificadas exigencias técnicas no pueda ser respetada la mencionada distancia mínima, sobre el cable inferior debe ser aplicada una protección análoga a la indicada para el cable superior. En todo caso la distancia mínima entre los dos dispositivos de protección no debe ser inferior a 0,10 m. El

cruzamiento no debe efectuarse en correspondencia con una conexión del cable de telecomunicación, y no debe haber empalmes sobre el cable de energía a una distancia inferior a 1 m.

En el caso de paralelismo entre líneas eléctricas subterráneas y líneas de telecomunicación subterráneas, estos cables deben estar a la mayor distancia posible entre sí. En donde existan dificultades técnicas importantes, se puede admitir una distancia mínima en proyección sobre un plano horizontal, entre los puntos más próximos de las generatrices de los cables, no inferior a 0,50 m. en los cables interurbanos o a 0,30 m. en los cables urbanos.

9.2.4. TENDIDO DE CABLES BAJO TUBO.

Cuando el cable se tienda a mano o con cabrestantes y dinamómetro, y haya que pasar el mismo por un tubo, se facilitará esta operación mediante una cuerda, unida a la extremidad del cable, que llevará incorporado un dispositivo de manga tiracables, teniendo cuidado de que el esfuerzo de tracción sea lo más débil posible, con el fin de evitar alargamiento de la funda de plomo, según se ha indicado anteriormente.

Se situará un hombre en la embocadura de cada cruce de tubo, para guiar el cable y evitar el deterioro del mismo o rozaduras en el tramo del cruce.

Los cables de media tensión unipolares de un mismo circuito, pasarán todos juntos por un mismo tubo dejándolos sin encintar dentro del mismo.

Nunca se deberán pasar dos cables trifásicos de media tensión por un tubo.

En aquellos casos especiales que a juicio del Supervisor de la Obra se instalen los cables unipolares por separado, cada fase pasará por un tubo y en estas circunstancias los tubos no podrán ser nunca metálicos.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el proyecto, o en su defecto donde indique el Supervisor de Obra (según se indica en el apartado CRUCES (cables entubados)).

Una vez tendido el cable, los tubos se taparán perfectamente con cinta de yute Pirelli Tupir o similar, para evitar el arrastre de tierras, roedores, etc., por su interior y servir a la vez de almohadilla del cable. Para ello se sierra el rollo de cinta en sentido radial y se ajusta a los diámetros del cable y del tubo quitando las vueltas que sobren.

9.2.5. MONTAJES.

9.2.5.1. EMPALMES.

Se ejecutarán los tipos denominados reconstruidos indicados en el proyecto, cualquiera que sea su aislamiento: papel impregnado, polímero o plástico.

Para su confección se seguirán las normas dadas por el Director de Obra o en su defecto las indicadas por el fabricante del cable o el de los empalmes.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en no romper el papel al doblar las venas del cable, así como en realizar los baños de aceite con la frecuencia necesaria para evitar coqueas. El corte de los rollos de papel se hará por rasgado y no con tijera, navaja, etc.

En los cables de aislamiento seco, se prestará especial atención a la limpieza de las trazas de cinta semiconductora pues ofrecen dificultades a la vista y los efectos de una deficiencia en este sentido pueden originar el fallo del cable en servicio.

9.2.5.2. BOTELLAS TERMINALES SIMÉTRICAS.

Se utilizará el tipo indicado en el proyecto, siguiendo para su confección las normas que dicte el Director de Obra o en su defecto el fabricante del cable o el de las botellas terminales.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en las soldaduras, de forma que no queden poros por donde pueda pasar humedad, así como en el relleno de las botellas, realizándose éste con calentamiento previo de la botella terminal y de forma que la pasta rebase por la parte superior.

Asimismo, se tendrá especial cuidado en el doblado de los cables de papel impregnado, para no rozar el papel, así como en la confección del cono difusor de flujos en los cables de campo radial, prestando atención especial a la continuidad de la pantalla.

Se recuerdan las mismas normas sobre el corte de los rollos de papel, y la limpieza de los trozos de cinta semiconductora dadas en el apartado anterior de Empalmes.

9.2.5.3. AUTOVALVULAS Y SECCIONADOR.

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico serán pararrayos autovalvulares tal y como se indica en la memoria del proyecto, colocados sobre el apoyo de entronque A/S, inmediatamente después del Seccionador según el sentido de la corriente. El conductor de tierra del pararrayo se colocará por el interior del apoyo resguardado por las caras del angular del montaje y hasta tres metros del suelo e irá protegido mecánicamente por un tubo de material no ferromagnético.

El conductor de tierra a emplear será de cobre aislado para la tensión de servicio, de 50 mm² de sección y se unirá a los electrodos de barra necesarios para alcanzar una resistencia de tierra inferior a 20.

La separación de ambas tomas de tierra será como mínimo de 5 m.

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

Los conductores de tierra atravesarán la cimentación del apoyo mediante tubos de fibrocemento de 6 cm. inclinados de manera que partiendo de una profundidad mínima de 0,60 m. emerjan lo más recto posible de la peana en los puntos de bajada de sus respectivos conductores.

9.2.5.4. HERRAJES Y CONEXIONES.

Se procurará que los soportes de las botellas terminales queden fijos tanto en las paredes de los centros de transformación como en las torres metálicas y tengan la debida resistencia mecánica para soportar el peso de los soportes, botellas terminales y cable.

Asimismo, se procurará que queden completamente horizontales.

9.2.5.5. COLOCACION DE SOPORTES Y PALOMILLAS.

Soportes y palomillas para cables sobre muros de hormigón.

Antes de proceder a la ejecución de taladros, se comprobará la buena resistencia mecánica de las paredes, se realizará asimismo el replanteo para que una vez colocados los cables queden bien sujetos sin estar forzados.

El material de agarre que se utilice será el apropiado para que las paredes no queden debilitadas y las palomillas soporten el esfuerzo necesario para cumplir la misión para la que se colocan.

Soportes y palomillas para cables sobre muros de ladrillo.

Igual al apartado anterior, pero sobre paredes de ladrillo.

9.2.6. VARIOS.

9.2.6.1. Colocación de cables en tubos y engrapado en columna (entronques aéreo-subterráneos para M.T.).

Los tubos serán de poliéster y se colocarán de forma que no dañen a los cables y queden fijos a la columna, poste u obra de fábrica, sin molestar el tránsito normal de la zona, con 0,50 m. aproximadamente bajo el nivel del terreno, y 2,50 m. sobre él. Cada cable unipolar de M.T. pasará por un tubo.

El engrapado del cable se hará en tramos de uno o dos metros, de forma que se repartan los esfuerzos sin dañar el aislamiento del cable.

El taponado del tubo será hermético y se hará con un capuchón de protección de neopreno o en su defecto, con cinta adhesiva o de relleno, pasta que cumpla su misión de taponar, no ataque el aislamiento del cable y no se estropee o resquebraje con el tiempo para los cables con aislamiento seco. Los de aislamiento de papel se taponarán con un rollo de cinta Tupir adaptado a los diámetros del cable y del tubo.

9.2.7. TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLES.

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado, asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque.

9.3. CONDICIONES TECNICAS PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE CENTROS DE TRANSFORMACION DE INTERIOR

9.3.1. OBJETO.

Este Pliego de Condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de construcción y montaje de centros de transformación, así como de las condiciones técnicas del material a emplear.

9.3.2. OBRA CIVIL.

Corresponde al Contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

9.3.2.1. EMPLAZAMIENTO.

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

El emplazamiento del centro debe ser tal que esté protegido de inundaciones y filtraciones.

En el caso de terrenos inundables el suelo del centro debe estar, como mínimo, 0,20 m por encima del máximo nivel de aguas conocido, o si no al centro debe proporcionársele una estanquidad perfecta hasta dicha cota.

El local que contiene el centro debe estar construido en su totalidad con materiales incombustibles.

9.3.2.2. EXCAVACION.

Se efectuará la excavación, si fuera necesario, con arreglo a las dimensiones y características del centro y hasta la cota necesaria indicada en el Proyecto.

La carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes será por cuenta del Contratista.

9.3.2.3. ACONDICIONAMIENTO.

Como norma general, una vez realizada la excavación se extenderá una capa de arena de 15 cm de espesor aproximadamente, procediéndose a continuación a su nivelación y compactación.

En caso de ubicaciones especiales, y previo a la realización de la nivelación mediante el lecho de arena, habrá que tener presente las siguientes medidas:

- ✓ Terrenos no compactados. Será necesario realizar un asentamiento adecuado a las condiciones del terreno, pudiendo incluso ser necesaria la construcción de una bancada de hormigón de forma que distribuya las cargas en una superficie más amplia.
- ✓ Terrenos en ladera. Se realizará la excavación de forma que se alcance una plataforma de asiento en zona suficientemente compactada y de las dimensiones necesarias para que el asiento sea completamente horizontal. Puede ser necesaria la canalización de las aguas de lluvia de la parte alta, con objeto de que el agua no arrastre el asiento del CT.
- ✓ Terrenos con nivel freático alto. En estos casos, o bien se eleva la capa de asentamiento del CT por encima del nivel freático, o bien se protege al CT mediante un revestimiento impermeable que evite la penetración de agua en el hormigón.

9.3.2.4. EDIFICIO PREFABRICADO DE HORMIGON.

Los distintos edificios prefabricados de hormigón se ajustarán íntegramente a las distintas Especificaciones de Materiales de la compañía suministradora, verificando su diseño los siguientes puntos:

- ✓ Los suelos estarán previstos para las cargas fijas y rodantes que implique el material.
- ✓ Se preverán, en lugares apropiados del edificio, orificios para el paso del interior al exterior de los cables destinados a la toma de tierra, y cables de B.T. y M.T. Los orificios estarán inclinados y desembocarán hacia el exterior a una profundidad de 0,40 m del suelo como mínimo.
- ✓ También se preverán los agujeros de empotramiento para herrajes del equipo eléctrico y el emplazamiento de los carriles de rodamiento de los transformadores. Asimismo se tendrán en cuenta los pozos de aceite, sus conductos de drenaje, las tuberías para conductores de tierra, registros para las tomas de tierra y canales para los cables A.T. y B.T. En los lugares de paso, estos canales estarán cubiertos por losas amovibles.
- ✓ Los muros prefabricados de hormigón podrán estar constituidos por paneles convenientemente ensamblados, o bien formando un conjunto con la cubierta y la solera, de forma que se impida totalmente el riesgo de filtraciones.
- ✓ La cubierta estará debidamente impermeabilizada de forma que no quede comprometida su estanquidad, ni haya riesgo de filtraciones. Su cara interior podrá quedar como resulte después

del desencofrado. No se efectuará en ella ningún empotramiento que comprometa su estanquidad.

- ✓ El acabado exterior del centro será normalmente liso y preparado para ser recubierto por pinturas de la debida calidad y del color que mejor se adapte al medio ambiente. Cualquier otra terminación: canto rodado, recubrimientos especiales, etc., podrá ser aceptada. Las puertas y recuadros metálicos estarán protegidos contra la oxidación.
- ✓ La cubierta estará calculada para soportar la sobrecarga que corresponda a su destino, para lo cual se tendrá en cuenta lo que al respecto fija la Norma UNE-EN 61330.
- ✓ Las puertas de acceso al centro de transformación desde el exterior cumplirán íntegramente lo que al respecto fija la Norma UNE-EN 61330. En cualquier caso, serán incombustibles, suficientemente rígidas y abrirán hacia afuera de forma que puedan abatirse sobre el muro de fachada.

Se realizará el transporte, la carga y descarga de los elementos constitutivos del edificio prefabricado, sin que éstos sufran ningún daño en su estructura. Para ello deberán usarse los medios de fijación previstos por el fabricante para su traslado y ubicación, así como las recomendaciones para su montaje.

De acuerdo con la Recomendación UNESA 1303-A, el edificio, una vez instalado, su interior será una superficie equipotencial. Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial, estarán unidas entre sí mediante soldaduras eléctricas. Las conexiones entre varillas metálicas pertenecientes a diferentes elementos, se efectuarán de forma que se consiga la equipotencialidad entre éstos.

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial podrá ser accesible desde el exterior del edificio, excepto las piezas que, insertadas en el hormigón, estén destinadas a la manipulación de las paredes y de la cubierta, siempre que estén situadas en las partes superiores de éstas.

Cada pieza de las que constituyen el edificio deberán disponer de dos puntos metálicos, lo más separados entre sí, y fácilmente accesibles, para poder comprobar la continuidad eléctrica de la armadura. La continuidad eléctrica podrá conseguirse mediante los elementos mecánicos del ensamblaje.

9.3.2.5. EVACUACION Y EXTINCION DEL ACEITE AISLANTE.

Las paredes y techos de las celdas que han de alojar aparatos con baño de aceite, deberán estar construidas con materiales resistentes al fuego, que tengan la resistencia estructural adecuada para las condiciones de empleo.

Con el fin de permitir la evacuación y extinción del aceite aislante, se preverán pozos con revestimiento estanco, teniendo en cuenta el volumen de aceite que puedan recibir. En todos los pozos se preverán apagafuegos superiores, tales como lechos de guijarros de 5 cm de diámetro aproximadamente, sifones

en caso de varios pozos con colector único, etc. Se recomienda que los pozos sean exteriores a la celda y además inspeccionables.

9.3.2.6. VENTILACION.

Los locales estarán provistos de ventilación para evitar la condensación y, cuando proceda, refrigerar los transformadores.

Normalmente se recurrirá a la ventilación natural, aunque en casos excepcionales podrá utilizarse también la ventilación forzada.

Cuando se trate de ubicaciones de superficie, se empleará una o varias tomas de aire del exterior, situadas a 0,20 m. del suelo como mínimo, y en la parte opuesta una o varias salidas, situadas lo más altas posible.

En ningún caso las aberturas darán sobre locales a temperatura elevada o que contengan polvo perjudicial, vapores corrosivos, líquidos, gases, vapores o polvos inflamables.

Todas las aberturas de ventilación estarán dispuestas y protegidas de tal forma que se garantice un grado de protección mínimo de personas contra el acceso a zonas peligrosas, contra la entrada de objetos sólidos extraños y contra la entrada del agua IP23D, según Norma UNE-EN 61330.

9.3.3. INSTALACION ELECTRICA.

9.3.3.1. APARAMENTA A.T.

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica y tipo "modular". De esta forma, en caso de avería, será posible retirar únicamente la celda dañada, sin necesidad de desaprovechar el resto de las funciones.

Utilizarán el hexafluoruro de azufre (SF6) como elemento de corte y extinción. El aislamiento integral en SF6 confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro de transformación por efecto de riadas. Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entrada de agua en el centro. El corte en SF6 resulta también más seguro que el aire, debido a lo expuesto anteriormente.

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

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, dotadas de curvas

CEI normalizadas (bien sean normalmente inversas, muy inversas o extremadamente inversas), y entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

Los cables se conexionarán desde la parte frontal de las cabinas. Los accionamientos manuales irán reagrupados en el frontal de la celda a una altura ergonómica a fin de facilitar la explotación.

El interruptor y el seccionador de puesta a tierra será un único aparato, de tres posiciones (cerrado, abierto y puesto a tierra), asegurando así la imposibilidad de cierre simultáneo del interruptor y seccionador de puesta a tierra. La posición de seccionador abierto y seccionador de puesta a tierra cerrado serán visibles directamente a través de mirillas, a fin de conseguir una máxima seguridad de explotación en cuanto a la protección de personas se refiere.

Las celdas responderán en su concepción y fabricación a la definición de apartamento bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE 20099. Se deberán distinguir al menos los siguientes compartimentos:

- ✓ Compartimiento de aparellaje. Estará relleno de SF6 y sellado de por vida. El sistema de sellado será comprobado individualmente en fabricación y no se requerirá ninguna manipulación del gas durante toda la vida útil de la instalación (hasta 30 años). Las maniobras de cierre y apertura de los interruptores y cierre de los seccionadores de puesta a tierra se efectuarán con la ayuda de un mecanismo de acción brusca independiente del operador.
- ✓ Compartimiento del juego de barras. Se compondrá de tres barras aisladas conexionadas mediante tornillos.
- ✓ Compartimiento de conexión de cables. Se podrán conectar cables secos y cables con aislamiento de papel impregnado. Las extremidades de los cables serán simplificadas para cables secos y termorretráctiles para cables de papel impregnado.
- ✓ Compartimiento de mando. Contiene los mandos del interruptor y del seccionador de puesta a tierra, así como la señalización de presencia de tensión. Se podrán montar en obra motorizaciones, bobinas de cierre y/o apertura y contactos auxiliares si se requieren posteriormente.
- ✓ Compartimiento de control. En el caso de mandos motorizados, este compartimiento estará equipado de bornas de conexión y fusibles de baja tensión. En cualquier caso, este compartimiento será accesible con tensión, tanto en barras como en los cables.

Las características generales de las celdas son las siguientes, en función de la tensión nominal (U_n):

$U_n \leq 20 \text{ kV}$

- ✓ Tensión asignada: 24 kV
- ✓ Tensión soportada a frecuencia industrial durante 1 minuto:

- A tierra y entre fases: 50 kV
- A la distancia de seccionamiento: 60 kV.
- Tensión soportada a impulsos tipo rayo (valor de cresta):
- A tierra y entre fases: 125 kV
- A la distancia de seccionamiento: 145 kV.

20 kV < Un ≤ 36 kV

- ✓ Tensión asignada: 36 kV
- ✓ Tensión soportada a frecuencia industrial durante 1 minuto:
 - A tierra y entre fases: 70 kV
 - A la distancia de seccionamiento: 80 kV.
- ✓ Tensión soportada a impulsos tipo rayo (valor de cresta):
 - A tierra y entre fases: 170 kV
 - A la distancia de seccionamiento: 195 kV.

9.3.3.2. EQUIPOS DE MEDIDA.

Cuando el centro de transformación sea tipo "abonado", se instalará un equipo de medida compuesto por transformadores de medida, ubicados en una celda de medida de A.T., y un equipo de contadores de energía activa y reactiva, ubicado en el armario de contadores, así como de sus correspondientes elementos de conexión, instalación y precintado.

Los transformadores de medida deberán tener las dimensiones adecuadas de forma que se puedan instalar en la celda de A.T. guardando las distancias correspondientes a su aislamiento. Por ello será preferible que sean suministrados por el propio fabricante de las celdas, ya instalados en ellas. En el caso de que los transformadores no sean suministrados por el fabricante de las celdas se le deberá hacer la consulta sobre el modelo exacto de transformadores que se van a instalar, a fin de tener la garantía de que las distancias de aislamiento, pletinas de interconexión, etc. serán las correctas.

Los contadores de energía activa y reactiva estarán homologados por el organismo competente.

Los cables de los circuitos secundarios de medida estarán constituidos por conductores unipolares, de cobre de 1 kV de tensión nominal, del tipo no propagador de la llama, de polietileno reticulado o etileno-propileno, de 4 mm² de sección para el circuito de intensidad y para el neutro y de 2,5 mm² para el circuito de tensión. Estos cables irán instalados bajo tubos de acero (uno por circuito) de 36 mm de diámetro interior, cuyo recorrido será visible o registrable y lo más corto posible.

La tierra de los secundarios de los transformadores de tensión y de intensidad se llevarán directamente de cada transformador al punto de unión con la tierra para medida y de aquí se llevará, en un solo hilo, a la regleta de verificación.

La tierra de medida estará unida a la tierra del neutro de Baja Tensión constituyendo la tierra de servicio, que será independiente de la tierra de protección.

En general, para todo lo referente al montaje del equipo de medida, precintabilidad, grado de protección, etc. se tendrán en cuenta lo indicado a tal efecto en la normativa de la compañía suministradora.

9.3.3.3. ACOMETIDAS SUBTERRANEAS.

Los cables de alimentación subterránea entrarán en el centro, alcanzando la celda que corresponda, por un canal o tubo. Las secciones de estos canales y tubos permitirán la colocación de los cables con la mayor facilidad posible. Los tubos serán de superficie interna lisa, siendo su diámetro 1,6 veces el diámetro del cable como mínimo, y preferentemente de 15 cm. La disposición de los canales y tubos será tal que los radios de curvatura a que deban someterse los cables serán como mínimo igual a 10 veces su diámetro, con un mínimo de 0,60 m.

Después de colocados los cables se obstruirá el orificio de paso por un tapón al que, para evitar la entrada de roedores, se incorporarán materiales duros que no dañen el cable.

En el exterior del centro los cables estarán directamente enterrados, excepto si atraviesan otros locales, en cuyo caso se colocarán en tubos o canales. Se tomarán las medidas necesarias para asegurar en todo momento la protección mecánica de los cables, y su fácil identificación.

Los conductores de alta tensión y baja tensión estarán constituidos por cables unipolares de aluminio con aislamiento seco termoestable, y un nivel de aislamiento acorde a la tensión de servicio.

9.3.3.4. ALUMBRADO.

El alumbrado artificial, siempre obligatorio, será preferiblemente de incandescencia.

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de manera que los aparatos de seccionamiento no queden en una zona de sombra; permitirán además la lectura correcta de los aparatos de medida. Se situarán de tal manera que la sustitución de lámparas pueda efectuarse sin necesidad de interrumpir la media tensión y sin peligro para el operario.

Los interruptores de alumbrado se situarán en la proximidad de las puertas de acceso.

La instalación para el servicio propio del CT llevará un interruptor diferencial de alta sensibilidad (30 mA).

9.3.3.5. PUESTAS A TIERRA.

Las puestas a tierra se realizarán en la forma indicada en el proyecto, debiendo cumplirse estrictamente lo referente a separación de circuitos, forma de constitución y valores deseados para las puestas a tierra.

Condiciones de los circuitos de puesta a tierra

- ✓ No se unirán al circuito de puesta a tierra las puertas de acceso y ventanas metálicas de ventilación del CT.
- ✓ La conexión del neutro a su toma se efectuará, siempre que sea posible, antes del dispositivo de seccionamiento B.T.
- ✓ En ninguno de los circuitos de puesta a tierra se colocarán elementos de seccionamiento.
- ✓ Cada circuito de puesta a tierra llevará un borne para la medida de la resistencia de tierra, situado en un punto fácilmente accesible.
- ✓ Los circuitos de tierra se establecerán de manera que se eviten los deterioros debidos a acciones mecánicas, químicas o de otra índole.
- ✓ La conexión del conductor de tierra con la toma de tierra se efectuará de manera que no haya peligro de aflojarse o soltarse.
- ✓ Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea continua, en la que no podrán incluirse en serie las masas del centro. Siempre la conexión de las masas se efectuará por derivación.
- ✓ Los conductores de tierra enterrados serán de cobre, y su sección nunca será inferior a 50 mm².
- ✓ Cuando la alimentación a un centro se efectúe por medio de cables subterráneos provistos de cubiertas metálicas, se asegurará la continuidad de éstas por medio de un conductor de cobre lo más corto posible, de sección no inferior a 50 mm². La cubierta metálica se unirá al circuito de puesta a tierra de las masas.
- ✓ La continuidad eléctrica entre un punto cualquiera de la masa y el conductor de puesta a tierra, en el punto de penetración en el suelo, satisfará la condición de que la resistencia eléctrica correspondiente sea inferior a 0,4 ohmios.

9.3.4. NORMAS DE EJECUCION DE LAS INSTALACIONES.

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 a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

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

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

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

9.3.5. PRUEBAS REGLAMENTARIAS.

La aparatamenta 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 fabricada.

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

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

Las pruebas y ensayos a que serán sometidas las celdas una vez terminada su fabricación serán las siguientes:

- ✓ Prueba de operación mecánica.
- ✓ Prueba de dispositivos auxiliares, hidráulicos, neumáticos y eléctricos.
- ✓ Verificación de cableado.
- ✓ Ensayo de frecuencia industrial.
- ✓ Ensayo dieléctrico de circuitos auxiliares y de control.
- ✓ Ensayo de onda de choque 1,2/50 ms.
- ✓ Verificación del grado de protección.

9.3.6. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.

9.3.6.1. PREVENCIÓNES GENERALES.

Queda terminantemente prohibida la entrada en el local a toda persona ajena al servicio y siempre que el encargado del mismo se ausente, deberá 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 al 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 nunca agua.

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

Todas las maniobras se efectuarán colocándose convenientemente sobre la banqueta.

Cada grupo de celdas llevará una placa de características con los siguientes datos:

- ✓ Nombre del fabricante.
- ✓ Tipo de apartamentada y número de fabricación.
- ✓ Año de fabricación.
- ✓ Tensión nominal.
- ✓ Intensidad nominal.
- ✓ Intensidad nominal de corta duración.
- ✓ Frecuencia industrial.

Junto al accionamiento de la apartamentada de las celdas se incorporarán, de forma gráfica y clara, las marcas e indicaciones necesarias para la correcta manipulación de dicha apartamentada.

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

9.3.6.2. PUESTA EN SERVICIO.

Se conectarán 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.

9.3.6.3. SEPARACION DE SERVICIO.

Se procederá en orden inverso al determinado en el apartado anterior, o sea, desconectando la red de baja tensión y separando después el interruptor de alta y seccionadores.

9.3.6.4. MANTENIMIENTO.

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

A fin de asegurar un buen contacto en las mordazas de los fusibles y cuchillas de los interruptores, así como en las bornas de fijación de las líneas de alta y de baja tensión, la limpieza se efectuará con la debida frecuencia. Esta se hará sobre banqueta, con trapos perfectamente secos, y teniendo muy presente que el aislamiento que es necesario para garantizar la seguridad personal, sólo se consigue teniendo en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.

Si es necesario cambiar los fusibles, se emplearán de las mismas características de resistencia y curva de fusión.

La temperatura del líquido refrigerante no debe sobrepasar los 60°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.

9.3.7. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACION.

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

- ✓ Autorización administrativa.
- ✓ Proyecto, suscrito por técnico competente.
- ✓ Certificado de tensiones de paso y contacto, por parte de empresa homologada.

- ✓ Certificado de Dirección de obra.
- ✓ Contrato de mantenimiento.
- ✓ Escrito de conformidad por parte de la compañía suministradora.

9.3.8. LIBRO DE ÓRDENES.

Se dispondrá en el centro de transformación de un libro de órdenes, en el que se harán constar las incidencias surgidas en el transcurso de su ejecución y explotación, incluyendo cada visita, revisión, etc.

9.3.9. RECEPCION DE LA OBRA.

Durante la obra o una vez finalizada la misma, el Director de Obra podrá verificar 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 incluirán los siguientes conceptos:

- ✓ Aislamiento. Consistirá en la medición de la resistencia de aislamiento del conjunto de la instalación y de los aparatos más importantes.
- ✓ Ensayo dieléctrico. Todo el material que forma parte del equipo eléctrico del centro deberá haber soportado por separado las tensiones de prueba a frecuencia industrial y a impulso tipo rayo.
- ✓ Instalación de puesta a tierra. Se comprobará la medida de las resistencias de tierra, las tensiones de contacto y de paso, la separación de los circuitos de tierra y el estado y resistencia de los circuitos de tierra.
- ✓ Regulación y protecciones. Se comprobará el buen estado de funcionamiento de los relés de protección y su correcta regulación, así como los calibres de los fusibles.
- ✓ Transformadores. Se medirá la acidez y rigidez dieléctrica del aceite de los transformadores.

Zaragoza, Diciembre 2019



El Ingeniero Industrial

Sergio Torné Darriba

Colegiado nº 1836



10. MEDICIONES Y PRESUPUESTO

10.1. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

El presente presupuesto asciende a la expresada cantidad de TREINTA Y SEIS MIL CUATROCIENTOS SESENTA Y UN EUROS Y CINCUENTA CÉNTIMOS (36.461,50 €).

Zaragoza, Diciembre 2019



El Ingeniero Industrial

Sergio Torné Darriba

Colegiado nº 1836

11. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

11.1. INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN.

En un sistema trifásico, la intensidad primaria I_p viene determinada por la expresión:

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

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

U = Tensión compuesta primaria en kV = 15 kV.

I_p = Intensidad primaria en Amperios.

Sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del transformador (kVA)	I_p (A)
400	15.4

siendo la intensidad total primaria de 15.4 Amperios.

11.2. INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN.

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

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

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

Wfe= Pérdidas en el hierro.

Wcu= Pérdidas en los arrollamientos.

U = Tensión compuesta en carga del secundario en kilovoltios = 0.4 kV.

Is = Intensidad secundaria en Amperios.

Sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del transformador (kVA)	Pérdidas totales en transformador (kW)	Is (A)
400	5.03	570.09

11.3. CORTOCIRCUITOS.

11.3.1. OBSERVACIONES.

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

11.3.2. CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.

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

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

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

Siendo:

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

U = Tensión primaria en kV.

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

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

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

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

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

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

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

U_s = Tensión secundaria en carga en voltios.

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

11.3.3. CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN.

Utilizando la fórmula expuesta anteriormente con:

$S_{cc} = 500$ MVA.

$U = 15$ kV.

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

$I_{ccp} = 19.25$ kA.

11.3.4. CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN.

Utilizando la fórmula expuesta anteriormente y sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del transformador (kVA)	Ucc (%)	Iccs (kA)
400	4	14.43

Siendo:

- Ucc: Tensión de cortocircuito del transformador en tanto por ciento.
- Iccs: Intensidad secundaria máxima para un cortocircuito en el lado de baja tensión.

11.4. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.

Como resultado de los ensayos que han sido realizados a las celdas fabricadas por Schneider Electric no son necesarios los cálculos teóricos ya que con los certificados de ensayo ya se justifican los valores que se indican tanto en esta memoria como en las placas de características de las celdas.

11.4.1. COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE.

La comprobación por densidad de corriente tiene como objeto verificar que no se supera la máxima densidad de corriente admisible por el elemento conductor cuando por el circule una corriente igual a la corriente nominal máxima.

Para las celdas modelo RM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51167219EA realizado por VOLTA.

11.4.2. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA.

La comprobación por solicitud electrodinámica tiene como objeto verificar que los elementos conductores de las celdas incluidas en este proyecto son capaces de soportar el esfuerzo mecánico derivado de un defecto de cortocircuito entre fase.

Para las celdas modelo RM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51168218XB realizado por VOLTA.

El ensayo garantiza una resistencia electrodinámica de 50kA.

11.4.3. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA. SOBREINTENSIDAD TÉRMICA ADMISIBLE.

La comprobación por solicitud térmica tienen como objeto comprobar que por motivo de la aparición de un defecto o cortocircuito no se producirá un calentamiento excesivo del elemento conductor principal de las celdas que pudiera así dañarlo.

Para las celdas modelo RM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51168218XB realizado por VOLTA.

El ensayo garantiza una resistencia térmica de 20kA 1 segundo.

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

* ALTA TENSIÓN.

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

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

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

Sin embargo, en el caso de utilizar como interruptor de protección del transformador un disyuntor en atmósfera de hexafluoruro de azufre, y ser éste el aparato destinado a interrumpir las corrientes de cortocircuito cuando se produzcan, no se instalarán fusibles para la protección de dicho transformador.

Potencia del transformador (kVA)	Intensidad nominal del fusible de A.T. (A)
-----	-----
400	31.5

* BAJA TENSIÓN.

En el circuito de baja tensión del transformador se instalará un Cuadro de Distribución homologado por la Compañía Suministradora.

Potencia del transformador (kVA)	Nº de Salidas en B.T.
-----	-----
400	4

11.6. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL C.T.

Las rejillas de ventilación de los edificios prefabricados EHC están diseñadas y dispuestas sobre las paredes de manera que la circulación del aire ventile eficazmente la sala del transformador. El diseño se ha realizado cumpliendo los ensayos de calentamiento según la norma UNE-EN 62271-102, tomando como base de ensayo los transformadores de 1000 KVA según la norma UNE 21428-1. Todas las rejillas de ventilación van provistas de una tela metálica mosquitero. El prefabricado ha superado los ensayos de calentamiento realizados en LCOE con número de informe 200506330341.

11.7. DIMENSIONES DEL POZO APAGAFUEGOS.

El foso de recogida de aceite tiene que ser capaz de alojar la totalidad del volumen de agente refrigerante que contiene el transformador en caso de su vaciamiento total.

Potencia del transformador (kVA)	Volumen mínimo del foso (litros)
-----	-----
400	480

Dado que el foso de recogida de aceite del prefabricado será de 760 litros para cada transformador, no habrá ninguna limitación en este sentido.

11.8. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.

11.8.1. INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina una resistividad media superficial $\sigma = 350 \Omega.m$.

11.8.2. DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE DE ELIMINACIÓN DE DEFECTO.

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora (Eléctricas Reunidas de Zaragoza (ERZ)), el tiempo total de eliminación del defecto es de 1 s.

El neutro de la red de distribución en Media Tensión está aislado. Por esto, la intensidad máxima de defecto dependerá de la capacidad entre la red y tierra. Dicha capacidad dependerá no sólo de la línea a la que está conectado el Centro, sino también de todas aquellas líneas tanto aéreas como subterráneas que tengan su origen en la misma subestación de cabecera, ya que en el momento en que se produzca un defecto (y hasta su eliminación) todas estas líneas estarán interconectadas.

En este caso, según datos proporcionados por Eléctricas Reunidas de Zaragoza (ERZ), la intensidad máxima de defecto, es de 1 A.

11.8.3. DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA.

* TIERRA DE PROTECCIÓN.

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

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

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

- Identificación: código 40-30/5/42 del método de cálculo de tierras de UNESA.

- Parámetros característicos:

$$K_r = 0.1 \, \Omega/(\Omega \cdot m).$$

$$K_p = 0.0231 \, V/(\Omega \cdot m \cdot A).$$

- Descripción:

Estará constituida por 4 picas en disposición rectangular unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm. y una longitud de 2.00 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 m. y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3.00 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 14 m., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

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

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

* TIERRA DE SERVICIO.

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

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

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

- Parámetros característicos:

$$K_r = 0.073 \Omega/(\Omega \cdot m).$$

$$K_p = 0.012 V/(\Omega \cdot m \cdot A).$$

- Descripción:

Estará constituida por 6 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm. y una longitud de 2.00 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 m. y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3.00 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 15 m., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

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

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

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

Existirá una separación mínima entre las picas de la tierra de protección y las picas de la tierra de servicio a fin de evitar la posible transferencia de tensiones elevadas a la red de Baja Tensión. Dicha separación está calculada en el apartado 2.8.8.

11.8.4. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRAS.

* TIERRA DE PROTECCIÓN.

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

- Resistencia del sistema de puesta a tierra, R_t :

$$R_t = K_r * \sigma .$$

- Tensión de defecto, Ud:

$$U_d = I_d * R_t .$$

Siendo:

$$\sigma = 350 \, \Omega.m.$$

$$K_r = 0.1 \, \Omega/(\Omega.m).$$

$$I_d = 1 \, A.$$

se obtienen los siguientes resultados:

$$R_t = 35 \, \Omega.$$

$$U_d = 35 \, V.$$

El aislamiento de las instalaciones de baja tensión del C.T. deberá ser mayor o igual que la tensión máxima de defecto calculada (Ud), por lo que deberá ser como mínimo de 2000 Voltios.

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

* TIERRA DE SERVICIO.

$$R_t = K_r * \sigma = 0.073 * 350 = 25.6 \, \Omega.$$

que vemos que es inferior a 37 Ω .



11.8.5. CÁLCULO DE LAS TENSIONES EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN.

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejillas de ventilación metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

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

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

$$U_p = K_p \cdot \sigma \cdot I_d = 0.0231 \cdot 350 \cdot 1 = 8.1 \text{ V.}$$

11.8.6. CÁLCULO DE LAS TENSIONES EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN.

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

El edificio prefabricado de hormigón EHC estará construido de tal manera que, una vez fabricado, su interior sea una superficie equipotencial. Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial estarán unidas entre sí mediante soldadura eléctrica.

Esta armadura equipotencial se conectará al sistema de tierras de protección (excepto puertas y rejillas, que como ya se ha indicado no tendrán contacto eléctrico con el sistema equipotencial; debiendo estar aisladas de la armadura con una resistencia igual o superior a 10.000 ohmios a los 28 días de fabricación de las paredes).

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

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

$$U_p \text{ acceso} = U_d = R_t \cdot I_d = 35 \cdot 1 = 35 \text{ V.}$$

11.8.7. CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS.

La tensión máxima de contacto aplicada, en voltios que se puede aceptar, será conforme a la Tabla 1 de la ITC-RAT 13 de instalaciones de puestas a tierra que se transcribe a continuación:

Duración de la corriente de falta, t_f (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, U_{ca} (V)
0.05	735
0.1	633
0.2	528
0.3	420
0.4	310
0.5	204
1.0	107

El valor de tiempo de duración de la corriente de falta proporcionada por la compañía eléctrica suministradora es de 1 seg., dato que aparece en la tabla adjunta, por lo que la máxima tensión de contacto aplicada admisible al cuerpo humano es:

$$U_{ca} = 107 \text{ V}$$

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

$$U_{P(\text{exterior})} = 10U_{ca} \left(1 + \frac{2R_{a1} + 6\sigma}{1000} \right)$$

$$U_{P(\text{acceso})} = 10U_{ca} \left(1 + \frac{2R_{a1} + 3\sigma + 3\sigma_h}{1000} \right)$$

Siendo:

$$U_{ca} = \text{Tensiones de contacto aplicada} = 107 \text{ V}$$

$$R_{a1} = \text{Resistencia del calzado} = 2.000 \text{ } \Omega \cdot \text{m}$$

$$\sigma = \text{Resistividad del terreno} = 350 \text{ } \Omega \cdot \text{m}$$

$$\sigma_h = \text{Resistividad del hormigón} = 3.000 \text{ } \Omega \cdot \text{m}$$

obtenemos los siguientes resultados:

$$U_{p(\text{exterior})} = 7597 \text{ V}$$

$$U_p(\text{acceso}) = 16103.5 \text{ V}$$

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

- en el exterior:

$$U_p = 8.1 \text{ V.} < U_p(\text{exterior}) = 7597 \text{ V.}$$

- en el acceso al C.T.:

$$U_d = 35 \text{ V.} < U_p(\text{acceso}) = 16103.5 \text{ V.}$$

11.8.8. INVESTIGACIÓN DE TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR.

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio previo para su reducción o eliminación.

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

$$D_{mín} = \frac{\sigma * I_d}{2.000 * \pi}$$

con:

$$\sigma = 350 \Omega.m.$$

$$I_d = 1 \text{ A.}$$

obtenemos el valor de dicha distancia:

$$D_{mín} = 0.06 \text{ m.}$$

11.8.9. CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL ESTABLECIENDO EL DEFINITIVO.

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado. No obstante, si el valor medido de las tomas de tierra resultara elevado y pudiera dar lugar a tensiones de paso o contacto excesivas, se corregirían estas mediante la disposición de una alfombra aislante en el suelo del Centro, o cualquier otro medio que asegure la no peligrosidad de estas tensiones.

Zaragoza, Diciembre 2019



El Ingeniero Industrial

Sergio Torné Darriba

Colegiado nº 1836



12. PLANOS

1. ÍNDICE

1. ÍNDICE.....	2
2. MEMORIA	8
2.1. OBJETO Y JUSTIFICACION DEL PROYECTO.....	8
2.2. REGLAMENTACION Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES.....	8
2.3. EMPLAZAMIENTO	9
2.4. AGENTES	9
2.5. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA INSTALACION	9
2.5.1. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN.....	10
2.5.2. CENTRO DE SECCIONAMIENTO y transformación.....	10
2.5.3. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN	11
2.6. RELACIÓN DE AFECTADOS	11
2.7. PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA.	11
3. MEMORIA LÍNEA EN MEDIA TENSIÓN	12
3.1. INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE MEDIA TENSIÓN.	12
3.1.1. TRAZADO.	12
3.1.2. CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS.	13
3.1.3. MATERIALES.....	13
3.1.4. CONDUCTORES, EMPALMES Y APARAMENTA ELÉCTRICA.	14
3.1.5. SISTEMAS DE INSTALACION	14
3.1.6. TENDIDO DE CONDUCTORES DE POTENCIA	16
3.1.7. ENSAYO DE CONDUCTORES.....	17
4. MEMORIA CENTRO DE SECCIONAMIENTO Y TRANSFORMACIÓN	18
4.1. CARACTERÍSTICAS EDIFICIOS.....	18
4.1.1. OBRA CS y CT	18
4.2. INSTALACION ELECTRICA.	19



4.2.1.	LINEA ALIMENTACION.....	19
4.2.2.	APARAMENTA A.T.	19
4.2.3.	APARAMENTA B.T.	25
4.2.4.	MATERIAL VARIO AT/BT (en caseta de seccionamiento y transformación).....	25
4.3.	MEDIDA DE LA ENERGIA ELECTRICA.....	25
4.4.	PUESTA A TIERRA (centro de seccionamiento y transformación).....	26
4.4.1.	TIERRA DE PROTECCION.....	26
4.4.2.	TIERRA DE SERVICIO.....	27
4.4.3.	TIERRAS INTERIORES.	27
4.5.	INSTALACIONES SECUNDARIAS (centro de seccionamiento y transformación)	27
4.5.1.	ALUMBRADO.....	27
4.5.2.	PROTECCION CONTRA INCENDIOS.	28
4.5.3.	VENTILACION.	28
4.5.4.	MEDIDAS DE SEGURIDAD.....	28
4.6.	VERIFICACIONES E INSPECCIONES.....	29
4.6.1.	VERIFICACIÓN E INSPECCIÓN DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS PROPIEDAD DE EMPRESAS DE TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	29
4.6.2.	VERIFICACIÓN E INSPECCIÓN DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS QUE NO SEAN PROPIEDAD DE EMPRESAS DE TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	30
4.7.	CAMPOS MAGNETICOS EN LA PROXIMIDAD DE LAS INSTALACIONES DE ALTA TENSIÓN	30
4.8.	RESUMEN.....	30
5.	ANEXO. CÁLCULO CT.....	31
5.1.	INTENSIDAD EN ALTA TENSIÓN.	31
5.2.	INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN.	31
5.3.	CORTOCIRCUITOS.....	32
5.3.1.	OBSERVACIONES	32
5.3.2.	CÁLCULO DE CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO	32
5.3.3.	CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN.	33



5.3.4.	CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN.....	33
5.4.	JUSTIFICACIÓN DE LOS PUENTES DE ALTA TENSIÓN	33
5.4.1.	Intensidad máxima admisible	33
5.4.2.	Intensidad de cortocircuito.....	33
5.5.	JUSTIFICACIÓN DE LOS PUENTES DE BAJA TENSIÓN.....	34
5.5.1.	Intensidad máxima admisible	34
5.5.2.	Intensidad de cortocircuito.....	34
5.6.	DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.	35
5.7.	COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE.	35
5.7.1.	COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA.	36
5.7.2.	COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA A CORTOCIRCUITO.	36
5.8.	SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN.	37
5.8.1.	PROTECCIÓN TRAFO.....	37
5.8.2.	PROTECCIÓN EN BAJA TENSIÓN	37
5.9.	CÁLCULO DE LA VENTILACIÓN DEL CT.....	37
5.10.	CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.	39
5.10.1.	INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.....	39
5.10.2.	DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACIÓN DEL DEFECTO.	39
5.10.3.	DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA.	39
5.10.4.	CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA.	40
5.10.5.	CÁLCULO DE LAS TENSIONES EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN.	42
5.10.6.	CÁLCULO DE LAS TENSIONES EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN.....	42
5.10.7.	CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS.	43
5.10.8.	INVESTIGACIÓN DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR.....	44
5.10.9.	CORRECCIÓN DEL DISEÑO INICIAL.....	44
6.	ANEXO. CONDICIONES DE SUMINISTRO.....	45
7.	ANEXO. ESTUDIO DE JUSTIFICACIÓN DE CAMPOS MAGNÉTICOS	46



8. ANEXO. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD, HIGIENE Y SALUD EN EL TRABAJO, CON APLICACION INTEGRAL DE LA LEY DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.....	53
8.1. 1. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.	53
8.1.1. INTRODUCCIÓN.....	53
8.1.2. DERECHOS Y OBLIGACIONES.....	53
8.1.3. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.....	59
8.1.4. CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.....	59
8.2. DISPOSICIONES MINIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.	60
8.2.1. INTRODUCCIÓN.....	60
8.2.2. 2.2. OBLIGACIÓN GENERAL DEL EMPRESARIO.	61
8.3. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.....	62
8.3.1. INTRODUCCIÓN.....	62
8.3.2. OBLIGACIÓN GENERAL DEL EMPRESARIO.....	62
8.4. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.....	68
8.4.1. 4.1. INTRODUCCIÓN.	68
8.4.2. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD.	68
8.4.3. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS. 82	
8.5. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.	82
8.5.1. INTRODUCCIÓN.....	82
8.5.2. OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO.	83
9. PLIEGO DE CONDICIONES	86
9.1. CONDICIONES GENERALES	86
9.1.1. OBJETO.....	86
9.1.2. CAMPO DE APLICACIÓN.....	86
9.1.3. DISPOSICIONES GENERALES.	86



9.1.4.	ORGANIZACION DEL TRABAJO.....	88
9.1.5.	DISPOSICION FINAL.....	93
9.2.	CONDICIONES PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE LAS LINEAS ELECTRICAS DE ALTA TENSION CON CONDUCTORES AISLADOS.....	94
9.2.1.	PREPARACION Y PROGRAMACION DE LA OBRA.....	94
9.2.2.	ZANJAS.....	94
9.2.3.	CRUCES (CABLES ENTUBADOS).....	99
9.2.4.	TENDIDO DE CABLES BAJO TUBO.....	103
9.2.5.	MONTAJES.....	103
9.2.6.	VARIOS.....	105
9.2.7.	TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLES.....	106
9.3.	CONDICIONES TECNICAS PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE CENTROS DE TRANSFORMACION DE INTERIOR.....	106
9.3.1.	OBJETO.....	106
9.3.2.	OBRA CIVIL.....	106
9.3.3.	INSTALACION ELECTRICA.....	109
9.3.4.	NORMAS DE EJECUCION DE LAS INSTALACIONES.....	113
9.3.5.	PRUEBAS REGLAMENTARIAS.....	114
9.3.6.	CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.....	115
9.3.7.	CERTIFICADOS Y DOCUMENTACION.....	116
9.3.8.	LIBRO DE ÓRDENES.....	117
9.3.9.	RECEPCION DE LA OBRA.....	117
10.	MEDICIONES Y PRESUPUESTO.....	118
10.1.	RESUMEN DEL PRESUPUESTO.....	119
11.	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.....	120
11.1.	INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN.....	120
11.2.	INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN.....	120
11.3.	CORTOCIRCUITOS.....	121



11.3.1.	Observaciones.	121
11.3.2.	Cálculo de las Corrientes de Cortocircuito.	121
11.3.3.	Cortocircuito en el lado de Alta Tensión.	122
11.3.4.	Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.....	123
11.4.	DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.	123
11.4.1.	Comprobación por densidad de corriente.	123
11.4.2.	Comprobación por sollicitación electrodinámica.	124
11.4.3.	Comprobación por sollicitación térmica. Sobreintensidad térmica admisible.	124
11.5.	SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN.	124
11.6.	DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL C.T.	125
11.7.	DIMENSIONES DEL POZO APAGAFUEGOS.....	126
11.8.	CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.	126
11.8.1.	Investigación de las características del suelo.	126
11.8.2.	Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y tiempo máximo correspondiente de eliminación de defecto.	126
11.8.3.	Diseño preliminar de la instalación de tierra.....	127
11.8.4.	Cálculo de la resistencia del sistema de tierras.....	128
11.8.5.	Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.	130
11.8.6.	Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación.	130
11.8.7.	Cálculo de las tensiones aplicadas.	131
11.8.8.	Investigación de tensiones transferibles al exterior.....	132
11.8.9.	Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo.....	133
12.	PLANOS	134

2. MEMORIA

2.1. OBJETO Y JUSTIFICACION DEL PROYECTO

El objeto del presente proyecto es establecer y justificar todos los datos constructivos que permitan la ejecución de la instalación proyecto de Centro de Seccionamiento y Transformación para dotar de suministro eléctrico a un edificio para colegio de infantil y primaria (Uso docente), que se pretende construir en el barrio de Parque Venecia , Zaragoza.

Así mismo es objeto del presente proyecto exponer ante los Organismos Competentes las condiciones y garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente, con el fin de obtener la Autorización Administrativa y la de Ejecución de la instalación, así como servir de base a la hora de proceder a la ejecución de dichas instalaciones.

La ejecución de este proyecto, se realizará de acuerdo con los vigentes Reglamentos.

2.2. REGLAMENTACION Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES

El presente proyecto recoge las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, dando con ello cumplimiento a las siguientes disposiciones:

- ✓ Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23
- ✓ Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- ✓ Real Decreto 223/2008 de 15 de Febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- ✓ Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- ✓ Normas particulares y de normalización de la Cía. Suministradora de Energía Eléctrica.
- ✓ Recomendaciones UNESA.
- ✓ Normalización Nacional. Normas UNE, incluidas todas aquellas citadas en la reglamentación vigente.



- ✓ Método de Cálculo y Proyecto de instalaciones de puesta a tierra para Centros de Transformación conectados a redes de tercera categoría, UNESA.
- ✓ Ley 10/1996, de 18 de marzo sobre Expropiación Forzosa y sanciones en materia de instalaciones eléctricas y Reglamento para su aplicación, aprobado por Decreto 2619/1966 de 20 de octubre.
- ✓ Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- ✓ Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- ✓ Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- ✓ Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- ✓ Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.

2.3. EMPLAZAMIENTO

El edificio objeto del presente proyecto está situado en la urbanización Parque Venecia (Zaragoza).

2.4. AGENTES

PROMOTOR:

GOBIERNO DE ARAGÓN. DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTES.

AUTOR DEL PROYECTO:

El autor del presente Proyecto es Sergio Torné Darriba, Ingeniero Industrial adscrito al Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja, con nº de colegiado 1836 y dirección fiscal en Paseo Alberto Casañal Shakery, Nº 3, Local, Zaragoza.

2.5. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA INSTALACION

Como ya se ha especificado anteriormente, el proyecto se compone de varias instalaciones principales, las cuales se detallan a continuación.

2.5.1. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN

La línea subterránea de media tensión que abastecerá al Centro de Seccionamiento y Transformación proyectado se alimentará desde la línea subterránea de media tensión existente LSMT según condiciones de suministro de Compañía a 15kV y denominada L8-PAZ, con traza L7PAZ-001 de 15 KV con conductor RH5Z1 3x1x400 mm² AL 12/20 KV que discurre frente a la parcela.

2.5.2. CENTRO DE SECCIONAMIENTO Y TRANSFORMACIÓN

El centro de seccionamiento y transformación se ubicará en la Avenida Policía Local SN, de Parque Venecia en Zaragoza, según se indica en los planos de este proyecto, con acceso desde la vía pública.

El centro de seccionamiento y transformación se alojará en la parcela del propio colegio, en un edificio prefabricado.

Este centro será de compañía y se ejecutara por parte del gobierno de Aragón para posteriormente ser cedido a compañía suministradora.

Contará con acceso independiente y estará separado físicamente por una verja metálica con una puerta de comunicación hacia via publica don cerradura y candado según condiciones de compañía suministradora

Posteriormente a la instalación, la línea de media tensión y el centro de transformación completo, serán cedidas a la Compañía.

El centro de transformación objeto del presente proyecto será de tipo interior, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envolvente metálica según norma UNE-EN 62271-200.

Las celdas a emplear serán de la serie RM6 de Schneider Electric, un conjunto de celdas compactas equipadas con apartamento de alta tensión, bajo envolvente única metálica con aislamiento integral, para una tensión admisible hasta 24 kV, acorde a las siguientes normativas:

- UNE-E ISO 90-3, UNE-EN 60420.
- UNE-EN 62271-102, UNE-EN 60265-1.
- UNE-EN 62271-200, UNE-EN 62271-105, IEC 62271-103, UNE-EN 62271-102.
- UNESA Recomendación 6407 B

Toda la apartamenta estará agrupada en el interior de una cuba metálica estanca rellena de hexafluoruro de azufre con una presión relativa de 0.1 bar (sobre la presión atmosférica), sellada de por vida y acorde a la norma UNE-EN 62271-1.

La acometida al mismo será subterránea, alimentando al centro mediante una red de Media Tensión, y el suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio de 15 kV y una frecuencia de 50 Hz, siendo la Compañía Eléctrica suministradora Endesa Distribución (Eléctricas Reunidas de Zaragoza - ERZ).

2.5.3. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN

En este proyecto no se define ni se incluye la línea desde el cuadro de baja tensión del centro de transformación hasta el AST y medida del colegio, ya que es objeto del proyecto de Baja Tensión.

2.6. RELACIÓN DE AFECTADOS

La relación de propietarios que se ven afectados por la ejecución de dicha obra es únicamente el propietario de la parcela dónde se ubica el edificio, por tanto no es objeto de este expediente solicitar permisos añadidos para la ejecución de las obras al no discurrir por vía pública.

2.7. PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA.

Se precisa el suministro de energía eléctrica para alimentar al edificio objeto de este proyecto a una tensión de 400 / 230 V. La potencia solicitada es inferior a 100kVA, según se justifica en proyecto de baja tensión, con la siguiente previsión de potencias:

C.G.B.T.	S=	0,00				
SUBTOTAL CS INFATIL POR. SUM. RED	13349	9344,3	III	RED	1	0,7
SUBTOTAL CS COCINA/COMEDOR SUM. RED	35610	21366	III	RED	1	0,6
SUBTOTAL CS GIMNASIO SUM. RED	1260	882	R	RED	1	0,7
SUBTOTAL CS CLIMATIZADORES SUM. RED	10115	11334,375	III	RED	1	0,9
SUBTOTAL CS G.P.A.F. SUM. RED	6430	8037,5	III	RED	1	1
SUBTOTAL CS C. CALDERA/AEROT. SUM. RED	23252	25355,25	III	RED	1	0,9
SUBTOTAL CS PRIMARIA SUM. RED	48644,5	37101,685	III	RED	1	0,8
SUBTOTAL CS INFANTIL SUM. GRUPO	7063	7063	III	GRUPO	1	1
SUBTOTAL CS COCINA/COMEDOR SUM. GRUPO	7863,5	7863,5	III	GRUPO	1	1
SUBTOTAL CS GIMNASIO SUM. GRUPO	1790	1790	R	GRUPO	1	1
SUBTOTAL CS G.P.I. SUM. GRUPO	15694	19444	III	GRUPO	1	1
SUBTOTAL CS RACK SUM. GRUPO	2694	2694	R	GRUPO	1	1
ALUMBRDO C.G.B.T. Y CUARTOS TECNICOS	100	100	S	GRUPO	1	1
ALUMBRADO EMERGENCIA S-1	50	50	S	GRUPO	1	1
SUBTOTAL CS PRIARIA SUM. GRUPO	10266	10266	III	GRUPO	1	1
ACOMETIDA C.G.B.T.EDIFICIO CA SUM. RED	152488,7	83992,8123	III	RED	1	0,6
DERIVACIÓN INDIVIDUAL SUM.NORMAL						83.992,81 W

Se solicitan 85 Kw en las condiciones de suministro a compañía

Para satisfacer está potencia demandada, se proyecta un transformador de 400kVA, relación de transformación 15 / 0,42 kV.

3. MEMORIA LÍNEA EN MEDIA TENSIÓN

3.1. INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE MEDIA TENSIÓN.

3.1.1. TRAZADO.

La línea subterránea de media tensión que abastecerá al Centro de Seccionamiento y Transformación proyectado se alimentará desde la línea subterránea de media tensión existente LSMT que discurre por la Avenida de policía local SN en Parque Venecia de Zaragoza, denominada L8-PAZ, con traza L7PAZ-001 de 15 KV con conductor RH5Z1 3x1x400 mm² AL 12/20 KV que discurre frente a la parcela

Esta Red Subterránea en Media Tensión será de doble circuito y discurrirá por acera bajo zanja directamente enterrada desde el punto de conexión con la red de la Compañía, hasta el Centro de Seccionamiento objeto de proyecto.

El acceso al Centro de transformacion de las líneas subterráneas (entrada y salida) será mediante tubos de 160mm de diámetro, a la cota reglamentaria.

El conductor de la línea subterránea será de sección RH5Z1 3 x 1 x 400 mm² Al con aislamiento seco, cuyo trazado se refleja en los planos del presente proyecto.

La longitud de la línea de MT desde el punto de conexión al Centro de Seccionamiento es de 130m (65 m x 2) aproximadamente.

Las afecciones en toda la longitud del trazado no suponen a priori cruces con otras instalaciones. En cualquier caso, previamente a la ejecución de la obra se estudiarán planos de tendido de todas las instalaciones por si fuera necesario considerar distancias entre ellas y la red subterránea de media tensión.

El recorrido de la RSMT en proyecto, se realizará bajo acera, según planos y detalles del presente proyecto.

El promotor dejará 4 metros de conductor por terna y fase, en la localización del punto de conexión para que Endesa realice las conexiones a su Red, así como otros tantos para la conexión en el interior del CT.

Todos los trabajos se realizarán conforme a normas e indicaciones de Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U.

Las características de la línea serán:

- | | |
|-----------------------------|--|
| ✓ Denominación: | RH5Z1 12/20 KV lx400mm ² AL+H16 |
| ✓ U0/U: | 12/20 KV |
| ✓ Nº y sección Aislamiento: | 1 x 400 mm ² Al |
| ✓ Aislamiento: | Polietileno reticulado.(XLPE). |

- ✓ Imáx régimen permanente; 490 A
- ✓ Fabricación según recomendaciones UNESA 33058-1º Complemento.

3.1.2. CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS.

Las distancias a cumplir en cruzamientos con otros servicios, proximidades y paralelismos de las redes en proyecto, se fijan como mínimas las siguientes:

CRUZAMIENTOS	CONDICIONES
Calles y carreteras	Profundidad hasta la parte superior del tubo $\geq 0,60$ m.
Ferrocarriles	Profundidad hasta la parte superior del tubo $\geq 1,10$ m. Canalización entubada y hormigonada
Con otros conductores subterráneos	Distancia $\geq 0,25$ m. En empalmes ≥ 1 m
Con cables de telecomunicaciones	Distancia $\geq 0,20$ m. En empalmes ≥ 1 m
Con canalizaciones de agua	Distancia $\geq 0,20$ m. En empalmes ≥ 1 m
Con canalizaciones de gas	Ver tabla 3 ICT-LAT-06 del RD 223/2008
Conducciones de alcantarillado	Por encima del alcantarillado
Depósitos de carburante	Separados mediante tubos, a $\geq 1,20$ m. del depósito

PARALELISMOS	CONDICIONES
Con otros conductores subterráneos	Distancia $\geq 0,25$ m.
Con cables de telecomunicaciones	Distancia $\geq 0,20$ m.
Con canalizaciones de agua	Distancia $\geq 0,20$ m. En empalmes ≥ 1 m
Con canalizaciones de gas	Ver tabla 4 ICT-LAT-06 del RD 223/2008

3.1.3. MATERIALES.

Todos los materiales serán de los tipos "aceptados" por la Cía. Suministradora de Electricidad.

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

Los materiales siderúrgicos serán como mínimo de acero A-42B. Estarán galvanizados por inmersión en caliente con recubrimiento de zinc de $0,61 \text{ kg/m}^2$ como mínimo, debiendo ser capaces de soportar cuatro

inmersiones en una solución de $\text{SO}_4 \text{ Cu}$ al 20 % de una densidad de 1,18 a 18 °C sin que el hierro quede al descubierto o coloreado parcialmente.

3.1.4. CONDUCTORES, EMPALMES Y APARAMENTA ELÉCTRICA.

Los conductores utilizados en la red eléctrica estarán dimensionados para soportar la tensión de servicio y las botellas terminales y empalmes serán adecuados para el tipo de conductor empleado y aptos igualmente para la tensión de servicio.

La línea proyectada será de 3 x 1 x 240 mm² Al con aislamiento seco. Estarán debidamente protegidos contra la corrosión y tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos durante el tendido. Sus características principales son las siguientes:

- ✓ Sección: 240 mm²
- ✓ Conductor: Aluminio
- ✓ Aislamiento: Seco
- ✓ Tensión: 12/20 KV
- ✓ Designación: 1x 400 Al RH5-Z1 12/20 KV
- ✓ La longitud total de la línea serán aproximadamente 130 metros (ida y vuelta).

Los empalmes para conductores con aislamiento seco podrán estar constituidos por un manguito metálico que realice la unión a presión de la parte conductora, sin debilitamiento de sección ni producción de vacíos superficiales. El aislamiento podrá ser construido a base de cinta semiconductora interior, cinta autovulcanizable, cinta semiconductora capa exterior, cinta metálica de reconstitución de pantalla, cinta para compactar, trenza de tierra y nuevo encintado de compactación final, o utilizando materiales termorretráctiles, o premoldeados u otro sistema de eficacia equivalente. Los empalmes para conductores desnudos podrán ser de plena tracción de los denominados estirados, comprimidos o de varillas preformadas.

La aparamenta eléctrica que interviene en el diseño de la red eléctrica queda descrita perfectamente en el anexo de cálculo del proyecto.

3.1.5. SISTEMAS DE INSTALACION

3.1.5.1. En canalización bajo acera:

Los conductores se alojarán en una zanja de 0,85 m. de profundidad mínima, variando su dimensión en función del número de tubos dispuestos.



Las canalizaciones estarán constituidas por tubos de PVC de 160 mm. de diámetro con doble capa interior lisa de suficiente resistencia, debidamente enterrados en la zanja y sobre una base de arena fina de 10 cm. Encima se situará otra capa de arena de 30 cm. de espesor .

El resto de la zanja se rellenará con tierra o zahorras seleccionadas, para la obtención de una densidad que nunca deberá ser inferior al 98% del proctor modificado. Así mismo y a una cota de 50 centímetros de la rasante se colocará una malla de señalización y advertencia de la existencia de riesgo eléctrico y atención a la existencia de cables de alta tensión. Esta malla será de color amarillo y se instalará una banda por cada terna de conductor existente en proyección vertical.

3.1.5.2. En canalizaciones para cruce de calzada:

Los conductores se alojarán en una zanja de 0,95 m. de profundidad mínima, variando su dimensión en función del número de tubos dispuestos.

Las canalizaciones estarán constituidas por tubos de PVC de 160 mm. de diámetro con doble capa interior lisa de suficiente resistencia, debidamente enterrados en la zanja y hormigonados.

En cada uno de los tubos no se instalará más de un circuito.

Se dejará un tubo de reserva de similares características.

En los trazados de los circuitos que impliquen cruzamientos de calzadas transitadas o puntos que por interferencias con otras actividades de las obras así lo requiera, se efectuarán conducciones enterradas y consolidadas por prismas de hormigón. A tal efecto se instalarán tubos de PVC de 160 mm, hormigonados con hormigón en masa H-200, con los mismos criterios que los utilizados en la zanja para conductores directamente enterrados.

Antes del tendido se eliminará de su interior la suciedad o tierra garantizándose el paso de los cables mediante mandrilado acorde a la sección interior del tubo o sistema equivalente. Durante el tendido se deberán embocar correctamente para evitar la entrada de tierra u hormigón.

3.1.5.3. ZANJAS

Las infraestructuras de obra civil están constituidas por zanjas de paredes verticales o en talud, en función de las profundidades de las mismas o entibadas en el caso que la naturaleza del terreno lo haga necesario, y de acuerdo al estudio de seguridad específico de esta obra.

La profundidad de la zanja será la necesaria para garantizar una cota mínima del último conductor a la superficie de 0,80 m, y la distancia mínima entre conductores de 20 cm.

La anchura irá en función del número de conductores a instalar, siendo la distancia mínima entre conductores a ejes de 20 centímetros.



Las paredes de las zanjas serán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

Cuando las características del terreno, la existencia de servicios o la previsión de instalación de nuevos servicios cuya construcción comprometa la seguridad del tendido subterráneo, lo aconsejen, se aumentará la profundidad de la zanja de acuerdo con el supervisor de obra o persona en la que delegue.

Se procurará dejar un espacio mínimo 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.

Se deben tomar las precauciones precisas, para no tapar con tierra los registros de gas, bocas de riego, alcantarillas, etc.

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

Las dimensiones mínimas de las zanjas serán las especificadas en los planos adjuntos.

3.1.6. TENDIDO DE CONDUCTORES DE POTENCIA

El tendido de conductores se efectuará en el fondo de zanja, tendido y protegido mediante limo, bajo tubo, de acuerdo a las premisas que a continuación se detallan, que garanticen la vida útil para los que fueron diseñados:

- ✓ Los conductores se tenderán con ubicación de bobina sobre caballetes alza bobinas rodantes.
- ✓ Los tendidos se efectuarán sobre rodillos colocados a una interdistancia de 3 metros o de forma que la cubierta no sea erosionada por el terreno en ninguna fase del tendido.
- ✓ En los ángulos se dispondrá de rodillos angulares, con radios de curvatura de 30 veces el diámetro del conductor y 15 veces su diámetro como mínimo en curvaturas fijas permanentes.
- ✓ La tracción se efectuará del conductor en punta.
- ✓ El tendido se efectuará con máquina de tracción y registrador de tiro, de forma que los registros de tracción aseguren una tracción máxima de 3 kg/mm².
- ✓ Una vez tendido los conductores, éstos se agruparán en terna mediante cintillos plásticos, colocados cada tres metros.
- ✓ En los tendidos bajo tubo se lubricarán los cables con vaselina líquida inocua, así como se colocarán "coquillas" de centrado a la salida de los tubos para su posicionamiento definitivo.
- ✓ En la fase de tendido se levantará un plano "as built", de acuerdo a la normativa de croquizado de redes subterráneas establecidas por Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U.

3.1.7. ENSAYO DE CONDUCTORES

Los conductores una vez tendidos y protegidos con limo, deberán ser sometidos a los siguientes ensayos mínimos, más allá de los que pudiera realizar la compañía distribuidora antes de pasar a su explotación, como garantía de la correcta instalación de los conductores en su fase de tendido.

- ✓ Ensayo de continuidad de fase.
- ✓ Ensayo de continuidad de pantalla.
- ✓ Ensayo de cubierta.
- ✓ Ensayo de rigidez dieléctrica del aislamiento respecto a tierra.
- ✓ Ensayo de rigidez dieléctrica entre conductores.
- ✓ Verificación de cable y correspondencia con rotulación de la aparamenta.

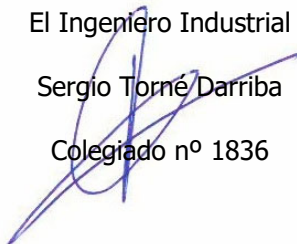
Zaragoza, Diciembre 2019



El Ingeniero Industrial

Sergio Torné Darriba

Colegiado nº 1836



4. MEMORIA CENTRO DE SECCIONAMIENTO Y TRANSFORMACIÓN

4.1. CARACTERÍSTICAS EDIFICIOS

4.1.1. OBRA CS Y CT

El centro de seccionamiento y transformación están ubicados en la planta baja del colegio en un edificio prefabricado con acceso independiente desde vía pública y como se muestra en la documentación gráfica.

Por tanto, las características de la obra civil son las del propio edificio prefabricado y homologado por compañía y se describen en planos del presente proyecto.

El centro, dispone de puerta de acceso desde el exterior, para su diseño se han observado todas las normativas antes indicadas, teniendo en cuenta las distancias necesarias para pasillos, accesos, etc.

Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10.000 ohmios respecto de la tierra de la envolvente.

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial será accesible desde el exterior.

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

En la base de la envolvente irán dispuestos, tanto en el lateral como en la solera, los orificios para la entrada de cables de Alta Tensión.

4.2. INSTALACION ELECTRICA.

4.2.1. LINEA ALIMENTACION

La red subterránea de media tensión será a 15 kV, desde la línea de M.T. de Endesa Distribución Eléctrica S.L.

Esta línea será subterránea, con una tensión de 15 kV y una frecuencia de 50 Hz., con nivel de aislamiento según tabla 2 de la ITC-LAT-06.

Igualmente la Compañía, y en función de sus relés, da un tiempo máximo de desconexión en caso de defecto F-F y F-N de 1 segundo.

El neutro de la red, por su parte, es el tipo Aislado.

El cable subterráneo será de aislamiento en etileno propileno de alto módulo, del tipo RHZ1, con una tensión de aislamiento de 15 KV., unipolares, de Aluminio y una sección de 3x(1 x 240) mm².

De esta forma, el centro de transformación quedará en anillo con la instalación existente.

4.2.2. APARAMENTA A.T.

Las celdas estarán basadas en el sistema CGM, formado por un conjunto de celdas modulares de Media Tensión, con aislamiento y corte en SF₆, cuyos embarrados se conectan utilizando unos elementos patentados por ORMAZABAL, y denominados "conjunto de unión", consiguiendo una unión totalmente apantallada, e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación,...).

Destacar que la interconexión entre el centro de seccionamiento y de transformación se hará con cable unipolar de sección 1x95mm² y características descritas en el punto anterior.

Las bases que componen estas celdas son:

4.2.2.1. Base y frente

La altura y diseño de esta base permite el paso de cables entre celdas sin necesidad de foso, y presenta el mímico unifilar del circuito principal y ejes de accionamiento de la aparamenta a la altura idónea para su operación. Igualmente, la altura de esta base facilita la conexión de los cables frontales de acometida.

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

4.2.2.2. Cuba

La cuba, fabricada en acero inoxidable de 2 mm de espesor, contiene el interruptor, el embarrado y los portafusibles, y el gas SF₆ se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,3 bares (salvo para celdas especiales). El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante más de 30 años, sin necesidad de reposición de gas.

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

4.2.2.3. Interruptor/Seccionador/Seccionador de puesta a tierra

El interruptor disponible en el sistema CGM tiene tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra (salvo para el interruptor de la celda CMIP).

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

4.2.2.4. Mando

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

4.2.2.5. Conexión de cables

La conexión de cables se realiza por la parte frontal, mediante unos prensaestopas estándar.

4.2.2.6. Enclavamientos

Los enclavamientos incluidos en todas las celdas CGM pretenden que:

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

4.2.2.7. Características eléctricas:

Las características generales de las celdas CGM son las siguientes:

Tensión nominal (kV)	12	24	36
Nivel de aislamiento			
Frecuencia industrial (1 min)			
A tierra y entre fases (kV)	28	50	80
A la dist. De seccionamiento (kV)	32	60	80
Impulso tipo rayo			
A tierra y entre fases (kV)	75	125	170
A la dist. De seccionamiento (kV)	85	145	195

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

El embarrado de las celdas estará dimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar.

Las celdas cuentan con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así su incidencia sobre las personas, cables o apartamentas del centro de transformación.

Los interruptores tienen tres posiciones: conectados, seccionados y puestos a tierra. Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual o motorizada. Los enclavamientos pretenden que:

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

Las Celdas que se colocarán, homologadas por compañía suministradora, y sus características generales son las siguientes, en función de la tensión nominal (Un):

4.2.2.8. Remonte + Protección interruptor automático (Celda en el lado de abonado)

Función: Remonte + Interruptor Automático

- ✓ Extensibilidad: No
- ✓ Modelo: CGM-RB, CGM-V

- ✓ Dimensiones Remonte :(AnchoxFondoxAlto): 365x735x1740mm
- ✓ Dimensiones Automático :(AnchoxFondoxAlto): 460x845x1740mm
- ✓ Vn= 24kV ; Icc= 20kA (1s)
- ✓ Juego de barras III 400 A.
- ✓ Embarrado de p.a.t.

Función Remonte (K)

- ✓ Indicadores presencia de tensión.
- ✓ Bornes para conexión de cable atornillables (interfaz tipo C)

Función Interruptor Automático (L)

- ✓ Int. Automático de corte en vacío 250A con mando manual
- ✓ Interruptor-Seccionador (SF6) con mando manual
- ✓ Seccionador de p.a.t. (SF6).
- ✓ Indicador de presencia de tensión.
- ✓ Bornes para conexión de cable atornillables (interfaz tipo C)
- ✓ Armario de BT de 200mm de altura
- ✓ Relé de protección autoalimentado IKI30 con funciones de sobreintensidad (50/51, 51N) y tierra 67.
- ✓ Sensores de intensidad

4.2.2.9. Medida (celda en el lado de abonado)

- ✓ No existe celda de medida al ser un centro de compañía

4.2.2.10.Celda de línea (entrada, salida y seccionamiento)

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, CGMCOSMOS-L, formada por un módulo de Vn=24 kV e In=630 A y 365 mm de ancho por 735 mm de fondo por 1740 mm de alto y 95 kg de peso.

La celda CML de interruptor seccionador, o celda de línea, está constituida por un módulo metálico, con aislamiento y corte en SF6, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

Tensión nominal	24 kV
Tensión de servicio	15 kV
Onda de choque (Aislamiento / seccionamiento)	125 / 145 kVc.
Frecuencia industrial (Aislamiento / seccionamiento)	50 / 60 kVeff.
Intensidad de breve duración (Eficaz / Cresta)	20 / 50 kA 1s.
Intensidad nominal conjunto	630 A
Ensayo de arco interno	20 kA 0,5 s.
Poder de cierre seccionador de puesta a tierra	50 kAc.
Elemento de corte en aparellaje	SF6
Elemento aislante	SF6
Mando interruptor	Manual tipo B

- ✓ El interruptor de la función de línea será un interruptor automático de las siguientes características:
 - Intensidad térmica: 20 kA eficaces.
 - Poder de cierre: 50 kA cresta.
- ✓ Seccionador de puesta a tierra en SF6.
- ✓ Palanca de maniobra.
- ✓ Dispositivos de detección de presencia de tensión en todas las funciones de línea.
- ✓ 3 lámparas individuales (una por fase) para conectar a dichos dispositivos.
- ✓ Pasatapas de tipo roscados M16 de 630 A en las funciones de línea.
- ✓ Cubrebornas metálicos en todas las funciones.
- ✓ Manómetro para el control de la presión del gas.

La conexión de los cables se realizará mediante conectores de tipo roscados de 630 A en cada función, asegurando así la estanqueidad del conjunto y, por tanto, la total insensibilidad al entorno en ambientes extraordinariamente polucionados, e incluso soportando una eventual sumersión.

- ✓ 3 Equipamientos de 3 conectores apantallados en "T" roscados M16 630A cada uno.

De las 4 celdas tres irán en el centro de seccionamiento y una en el centro de transformación según esquema unifilar aportado.

Transformador III de potencia

- 1 Ud. Transformador seco 400 kVA's, norma UNE, con las siguientes características:
 - ✓ Tensión nominal primaria: 16000 V.
 - ✓ Regulación en el primario: a definir por compañía suministradora
 - ✓ Tensión nominal secundario en vacío: 400 V.
 - ✓ Tensión de cortocircuito: 6%
 - ✓ Grupo de conexión: Dyn11
 - ✓ Nivel de aislamiento:
 - Tensión de ensayo a onda de choque 1,2/50 - 125 KV.
 - Tensión de ensayo a 50 Hz. 1 min. 50 KV.

El transformador será trifásico reductor de tensión, con neutro accesible en el secundario y refrigeración natural, seco. Se dispone de una rejilla metálica para defensa del trafo.

La conexión entre las celdas A.T. y el transformador se realiza mediante conductores unipolares de aluminio, de aislamiento seco y terminales enchufables, con un radio de curvatura mínimo de 10 (D+d), siendo "D" el diámetro del cable y "d" el diámetro del conductor.

Conexión en el lado de alta tensión

- ✓ Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RH5Z1, aislamiento 12/20 kV, de 95 mm² en Al con sus correspondientes elementos de conexión.

Dispositivo térmico de protección

- ✓ Equipo de sondas PT100 de temperatura y termómetro digital MB103, para protección térmica de transformador, y sus conexiones a la alimentación y al elemento disparador de la protección correspondiente, protegidas contra sobreintensidades, instalados.
- ✓ La conexión entre las celdas A.T. y el transformador se realiza mediante conductores unipolares de aluminio, de aislamiento seco y terminales enchufables, con un radio de curvatura mínimo de 10 (D+d), siendo "D" el diámetro del cable y "d" el diámetro del conductor.

4.2.3. APARAMENTA B.T.

4.2.3.1. Puentes BT

- ✓ Juego de puentes III de cables BT unipolares de aislamiento seco tipo RZ1-K, aislamiento 0.6/1 kV, 2 cables por fase de 240mm² y 2 para el neutro de 240mm².
- ✓ Cuadro BT

La estructura del cuadro de BT está compuesta por un bastidor de chapa blanca, en el que se distinguen las siguientes zonas:

Características eléctricas:

- ✓ Tensión nominal: 400 V
- ✓ Int. nominal embarrados: 630 A
- ✓ Aisl. a frec. ind. (1 min)
- ✓ entre fases y a tierra: 8 kV
- ✓ entre fases: 2,5 kV
- ✓ Aisl. a onda de choque entre fases y a tierra: 20 kV

4.2.4. MATERIAL VARIO AT/BT (EN CASETA DE SECCIONAMIENTO Y TRANSFORMACIÓN).

Se instalará un equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en las celdas A.T.

Igualmente se instalará un equipo de seguridad para la maniobra, compuesto por pértiga de salvamento, banqueta aislante, carteles de peligro y reglas de oro, extintor de CO₂ y guantes aislantes de seguridad.

4.2.4.1. Defensa transformador

Se instalará una protección física para el transformador, compuesta por una valla metálica de separación entre el trafo y el resto de los componentes de la instalación.

4.3. MEDIDA DE LA ENERGIA ELECTRICA.

La potencia se entregará al peticionario en BT y por lo tanto este centro de transformación al ser de compañía no tiene celda de medida.

4.4. PUESTA A TIERRA (centro de seccionamiento y transformación).

Se atenderá a lo dispuesto en el RD 223/2008, así como toda la normativa de aplicación.

Las instalaciones de puesta a tierra se realizarán según lo previsto en la Instrucción MIE-RAT-13 y garantizarán la seguridad de las personas e instalaciones en caso de defecto.

Las máximas tensiones de paso y contacto admisibles en una instalación, se ajustarán a las siguientes expresiones

Tensiones de paso:

$$V_p = \frac{10 \cdot k}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot \rho_s}{1.000}\right) \text{ Voltios}$$

Tensiones de contacto:

$$V_c = \frac{k}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{1,5 \cdot \rho_s}{1.000}\right) \text{ Voltios}$$

En la que:

$k = 72$ y $n=1$, para tiempos inferiores a 0,9 segundos.

t = Duración de la falta en segundos.

ρ_s = Resistividad superficial del terreno en Ohmios/m.

El tiempo máximo de eliminación del defecto lo establece la en:

- ✓ 0,5 segundos para $I_d < 100A$
- ✓ 0,2 segundos para $I_d > 100A$

4.4.1. TIERRA DE PROTECCION.

Se conectarán a tierra todas las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente: envolventes de las celdas y cuadros de baja tensión, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc, así como la armadura del edificio. No se unirán las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior.

Las celdas dispondrán de una pletina de tierra que las interconectará, constituyendo el colector de tierras de protección.

La tierra interior de protección se realizará con cable de 50 mm² de cobre desnudo formando un anillo, y conectará a tierra los elementos descritos anteriormente.

4.4.2. TIERRA DE SERVICIO.

Para el centro de seccionamiento no aplica al no tener neutro. En el centro de transformación describimos lo siguiente:

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en baja tensión, debido a faltas en la red de alta tensión, el neutro del sistema de baja tensión se conectará a una toma de tierra independiente del sistema de alta tensión, de tal forma que no exista influencia de la red general de tierra.

La tierra interior de servicio se realizará con cable de 50 mm² de cobre aislado 0,6/1 kV.

4.4.3. 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.

La tierra interior de servicio se realizará con cable de 50 mm² de cobre aislado 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.

Las cajas de seccionamiento de la tierra de servicio y protección estarán separadas por una distancia mínima de 1m.

Como medida adicional, se atenderá a lo dispuesto en el RD 223/2008 y en la normativa aplicable.

Las picas serán lisas de acero-cobre del tipo PL 14-2000.

4.5. INSTALACIONES SECUNDARIAS (centro de seccionamiento y transformación)

4.5.1. ALUMBRADO.

En el interior del centro de transformación se instalará un mínimo de dos puntos de luz, capaces de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo. El nivel medio será como mínimo de 150 lux.



Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de tal forma que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación. Además, se deberá poder efectuar la sustitución de lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

El interruptor se situará al lado de la puerta de entrada, de forma que su accionamiento no represente peligro por su proximidad a la alta tensión.

Se dispondrá también un punto de luz de emergencia de carácter autónomo que señalará los accesos al centro de transformación.

4.5.2. PROTECCION CONTRA INCENDIOS.

Si va a existir personal itinerante de mantenimiento por parte de la compañía suministradora, no se exige que en el centro de transformación haya un extintor. En caso contrario, se incluirá un extintor de eficacia 89B.

En este caso que nos ocupa, se incluye un extintor de polvo polivalente y otro de CO2 según planos adjuntos.

La resistencia ante el fuego de los elementos delimitadores y estructurales será RF-180 y la clase de materiales de suelos, paredes y techos M0 según Norma UNE 23727.

4.5.3. VENTILACION.

La ventilación del centro se realizará de modo natural, mediante unas rejillas para tal efecto en la parte superior del cuarto, siendo la superficie mínima de la reja de entrada de aire en función de la potencia del mismo. Su dimensionado se justifica en el apartado de cálculos justificativos.

Estas rejillas se construirán de modo que impidan el paso de pequeños animales, la entrada de agua de lluvia y los contactos accidentales con partes en tensión si se introdujeran elementos metálicos por las mismas.

4.5.4. MEDIDAS DE SEGURIDAD.

Las celdas dispondrán de una serie de enclavamientos funcionales descritos a continuación:

- ✓ Sólo será posible cerrar el interruptor con el interruptor de tierra abierto y con el panel de acceso cerrado.
- ✓ El cierre del seccionador de puesta a tierra sólo será posible con el interruptor abierto.
- ✓ La apertura del panel de acceso al compartimiento de cables sólo será posible con el seccionador de puesta a tierra cerrado.
- ✓ Con el panel delantero retirado, será posible abrir el seccionador de puesta a tierra para realizar el ensayo de cables, pero no será posible cerrar el interruptor.



Las celdas de entrada y salida serán de aislamiento integral y corte en SF₆, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, evitando de esta forma la pérdida del suministro en los centros de transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del centro de transformación.

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

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

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

Las puertas de acceso al CT llevarán el Lema Corporativo y estará cerrada con llave.

Las puertas de acceso al CT y, cuando las hubiera, las pantallas de protección, llevarán el cartel con la correspondiente señal triangular distintiva de riesgo eléctrico.

En un lugar bien visible del CT se situará un cartel con las instrucciones de primeros auxilios a prestar en caso de accidente.

Salvo que en los propios aparatos figuren las instrucciones de maniobra, en el CT, y en lugar bien visible habrá un cartel con las citadas instrucciones.

Deberán estar dotados de bandeja o bolsa portadocumentos. Para realizar maniobras en A.T. el CT dispondrá de banqueta o alfombra aislante, guantes aislantes y pértiga.

4.6. VERIFICACIONES E INSPECCIONES.

4.6.1. VERIFICACIÓN E INSPECCIÓN DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS PROPIEDAD DE EMPRESAS DE TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

4.6.1.1. Verificación

Para el caso que nos ocupa las verificaciones previas a la puesta en servicio de las líneas eléctricas de alta tensión deberán ser realizadas por el titular de la instalación o por personal delegado por el mismo.

Se atenderá a lo dispuesto en la ITC-LAT-05 del RD 223/2008.

4.6.1.2. Inspección

Los órganos competentes de la Administración podrán efectuar, por sí mismos o a través de terceros, inspecciones sistemáticas mediante control por muestreo estadístico.

4.6.2. VERIFICACIÓN E INSPECCIÓN DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS QUE NO SEAN PROPIEDAD DE EMPRESAS DE TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Todas las líneas aquí incluidas deben ser objeto de una verificación previa a la puesta en servicio y de una inspección periódica, al menos cada tres años. Para las líneas de tensión nominal menor o igual a 30 kV la inspección periódica puede ser sustituida por una verificación periódica. Las líneas de tensión nominal superior a 30 kV deberán ser objeto, también, de una inspección inicial antes de su puesta en servicio.

Las verificaciones previas a la puesta en servicio de las líneas eléctricas de alta tensión deberán ser realizadas por las empresas instaladoras autorizadas que las ejecuten.

Se atenderá a lo dispuesto en la ITC-LAT-05 del RD 223/2008.

4.7. CAMPOS MAGNETICOS EN LA PROXIMIDAD DE LAS INSTALACIONES DE ALTA TENSIÓN

Se adjunta como anexo la justificación de Campos Magnéticos en la proximidad de las instalaciones.

4.8. RESUMEN.

Con todo lo anteriormente expuesto, creemos haber dado una idea clara de la instalación a efectuar. Para cualquier condición no especificada en este Proyecto, se atenderán las indicaciones de la Dirección de Obra. No obstante si a juicio de los Organismos Competentes algún punto necesita ser aclarado o modificado, muy gustosamente accederemos a ello.

Zaragoza, Diciembre 2019



El Ingeniero Industrial

Sergio Torné Darriba

Colegiado nº 1836

5. ANEXO. CÁLCULO CT

5.1. INTENSIDAD EN ALTA TENSIÓN.

En un transformador trifásico la intensidad del circuito primario I_p viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{1,732 \cdot U_p}$$

Siendo,

S = Potencia del transformador en kVA.

U_p = Tensión compuesta primaria en kV.

I_p = Intensidad primaria en A.

Según escrito de compañía suministradora, se realizan los cálculos para 2z630 kVA, de modo que sustituyendo valores:

Transformador	Potencia (kVA)	Up (kV)	Ip (A)
Trafo	400	15	15,39

5.2. INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN.

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

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

Siendo,

S = Potencia del transformador en kVA (más desfavorable).

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, para cada transformador, tendremos:

Potencia (kVA)	Vn(V)	I _p (A)
400	400	577,4

5.3. CORTOCIRCUITOS.

5.3.1. OBSERVACIONES

Para el cálculo de la intensidad primaria de cortocircuito se tendrá en cuenta una potencia de cortocircuito de 500 MVA en la red de distribución, dato a contrastar por la compañía suministradora.

5.3.2. CÁLCULO DE CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito utilizaremos las siguientes expresiones:

5.3.2.1. Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de Alta Tensión:

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

Siendo,

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

U_p = Tensión compuesta primaria en kV.

I_{cpp} = Intensidad de cortocircuito primaria en kA.

5.3.2.2. Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de Baja Tensión (despreciando la impedancia de la red de Alta Tensión):

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

Siendo,

S = Potencia del transformador en kVA.

$U_{cc}(\%)$ = Tensión de cortocircuito en % del transformador.

U_s = Tensión compuesta en carga en el secundario en V.

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

5.3.3. CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN.

Utilizando las expresiones del apartado 6.3.2.

S_{cc} (MVA)	U_p (kV)	I_{ccp} (kA)
500	15	19,2

5.3.4. CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN

Utilizando las expresiones del apartado 6.3.2.

Transformador	Potencia (kVA)	U_s (V)	U_{cc} (%)	I_{ccs} (kA)
Trafo	400	400	6	9,62

5.4. JUSTIFICACIÓN DE LOS PUENTES DE ALTA TENSIÓN

5.4.1. INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

Los puentes de alta tensión están formados por líneas de 3x1x95mm² RHZ1 12/20kV.

Su intensidad admisible es de Según la tabla 6 del RD 223/2008, la intensidad máxima admisible es:

$$I_{adm} = 430 \text{ A, directamente enterrado}$$

$$I_{adm} = 405 \text{ A, bajo tubo}$$

Se tomará el caso enterrado bajo tubo puesto que supone mayor restricción, superior a la calculado en el apartado 5.1.

5.4.2. INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO

Se tomará como cálculo el establecido en el punto 6.2 de la ITC-LAT-06 del RD 223/2008, de modo que:

$$\frac{I_{cc}}{S} = \frac{K}{\sqrt{t_{cc}}}$$

Siendo,

I_{cc} = corriente de cortocircuito, en amperios,

S : sección del conductor, en mm²,

K : coeficiente que depende de las naturales del conductor y de las temperaturas al inicio y final del cortocircuito. Coincide con el valor de densidad de corriente tabulado para $t_{cc} = 1$ s. para los distintos tipos de aislamiento.

t_{cc} = duración del cortocircuito, en segundos.

Tabla 26. Densidad máxima admisible de corriente de cortocircuito, en A/mm², para conductores de aluminio

Tipo de aislamiento	$\Delta\theta^*$ (K)	Duración del cortocircuito, t_{cc} en segundos									
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
PVC:											
sección ≤ 300 mm²	90	240	170	138	107	98	76	62	53	48	43
sección > 300 mm²	70	215	152	124	96	87	68	55	48	43	39
XLPE, EPR y HEPR	160	298	211	172	133	122	94	77	66	59	54
HEPR Uo/U \leq 18/30 kV	145	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51

* $\Delta\theta$ es la diferencia entre la temperatura de servicio permanente y la temperatura de cortocircuito.

De este modo,

$$I_{cc} = \frac{K \cdot S}{\sqrt{t_{cc}}} = \frac{94 \cdot 240}{\sqrt{1}} = 22,56 \text{ kA}$$

Superior al calculado en el apartado 5.3.3.

5.5. JUSTIFICACIÓN DE LOS PUENTES DE BAJA TENSIÓN

5.5.1. INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

Los puentes de alta tensión están formados por líneas de 2(4x1x240)mm² Cu RZ1 0.6/1kV.

Su intensidad admisible según la ITC-BT 19:

$I_{adm} = 2 \times 489 \text{ A} \times 0.8 = 782.4 \text{ A}$, al aire, método de instalación F, Factor de corrección 0.8 (2 cables por fase)

Este valor es superior a la calculado en el apartado 5.2.

5.5.2. INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO

Siguiendo la norma UNE 20460-4-43 podemos calcular la corriente maxima de cortocircuito que puede soportar un cable segun la

formula siguiente:

$$I_{cc} = k \cdot S / \sqrt{t}$$

En la que

- Icc: corriente de cortocircuito en amperios.
- k: constante que depende de la naturaleza del conductor (Cu o Al) y del tipo de aislamiento (termoplástico [PVC o poliolefinas Z1] o termoestable [XLPE, EPR, poliolefinas o silicona]) = 94
- S: sección del conductor en mm²
- t: la duración del cortocircuito en segundos. Se toma 0.1 seg.

De este modo,

$$I_{cc} = \frac{K \cdot S}{\sqrt{t_{cc}}} = \frac{94 \cdot 240}{\sqrt{0.1}} = 71.341 \text{ kA}$$

Superior al calculado en el apartado 5.3.4.

5.6. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.

Las características del embarrado son:

- ✓ Intensidad asignada: 1500 A.
- ✓ Límite térmico, 1 s.: 20 kA eficaces.
- ✓ Límite electrodinámico: 50 kA cresta.

Por lo tanto dicho embarrado debe soportar la intensidad nominal sin superar la temperatura de régimen permanente (comprobación por densidad de corriente), así como los esfuerzos electrodinámicos y térmicos que se produzcan durante un cortocircuito.

5.7. COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE.

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor que constituye el embarrado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin sobrepasar la densidad de corriente máxima en régimen permanente. Dado que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas por

Ormazabal en SF6 conforme a la normativa vigente, se garantiza lo indicado para la intensidad asignada de 1500 A.

5.7.1. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA.

Según la MIE-RAT 05, la resistencia mecánica de los conductores deberá verificar, en caso de cortocircuito que:

$$\sigma_{max} \geq \frac{I_{ccp}^2 \cdot L^2}{60 \cdot d \cdot W}$$

Siendo,

$\sigma_{m\acute{a}x}$ = Valor de la carga de rotura de tracción del material de los conductores. Para cobre semiduro 2800 Kg / cm².

I_{ccp} = Intensidad permanente de cortocircuito trifásico, en kA.

L = Separación longitudinal entre apoyos, en cm.

d = Separación entre fases, en cm.

W = Módulo resistente de los conductores, en cm³.

Dado que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas por Ormazabal en SF6 conforme a la normativa vigente se garantiza el cumplimiento de la expresión anterior.

5.7.2. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA A CORTOCIRCUITO.

La sobreintensidad máxima admisible en cortocircuito para el embarrado se determina:

$$I_{th} = \alpha \cdot S \cdot \sqrt{\frac{\Delta T}{t}}$$

Siendo,

I_{th} = Intensidad eficaz, en A.

α = 13 para el Cu.

S = Sección del embarrado, en mm².

ΔT = Elevación o incremento máximo de temperatura, 150°C para Cu.

t = Tiempo de duración del cortocircuito, en s.

Puesto que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas en SF6 conforme a la normativa vigente, se garantiza que:

$$I_{th} \geq 20 \text{ kA durante 1 segundo}$$

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

Los transformadores están protegidos tanto en AT como en BT. En alta tensión la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, y en baja tensión la protección se incorpora en los cuadros de BT.

5.8.1. PROTECCIÓN TRAFIO

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

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

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

Sin embargo, en el caso de utilizar como interruptor de protección del transformador un disyuntor en atmósfera de hexafluoruro de azufre, y ser éste el aparato destinado a interrumpir las corrientes de cortocircuito cuando se produzcan, no se instalarán fusibles para la protección de dicho transformador.

5.8.2. PROTECCIÓN EN BAJA TENSIÓN

En el caso del transformador de 400kVA, la protección en baja tensión será mediante interruptor automático de 630A, con poder de corte superior a la calculada en el apartado anterior. Los conductores previstos serán 2 por cada una de las fases y dos para el neutro de 240mm² Cu, XLPE 0,6/1kV.

5.9. CÁLCULO DE LA VENTILACIÓN DEL CT.

Para calcular el área mínima de ventilación tomamos la siguiente expresión:

$$S = \frac{P}{0,24 \times C_r \times \sqrt{\Delta T^3 \times H}} (m^2)$$

Siendo:

S = Superficie en m², tanto de la rejilla de entrada de aire, como el de la salida.

Ingeniería Torné S.L.

Paseo Alberto Casañal Shakery, nº3, local. Zaragoza

Tlf.: 976189498 - 976189499



P = Suma de las pérdidas asignadas totales (en kW) de los transformadores: 7.25 W

Cr = Coeficiente de forma de la rejilla de ventilación. Para la rejilla normalizada 0,4

H = Altura en m entre ejes de las rejillas (en nuestro caso 2 m)

ΔT = Salto térmico permitido en °C. (15°C).

Por lo tanto tenemos que la superficie mínima del orificio de entrada de aire es de 0,923 m², que es menor que la superficie proyectada de $2,5 \times 0,4 = 1$ m².

5.10. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.

5.10.1. INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

Sobre el terreno en el que se encuentra el centro de transformación se encuentra la toma de tierra del edificio, por lo que la resistividad del mismo será apta para la tierra del CT.

5.10.2. DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACIÓN DEL DEFECTO.

En instalaciones de Alta Tensión de tercera categoría los parámetros de la red que intervienen en los cálculos de faltas a tierras son:

5.10.2.1. Tipo de neutro.

El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, o a través de impedancia (resistencia o reactancia), lo cual producirá una limitación de las corrientes de falta a tierra.

5.10.2.2. Tipo de protecciones en el origen de la línea.

Cuando se produce un defecto, éste es eliminado mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un relé de intensidad, el cual puede actuar en un tiempo fijo (relé a tiempo independiente), o según una curva de tipo inverso (relé a tiempo dependiente).

Asimismo pueden existir reenganches posteriores al primer disparo que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a 0,5 s.

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora, se tiene:

- ✓ Intensidad máxima de defecto a tierra, $I_{dm\acute{a}x}$: 300 A.
- ✓ Duración de la falta: (Desconexión inicial) Tiempo máximo de eliminación del defecto: 3 segundos.

5.10.3. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA.

Para los cálculos a realizar se emplearán los procedimientos del "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría", editado por UNESA.

5.10.3.1. TIERRA DE PROTECCIÓN.

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero pueden estarlo por defectos de aislamiento, averías o causas fortuitas, tales como chasis y bastidores

de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

5.10.3.2. TIERRA DE SERVICIO.

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

Para la puesta a tierra de servicio se utilizarán picas en hilera de diámetro 14 mm. y longitud 2 m., unidas mediante conductor desnudo de Cu de 50 mm² de sección. El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37 ohmios.

La conexión desde el centro hasta la primera pica del electrodo se realizará con cable de Cu de 50 mm², aislado de 0,6/1 kV bajo tubo plástico con grado de protección al impacto mecánico de 7 como mínimo.

5.10.4. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA.

Las características de la red de alimentación son:

- ✓ Tensión de servicio, U = 15000 V.
- ✓ Puesta a tierra neutro.
- ✓ Características del terreno:
 - ρ terreno (Ωm): 200.
 - ρ_H hormigón ($\cdot \Omega m$): 3000.

5.10.4.1. TIERRA DE PROTECCIÓN.

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas (R_t), la intensidad y tensión de defecto (I_d , U_d), se utilizarán las siguientes fórmulas:

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

$$R_t = k_r \cdot \rho \text{ (Ohm)}$$

- ✓ Intensidad de defecto, I_d :

$$I_d = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot (R_t^2 + X_c^2)} \text{ (A)}$$

$$X_c = \frac{1}{3 \cdot \omega \cdot C}$$

Siendo,

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$$

$$C = C_a \cdot L_a + C_s \cdot L_s$$

$$f = 50 \text{ Hz}$$

- ✓ Tensión de defecto, U_d :

$$U_d = R_t \cdot I_d \text{ (V)}$$

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

- ✓ Configuración seleccionada: 60-30/5/82.
- ✓ Geometría: Anillo.
- ✓ Dimensiones (m): 6x3.
- ✓ Profundidad del electrodo (m): 0,5.
- ✓ Número de picas: 8.
- ✓ Longitud de las picas (m): 2.

Los parámetros característicos del electrodo son:

- ✓ De la resistencia, $K_r \text{ (}\Omega/\Omega\text{m)} = 0,077$.
- ✓ De la tensión de paso, $K_p \text{ (V/((}\Omega\text{m)A))} = 0,0167$.
- ✓ De la tensión de contacto exterior, $K_c \text{ (V/((}\cdot\text{xm)A))} = 0,0344$.

Sustituyendo valores en las expresiones anteriores, se tiene:

$$R_t = k_r \cdot \rho = 0,077 \cdot 200 = 15,4 \text{ Ohm}$$

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f = 2 \cdot \pi \cdot 50 = 314,16$$

$$C = C_a \cdot L_a + C_s \cdot L_s = 0,006 \cdot 10 + 0,25 \cdot 1 = 0,31 \mu F$$

$$X_c = \frac{1}{3 \cdot \omega \cdot C} = \frac{1}{3 \cdot 314,16 \cdot 0,31} = 0,0034 \text{ Ohm}$$

$$I_d = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot (R_t^2 + X_c^2)} = \frac{15000}{1,732 \cdot (15,4^2 + 0,0034^2)} = 36,5 A$$

$$U_d = R_t \cdot I_d = 15,4 \cdot 36,5 = 562,1 \text{ V}$$

5.10.4.2. TIERRA DE SERVICIO.

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

- ✓ Configuración seleccionada: 5/32.
- ✓ Geometría: Picas en hilera.

- ✓ Profundidad del electrodo (m): 0.5.
- ✓ Número de picas: 3.
- ✓ Longitud de las picas (m): 2.
- ✓ Separación entre picas (m): 3.

Los parámetros característicos del electrodo son:

- ✓ De la resistencia, $K_r (\Omega/\Omega m) = 0,135$.

Sustituyendo valores:

$$R_{tNEUTRO} = k_r \cdot \rho = 0,135 \cdot 200 = 27 \, Ohm$$

5.10.5. CÁLCULO DE LAS TENSIONES EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN.

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que estas serán prácticamente nulas. Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá dada por las características del electrodo y la resistividad del terreno según la expresión:

$$U_p = k_p \cdot \rho \cdot I_d = 0,0167 \cdot 200 \cdot 36,5 = 121,9 \, V$$

5.10.6. CÁLCULO DE LAS TENSIONES EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN.

En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo electrosoldado, con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30x0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos opuestos de la puesta a tierra de protección del Centro.

Dicho mallazo estará cubierto por una capa de hormigón de 10 cm. como mínimo.

Con esta medida se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, estará sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo de la tensión de contacto y de paso interior.

De esta forma no será necesario el cálculo de las tensiones de contacto y de paso en el interior, ya que su valor será prácticamente cero.

Asimismo la existencia de una superficie equipotencial conectada al electrodo de tierra, hace que la tensión de paso en el acceso sea equivalente al valor de la tensión de contacto exterior.

$$U_p(acc) = k_c \cdot \rho \cdot I_d = 0,0344 \cdot 200 \cdot 36,5 = 251,12 \, V$$

5.10.7. CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS.

Para la obtención de los valores máximos admisibles de la tensión de paso exterior y en el acceso, se utilizan las siguientes expresiones:

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

$$U_p(\text{acceso}) = 10 \cdot \frac{k}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot \sigma + 3 \cdot \sigma_h}{1.000}\right)$$

$$t = t' + t'' \text{ (s)}$$

Siendo:

$U_p(\text{exterior})$ = Tensión de paso admisible en el exterior, en voltios.

$U_p(\text{acceso})$ = Tensión en el acceso admisible, en voltios.

k, n = Constantes según MIERAT 13, dependen de t .

t = Tiempo de duración de la falta, en segundos.

t' = Tiempo de desconexión inicial, en segundos.

t'' = Tiempo de la segunda desconexión, en segundos.

ρ = Resistividad del terreno, en Ωm .

ρ_H = Resistividad del hormigón, 3000 Ωm .

El tiempo de duración de la falta es:

$$t' = 3 \text{ segundos}$$

$$t = t' = 3 \text{ segundos}$$

Sustituyendo valores:

$$U_p(\text{exterior}) = 10 \cdot \frac{k}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot \sigma}{1.000}\right) = 10 \cdot 64,42 \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot 200}{1.000}\right) = 1.417,13 \text{ V}$$

$$U_p(\text{acceso}) = 10 \cdot \frac{k}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot \sigma + 3 \cdot \sigma_h}{1.000}\right) = 10 \cdot 64,42 \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot 200 + 3 \cdot 3.000}{1.000}\right) = 6.828 \text{ V}$$

Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla:

Tensión de paso en el exterior y de paso en el acceso.

Tensión de paso en el exterior y de paso en el acceso			
Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible

Tensión de paso en el exterior	Up = 121,9 V	≤	Upa = 1417.13 V
Tensión de paso en el acceso	Up (acc) = 251,1 V	≤	Upa (acc) = 6828 V

Tensión e intensidad de defecto			
Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Tensión de defecto	Ud = 562,1 V	≤	Ubt = 6000 V
Intensidad de defecto	Id = 36,5 A	>	---

5.10.8. INVESTIGACIÓN DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio para su reducción o eliminación.

No obstante, para garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima (D_{n-p}), entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio.

$$D_n - p \geq \frac{\rho \cdot I_d}{2.000 \cdot \pi} = \frac{200 \cdot 35,5}{2.000 \cdot \pi} = 1,16 \text{ m}$$

Siendo:

ρ = Resistividad del terreno en Ωm .

I_d = Intensidad de defecto en A.

La conexión desde el centro hasta la primera pica del electrodo de servicio se realizará con cable de Cu de 50 mm², aislado de 0,6/1 kV bajo tubo plástico con grado de protección al impacto mecánico de 7 como mínimo.

5.10.9. CORRECCIÓN DEL DISEÑO INICIAL

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado según se pone de manifiesto en las tablas de los valores obtenidos. No obstante, si el valor medido de las tomas de tierra resultara elevado y pudiera dar lugar a tensiones de paso o contacto excesivas, se corregirían estas mediante la disposición de una alfombra aislante en el suelo del Centro, o cualquier otro medio que asegure la no peligrosidad de estas tensiones.

Ingeniería Torné S.L.

Paseo Alberto Casañal Shakery, nº3, local. Zaragoza

Tlf.: 976189498 - 976189499



6. ANEXO. CONDICIONES DE SUMINISTRO

Ingeniería Torné S.L.

Paseo Alberto Casañal Shakery, nº3, local. Zaragoza

Tlf.: 976189498 - 976189499



7. ANEXO. ESTUDIO DE JUSTIFICACIÓN DE CAMPOS MAGNÉTICOS



1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETO DEL ANEXO.

Este informe recoge la justificación del apartado *4.7 Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión* de la *ITC-RAT 14 INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE INTERIOR* del RD 337/2014, de 9 de Mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-RAT 01 A 23, para el proyecto de un centro de transformación de abonado de 1 x 400kVA, cuyo fin es suministrar energía eléctrica en baja tensión al Instituto de Educación Secundaria en Cuarte de Huerva, Zaragoza.

3.- REGLAMENTACIÓN APLICABLE.

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-RAT 01 a 23, aprobado por RD 337/2014 de 9 de mayo.
- Reglamento que establece condiciones de protección de dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas, aprobado por RD1066/2001 de 28 de septiembre.
- UNE-CLC/TR 50453 IN, de Noviembre de 2008. Evaluación de los campos electromagnéticos alrededor de los transformadores de potencia.

4.- EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN.

El emplazamiento es calle Loarre, Cuarte de Huerva, Zaragoza.

5.- CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN.

La finalidad de las instalaciones es abastecer de suministro de energía eléctrica al Instituto de Educación Secundaria.

El centro de transformación se instalará en el interior del edificio, en local habilitado, diseñado para albergar un transformador de 400 kVA y relación de tensiones 15 kV/ 420 V.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	
POTENCIA MÁXIMA ADMISIBLE EN EL	400 kVA. (potencia máxima)
TENSIÓN DE SERVICIO.	15 kV
RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN.	15 kV/400 V

6.- CÁLCULO DEL CAMPO MAGNÉTICO EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN.

De acuerdo con la ITC-RAT 14, para la comprobación de que no se supera el valor establecido en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección de dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radio eléctricas, se han utilizado los cálculos realizados de acuerdo con la norma UNE-CLC/TR 50453 IN, de Noviembre de 2008, Evaluación de los campos electromagnéticos alrededor de los transformadores de potencia, actualmente en vigor.

El Real Decreto 1066/2001 establece un límite de 100 μ T (100 microTeslas) para la exposición máxima del público en general (Exterior del Centro de Transformación).

Para justificar la Limitación de los campos magnéticos en las proximidades de la instalación se calcula el valor máximo de la inducción magnética generada por la instalación según la norma UNE-CLC/TR 50453 IN, de Noviembre de 2008, y se comprueba que no se excede el límite marcado por el Real Decreto 1066/2001.

6.1.- OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN DE LA NORMA UNE- CLC/TR 50453 IN

Esta norma se aplica a los transformadores de potencia cubiertos por la serie de Normas

EN 60076 con las características siguientes:

- Potencia asignada aparente P: $5\text{kVA} \leq P \leq 1000\text{ MVA}$;
- Nivel de aislamiento, de acuerdo con la Norma EN 60076-3:
 - o Arrollamiento de alta tensión: Um desde 7,2 kV hasta 525 kV;
 - o Arrollamiento de baja tensión: Um hasta 525 kV;

Las emisiones continuas conducidas y radiadas son consideradas para transformadores de potencia funcionando en condiciones nominales de trabajo de tensiones y corrientes.

Las condiciones de fallo y los eventos transitorios poco frecuentes, tales como:

- Cortocircuitos;
- Transitorios de tipo rayo y de tipo maniobra;
- Sobrecargas (corrientes de conexión, etc.);
- Sobretensiones;
- Operaciones del cambiador de tomas;

No son considerados como condicionantes normales de trabajo.

Las condiciones de inmunidad se consideran para asegurar que el transformador de potencia funciona según lo previsto en su ambiente normal de trabajo. La capacidad de inmunidad del transformador de potencia se considera para condiciones de trabajo en régimen permanente y régimen transitorio.

2.- MÉTODO DE CÁLCULO DEL CAMPO MAGNÉTICO A FRECUENCIA INDUSTRIAL.

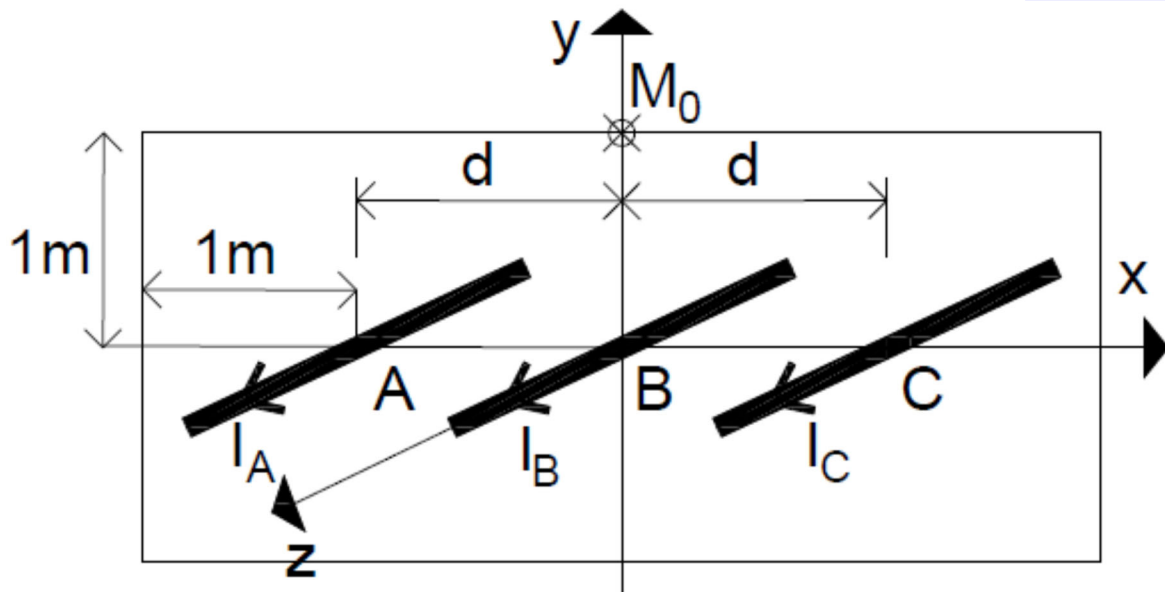
El valor más considerable del campo magnético a frecuencia industrial es el debido a la corriente que circula por los bornes de BT. El campo magnético del transformador, producido por las corrientes que recorren los arrollamientos puede despreciarse.

El campo magnético a frecuencia industrial producido por un transformador sin envolvente en sus caras laterales es del mismo orden de magnitud que el campo producido por las corrientes que circulan por los bornes de BT.

El efecto de este campo puede ser reducido instalando una envolvente o un apantallamiento adecuados.

Como guía, los campos magnéticos debidos a la disposición de embarrados simples pueden calcularse para obtener valores aproximados en el entorno del transformador, tal como se indica en el anexo A de la norma UNE-CLC/TR 50453 IN.

Si se consideran 3 barras (o pasatapas) paralelas al eje z y que cruzan el plano xy en los puntos A, B y C. Por esas barras circulan tres corrientes I_A , I_B e I_C (corrientes simétricas trifásicas) que crean un campo magnético.



Si se consideran todos los puntos M situados sobre el rectángulo de la figura anterior y para una longitud infinita de las barras, el máximo valor de B_{tot} se obtiene en el punto M_0

(0,1,0), con la fórmula siguiente:

$$B_{tot-max} = 2 \times 10^{-7} \times I \times x \left(\frac{\sqrt{3}xd}{1+d^2} \right)$$

Con

B (T): valor eficaz de la inducción magnética calculado en el punto M_0 ;

A): valor eficaz de la corriente que circula en cada barra;

d (m): distancia entre barras;

Para nuestro caso según las características de la instalación:

$$I_s = 400 / (\sqrt{3} \cdot 0,400) = 577,35 \text{ A}$$

d = 0,15 m. Valor común empleado por la mayoría de fabricantes para la distancia entre pasatapas de baja tensión.

Sustituyendo valores se obtiene un valor de inducción magnética: 29,32 μ T.

El valor del campo magnético es inferior al límite máximo establecido en el RD 1066/2001.

El Real Decreto 1066/2001 establece un límite de exposición máximo para público en general.

(Exterior del centro de transformación) de 100µT (100 microTeslas) para campos electromagnéticos de frecuencia 50 Hz.

El máximo valor calculado es inferior al límite establecido por el RD 1006/2001, y según la norma UNE-CLC/TR 50453 IN, se encuentra a 1 metro del transformador (ver figura anterior), por lo que a medida que nos alejamos del transformador, en el exterior del mismo, el valor disminuirá, estando siempre dentro del límite establecido.

7.- CONCLUSIÓN.

De los cálculos realizados en el presente informe se deduce que el campo magnético en el exterior del Centro de Transformación es inferior al límite de 100 µT (100 microTeslas) establecido por el **Real Decreto 1066/2001**, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección de dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radio eléctricas, de forma que se cumple la limitación de campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión establecida en el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, concretamente en su instrucción técnica complementaria ITC-RAT 14, aprobado por RD 337/2014, de 9 de mayo.

Zaragoza, Diciembre 2019



Ingeniería
TORNÉ

El Ingeniero Industrial
Sergio Torné Darriba
Colegiado nº 1836



8. ANEXO. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD, HIGIENE Y SALUD EN EL TRABAJO, CON APLICACION INTEGRAL DE LA LEY DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

8.1. 1. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.

8.1.1. INTRODUCCIÓN.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales tiene por objeto la determinación del cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Como ley establece un marco legal a partir del cual las normas reglamentarias irán fijando y concretando los aspectos más técnicos de las medidas preventivas.

Estas normas complementarias quedan resumidas a continuación:

- ✓ Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- ✓ Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- ✓ Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- ✓ Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

8.1.2. DERECHOS Y OBLIGACIONES.

8.1.2.1. DERECHO A LA PROTECCIÓN FRENTE A LOS RIESGOS LABORALES.

Los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo.

A este efecto, el empresario realizará la prevención de los riesgos laborales mediante la adopción de cuantas medidas sean necesarias para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, con las especialidades que se recogen en los artículos siguientes en materia de evaluación de riesgos, información, consulta, participación y formación de los trabajadores, actuación en casos de emergencia y de riesgo grave e inminente y vigilancia de la salud.

8.1.2.2. PRINCIPIOS DE LA ACCION PREVENTIVA.

El empresario aplicará las medidas preventivas pertinentes, con arreglo a los siguientes principios generales:

- ✓ Evitar los riesgos.
- ✓ Evaluar los riesgos que no se pueden evitar.
- ✓ Combatir los riesgos en su origen.
- ✓ Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
- ✓ Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- ✓ Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.
- ✓ Adoptar las medidas necesarias a fin de garantizar que sólo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.
- ✓ Prever las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador.

8.1.2.3. EVALUACION DE LOS RIESGOS.

La acción preventiva en la empresa se planificará por el empresario a partir de una evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores, que se realizará, con carácter general, teniendo en cuenta la naturaleza de la actividad, y en relación con aquellos que estén expuestos a riesgos especiales. Igual evaluación deberá hacerse con ocasión de la elección de los equipos de trabajo, de las sustancias o preparados químicos y del acondicionamiento de los lugares de trabajo.

De alguna manera se podrían clasificar las causas de los riesgos en las categorías siguientes:

- ✓ Insuficiente calificación profesional del personal dirigente, jefes de equipo y obreros.
- ✓ Empleo de maquinaria y equipos en trabajos que no corresponden a la finalidad para la que fueron concebidos o a sus posibilidades.
- ✓ Negligencia en el manejo y conservación de las máquinas e instalaciones. Control deficiente en la explotación.
- ✓ Insuficiente instrucción del personal en materia de seguridad.

Referente a las máquinas herramientas, los riesgos que pueden surgir al manejarlas se pueden resumir en los siguientes puntos:

- ✓ Se puede producir un accidente o deterioro de una máquina si se pone en marcha sin conocer su modo de funcionamiento.
- ✓ La lubricación deficiente conduce a un desgaste prematuro por lo que los puntos de engrase manual deben ser engrasados regularmente.
- ✓ Puede haber ciertos riesgos si alguna palanca de la máquina no está en su posición correcta.
- ✓ El resultado de un trabajo puede ser poco exacto si las guías de las máquinas se desgastan, y por ello hay que protegerlas contra la introducción de virutas.

Puede haber riesgos mecánicos que se deriven fundamentalmente de los diversos movimientos que realicen las distintas partes de una máquina y que pueden provocar que el operario:

- ✓ Entre en contacto con alguna parte de la máquina o ser atrapado entre ella y cualquier estructura fija o material.
- ✓ Sea golpeado o arrastrado por cualquier parte en movimiento de la máquina.
- ✓ Ser golpeado por elementos de la máquina que resulten proyectados.
- ✓ Ser golpeado por otros materiales proyectados por la máquina.
- ✓ Puede haber riesgos no mecánicos tales como los derivados de la utilización de energía eléctrica, productos químicos, generación de ruido, vibraciones, radiaciones, etc.

Los movimientos peligrosos de las máquinas se clasifican en cuatro grupos:

- Movimientos de rotación. Son aquellos movimientos sobre un eje con independencia de la inclinación del mismo y aún cuando giren lentamente. Se clasifican en los siguientes grupos:

- ✓ Elementos considerados aisladamente tales como árboles de transmisión, vástagos, brocas, acoplamientos.
- ✓ Puntos de atrapamiento entre engranajes y ejes girando y otras fijas o dotadas de desplazamiento lateral a ellas.
- ✓ Movimientos alternativos y de traslación. El punto peligroso se sitúa en el lugar donde la pieza dotada de este tipo de movimiento se aproxima a otra pieza fija o móvil y la sobrepasa.
- ✓ Movimientos de traslación y rotación. Las conexiones de bielas y vástagos con ruedas y volantes son algunos de los mecanismos que generalmente están dotadas de este tipo de movimientos.
- ✓ Movimientos de oscilación. Las piezas dotadas de movimientos de oscilación pendular generan puntos de "tijera" entre ellas y otras piezas fijas.

Las actividades de prevención deberán ser modificadas cuando se aprecie por el empresario, como consecuencia de los controles periódicos previstos en el apartado anterior, su inadecuación a los fines de protección requeridos.

8.1.2.4. 1.2.4. EQUIPOS DE TRABAJO Y MEDIOS DE PROTECCION.

Cuando la utilización de un equipo de trabajo pueda presentar un riesgo específico para la seguridad y la salud de los trabajadores, el empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que:

- ✓ - La utilización del equipo de trabajo quede reservada a los encargados de dicha utilización.
- ✓ - Los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento o conservación sean realizados por los trabajadores específicamente capacitados para ello.

El empresario deberá proporcionar a sus trabajadores equipos de protección individual adecuados para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos.

8.1.2.5. INFORMACION, CONSULTA Y PARTICIPACION DE LOS TRABAJADORES.

El empresario adoptará las medidas adecuadas para que los trabajadores reciban todas las informaciones necesarias en relación con:

- ✓ Los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.
- ✓ Las medidas y actividades de protección y prevención aplicables a los riesgos.

Los trabajadores tendrán derecho a efectuar propuestas al empresario, así como a los órganos competentes en esta materia, dirigidas a la mejora de los niveles de la protección de la seguridad y la salud en los lugares de trabajo, en materia de señalización en dichos lugares, en cuanto a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en las obras de construcción y en cuanto a utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

8.1.2.6. FORMACION DE LOS TRABAJADORES.

El empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva.

8.1.2.7. MEDIDAS DE EMERGENCIA.

El empresario, teniendo en cuenta el tamaño y la actividad de la empresa, así como la posible presencia de personas ajenas a la misma, deberá analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de los trabajadores, designando para ello al personal encargado de poner en práctica estas medidas y comprobando periódicamente, en su caso, su correcto funcionamiento.

8.1.2.8. RIESGO GRAVE E INMINENTE.

Cuando los trabajadores estén expuestos a un riesgo grave e inminente con ocasión de su trabajo, el empresario estará obligado a:

- ✓ Informar lo antes posible a todos los trabajadores afectados acerca de la existencia de dicho riesgo y de las medidas adoptadas en materia de protección.
- ✓ Dar las instrucciones necesarias para que, en caso de peligro grave, inminente e inevitable, los trabajadores puedan interrumpir su actividad y además estar en condiciones, habida cuenta de sus conocimientos y de los medios técnicos puestos a su disposición, de adoptar las medidas necesarias para evitar las consecuencias de dicho peligro.

8.1.2.9. VIGILANCIA DE LA SALUD.

El empresario garantizará a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo, optando por la realización de aquellos reconocimientos o pruebas que causen las menores molestias al trabajador y que sean proporcionales al riesgo.

8.1.2.10.DOCUMENTACION.

El empresario deberá elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral la siguiente documentación:

- ✓ Evaluación de los riesgos para la seguridad y salud en el trabajo, y planificación de la acción preventiva.
- ✓ Medidas de protección y prevención a adoptar.
- ✓ Resultado de los controles periódicos de las condiciones de trabajo.
- ✓ Práctica de los controles del estado de salud de los trabajadores.
- ✓ Relación de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que hayan causado al trabajador una incapacidad laboral superior a un día de trabajo.

8.1.2.11.COORDINACION DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES.

Cuando en un mismo centro de trabajo desarrollen actividades trabajadores de dos o más empresas, éstas deberán cooperar en la aplicación de la normativa sobre prevención de riesgos laborales.

8.1.2.12.PROTECCION DE TRABAJADORES ESPECIALMENTE SENSIBLES A DETERMINADOS RIESGOS.

El empresario garantizará, evaluando los riesgos y adoptando las medidas preventivas necesarias, la protección de los trabajadores que, por sus propias características personales o estado biológico conocido, incluidos aquellos que tengan reconocida la situación de discapacidad física, psíquica o sensorial, sean específicamente sensibles a los riesgos derivados del trabajo.

8.1.2.13.PROTECCION DE LA MATERNIDAD.

La evaluación de los riesgos deberá comprender la determinación de la naturaleza, el grado y la duración de la exposición de las trabajadoras en situación de embarazo o parto reciente, a agentes, procedimientos o condiciones de trabajo que puedan influir negativamente en la salud de las trabajadoras o del feto, adoptando, en su caso, las medidas necesarias para evitar la exposición a dicho riesgo.

8.1.2.14.PROTECCION DE LOS MENORES.

Antes de la incorporación al trabajo de jóvenes menores de dieciocho años, y previamente a cualquier modificación importante de sus condiciones de trabajo, el empresario deberá efectuar una evaluación de los puestos de trabajo a desempeñar por los mismos, a fin de determinar la naturaleza, el grado y la duración de su exposición, teniendo especialmente en cuenta los riesgos derivados de su falta de experiencia, de su inmadurez para evaluar los riesgos existentes o potenciales y de su desarrollo todavía incompleto.

8.1.2.15.RELACIONES DE TRABAJO TEMPORALES, DE DURACION DETERMINADA Y EN EMPRESAS DE TRABAJO TEMPORAL.

Los trabajadores con relaciones de trabajo temporales o de duración determinada, así como los contratados por empresas de trabajo temporal, deberán disfrutar del mismo nivel de protección en materia de seguridad y salud que los restantes trabajadores de la empresa en la que prestan sus servicios.

8.1.2.16.OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES EN MATERIA DE PREVENCION DE RIESGOS.

Corresponde a cada trabajador velar, según sus posibilidades y mediante el cumplimiento de las medidas de prevención que en cada caso sean adoptadas, por su propia seguridad y salud en el trabajo y por la de aquellas otras personas a las que pueda afectar su actividad profesional, a causa de sus actos y omisiones en el trabajo, de conformidad con su formación y las instrucciones del empresario.

Los trabajadores, con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones del empresario, deberán en particular:

- ✓ Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad.
- ✓ Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario.
- ✓ No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes.

- ✓ Informar de inmediato un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- ✓ Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente.

8.1.3. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.

8.1.3.1. PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES.

En cumplimiento del deber de prevención de riesgos profesionales, el empresario designará uno o varios trabajadores para ocuparse de dicha actividad, constituirá un servicio de prevención o concertará dicho servicio con una entidad especializada ajena a la empresa.

Los trabajadores designados deberán tener la capacidad necesaria, disponer del tiempo y de los medios precisos y ser suficientes en número, teniendo en cuenta el tamaño de la empresa, así como los riesgos a que están expuestos los trabajadores.

En las empresas de menos de seis trabajadores, el empresario podrá asumir personalmente las funciones señaladas anteriormente, siempre que desarrolle de forma habitual su actividad en el centro de trabajo y tenga capacidad necesaria.

El empresario que no hubiere concertado el Servicio de Prevención con una entidad especializada ajena a la empresa deberá someter su sistema de prevención al control de una auditoría o evaluación externa.

8.1.3.2. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.

Si la designación de uno o varios trabajadores fuera insuficiente para la realización de las actividades de prevención, en función del tamaño de la empresa, de los riesgos a que están expuestos los trabajadores o de la peligrosidad de las actividades desarrolladas, el empresario deberá recurrir a uno o varios servicios de prevención propios o ajenos a la empresa, que colaborarán cuando sea necesario.

Se entenderá como servicio de prevención el conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas a fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, asesorando y asistiendo para ello al empresario, a los trabajadores y a sus representantes y a los órganos de representación especializados.

8.1.4. CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.

8.1.4.1. CONSULTA DE LOS TRABAJADORES.

El empresario deberá consultar a los trabajadores, con la debida antelación, la adopción de las decisiones relativas a:

- ✓ La planificación y la organización del trabajo en la empresa y la introducción de nuevas tecnologías, en todo lo relacionado con las consecuencias que éstas pudieran tener para la seguridad y la salud de los trabajadores.

- ✓ La organización y desarrollo de las actividades de protección de la salud y prevención de los riesgos profesionales en la empresa, incluida la designación de los trabajadores encargados de dichas actividades o el recurso a un servicio de prevención externo.
- ✓ La designación de los trabajadores encargados de las medidas de emergencia.
- ✓ El proyecto y la organización de la formación en materia preventiva.

8.1.4.2. DERECHOS DE PARTICIPACION Y REPRESENTACION.

Los trabajadores tienen derecho a participar en la empresa en las cuestiones relacionadas con la prevención de riesgos en el trabajo.

En las empresas o centros de trabajo que cuenten con seis o más trabajadores, la participación de éstos se canalizará a través de sus representantes y de la representación especializada.

8.1.4.3. DELEGADOS DE PREVENCIÓN.

Los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo. Serán designados por y entre los representantes del personal, con arreglo a la siguiente escala:

- ✓ De 50 a 100 trabajadores: 2 Delegados de Prevención.
- ✓ De 101 a 500 trabajadores: 3 Delegados de Prevención.
- ✓ De 501 a 1000 trabajadores: 4 Delegados de Prevención.
- ✓ De 1001 a 2000 trabajadores: 5 Delegados de Prevención.
- ✓ De 2001 a 3000 trabajadores: 6 Delegados de Prevención.
- ✓ De 3001 a 4000 trabajadores: 7 Delegados de Prevención.
- ✓ De 4001 en adelante: 8 Delegados de Prevención.

En las empresas de hasta treinta trabajadores el Delegado de Prevención será el Delegado de Personal.

En las empresas de treinta y uno a cuarenta y nueve trabajadores habrá un Delegado de Prevención que será elegido por y entre los Delegados de Personal.

8.2. DISPOSICIONES MINIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACION DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.

8.2.1. INTRODUCCION.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un

adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a garantizar que en los lugares de trabajo exista una adecuada señalización de seguridad y salud, siempre que los riesgos no puedan evitarse o limitarse suficientemente a través de medios técnicos de protección colectiva.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 485/1997 de 14 de Abril de 1.997 establece las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y de salud en el trabajo, entendiendo como tales aquellas señalizaciones que referidas a un objeto, actividad o situación determinada, proporcionen una indicación o una obligación relativa a la seguridad o la salud en el trabajo mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminosa o acústica, una comunicación verbal o una señal gestual.

8.2.2. 2.2. OBLIGACION GENERAL DEL EMPRESARIO.

La elección del tipo de señal y del número y emplazamiento de las señales o dispositivos de señalización a utilizar en cada caso se realizará de forma que la señalización resulte lo más eficaz posible, teniendo en cuenta:

- ✓ Las características de la señal.
- ✓ Los riesgos, elementos o circunstancias que hayan de señalizarse.
- ✓ La extensión de la zona a cubrir.
- ✓ El número de trabajadores afectados.

Para la señalización de desniveles, obstáculos u otros elementos que originen riesgo de caída de personas, choques o golpes, así como para la señalización de riesgo eléctrico, presencia de materias inflamables, tóxicas, corrosivas o riesgo biológico, podrá optarse por una señal de advertencia de forma triangular, con un pictograma característico de color negro sobre fondo amarillo y bordes negros.

Las vías de circulación de vehículos deberán estar delimitadas con claridad mediante franjas continuas de color blanco o amarillo.

Los equipos de protección contra incendios deberán ser de color rojo.

La señalización para la localización e identificación de las vías de evacuación y de los equipos de salvamento o socorro (botiquín portátil) se realizará mediante una señal de forma cuadrada o rectangular, con un pictograma característico de color blanco sobre fondo verde.

La señalización dirigida a alertar a los trabajadores o a terceros de la aparición de una situación de peligro y de la consiguiente y urgente necesidad de actuar de una forma determinada o de evacuar la

zona de peligro, se realizará mediante una señal luminosa, una señal acústica o una comunicación verbal.

Los medios y dispositivos de señalización deberán ser limpiados, mantenidos y verificados regularmente.

8.3. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.

8.3.1. INTRODUCCION.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a garantizar que de la presencia o utilización de los equipos de trabajo puestos a disposición de los trabajadores en la empresa o centro de trabajo no se deriven riesgos para la seguridad o salud de los mismos.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 1215/1997 de 18 de Julio de 1.997 establece las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, entendiendo como tales cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el trabajo.

8.3.2. OBLIGACION GENERAL DEL EMPRESARIO.

El empresario adoptará las medidas necesarias para que los equipos de trabajo que se pongan a disposición de los trabajadores sean adecuados al trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizar dichos equipos.

Deberá utilizar únicamente equipos que satisfagan cualquier disposición legal o reglamentaria que les sea de aplicación.

Para la elección de los equipos de trabajo el empresario deberá tener en cuenta los siguientes factores:

- ✓ Las condiciones y características específicas del trabajo a desarrollar.
- ✓ Los riesgos existentes para la seguridad y salud de los trabajadores en el lugar de trabajo.
- ✓ En su caso, las adaptaciones necesarias para su utilización por trabajadores discapacitados.

- ✓ Adoptará las medidas necesarias para que, mediante un mantenimiento adecuado, los equipos de trabajo se conserven durante todo el tiempo de utilización en unas condiciones adecuadas. Todas las operaciones de mantenimiento, ajuste, desbloqueo, revisión o reparación de los equipos de trabajo se realizará tras haber parado o desconectado el equipo. Estas operaciones deberán ser encomendadas al personal especialmente capacitado para ello.
- ✓ El empresario deberá garantizar que los trabajadores reciban una formación e información adecuadas a los riesgos derivados de los equipos de trabajo. La información, suministrada preferentemente por escrito, deberá contener, como mínimo, las indicaciones relativas a:
- ✓ Las condiciones y forma correcta de utilización de los equipos de trabajo, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, así como las situaciones o formas de utilización anormales y peligrosas que puedan preverse.
- ✓ Las conclusiones que, en su caso, se puedan obtener de la experiencia adquirida en la utilización de los equipos de trabajo.

8.3.2.1. DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO.

Los órganos de accionamiento de un equipo de trabajo que tengan alguna incidencia en la seguridad deberán ser claramente visibles e identificables y no deberán acarrear riesgos como consecuencia de una manipulación involuntaria.

Cada equipo de trabajo deberá estar provisto de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo de caída de objetos o de proyecciones deberá estar provisto de dispositivos de protección adecuados a dichos riesgos.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo por emanación de gases, vapores o líquidos o por emisión de polvo deberá estar provisto de dispositivos adecuados de captación o extracción cerca de la fuente emisora correspondiente.

Si fuera necesario para la seguridad o la salud de los trabajadores, los equipos de trabajo y sus elementos deberán estabilizarse por fijación o por otros medios.

Cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgo de accidente por contacto mecánico, deberán ir equipados con resguardos o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas.

Las zonas y puntos de trabajo o mantenimiento de un equipo de trabajo deberán estar adecuadamente iluminadas en función de las tareas que deban realizarse.

Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas cuando corresponda contra los riesgos de contacto o la proximidad de los trabajadores.

Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgo de contacto directo o indirecto de la electricidad y los que entrañen riesgo por ruido, vibraciones o radiaciones deberá disponer de las protecciones o dispositivos adecuados para limitar, en la medida de lo posible, la generación y propagación de estos agentes físicos.

Las herramientas manuales deberán estar construidas con materiales resistentes y la unión entre sus elementos deberá ser firme, de manera que se eviten las roturas o proyecciones de los mismos.

La utilización de todos estos equipos no podrá realizarse en contradicción con las instrucciones facilitadas por el fabricante, comprobándose antes del iniciar la tarea que todas sus protecciones y condiciones de uso son las adecuadas.

Deberán tomarse las medidas necesarias para evitar el atrapamiento del cabello, ropas de trabajo u otros objetos del trabajador, evitando, en cualquier caso, someter a los equipos a sobrecargas, sobrepresiones, velocidades o tensiones excesivas.

8.3.2.2. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO MOVILES.

Los equipos con trabajadores transportados deberán evitar el contacto de éstos con ruedas y orugas y el aprisionamiento por las mismas. Para ello dispondrán de una estructura de protección que impida que el equipo de trabajo incline más de un cuarto de vuelta o una estructura que garantice un espacio suficiente alrededor de los trabajadores transportados cuando el equipo pueda inclinarse más de un cuarto de vuelta. No se requerirán estas estructuras de protección cuando el equipo de trabajo se encuentre estabilizado durante su empleo.

Las carretillas elevadoras deberán estar acondicionadas mediante la instalación de una cabina para el conductor, una estructura que impida que la carretilla vuelque, una estructura que garantice que, en caso de vuelco, quede espacio suficiente para el trabajador entre el suelo y determinadas partes de dicha carretilla y una estructura que mantenga al trabajador sobre el asiento de conducción en buenas condiciones.

Los equipos de trabajo automotores deberán contar con dispositivos de frenado y parada, con dispositivos para garantizar una visibilidad adecuada y con una señalización acústica de advertencia. En cualquier caso, su conducción estará reservada a los trabajadores que hayan recibido una información específica.

8.3.2.3. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA ELEVACION DE CARGAS.

Deberán estar instalados firmemente, teniendo presente la carga que deban levantar y las tensiones inducidas en los puntos de suspensión o de fijación. En cualquier caso, los aparatos de izar estarán equipados con limitador del recorrido del carro y de los ganchos, los motores eléctricos estarán provistos de limitadores de altura y del peso, los ganchos de sujeción serán de acero con "pestillos de seguridad" y los carriles para desplazamiento estarán limitados a una distancia de 1 m de su término mediante topes de seguridad de final de carrera eléctricos.

- ✓ Deberá figurar claramente la carga nominal.
- ✓ Deberán instalarse de modo que se reduzca el riesgo de que la carga caiga en picado, se suelte o se desvíe involuntariamente de forma peligrosa. En cualquier caso, se evitará la presencia de trabajadores bajo las cargas suspendidas. Caso de ir equipadas con cabinas para trabajadores deberá evitarse la caída de éstas, su aplastamiento o choque.
- ✓ Los trabajos de izado, transporte y descenso de cargas suspendidas, quedarán interrumpidos bajo régimen de vientos superiores a los 60 km/h.

8.3.2.4. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS Y MAQUINARIA PESADA EN GENERAL.

Las máquinas para los movimientos de tierras estarán dotadas de faros de marcha hacia adelante y de retroceso, servofrenos, freno de mano, bocina automática de retroceso, retrovisores en ambos lados, pórtico de seguridad antivuelco y anti-impactos y un extintor.

Se prohíbe trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria de movimiento de tierras, para evitar los riesgos por atropello.

Durante el tiempo de parada de las máquinas se señalizará su entorno con "señales de peligro", para evitar los riesgos por fallo de frenos o por atropello durante la puesta en marcha.

Si se produjese contacto con líneas eléctricas el maquinista permanecerá inmóvil en su puesto y solicitará auxilio por medio de las bocinas. De ser posible el salto sin riesgo de contacto eléctrico, el maquinista saltará fuera de la máquina sin tocar, al unísono, la máquina y el terreno.

Antes del abandono de la cabina, el maquinista habrá dejado en reposo, en contacto con el pavimento (la cuchilla, cazo, etc.), puesto el freno de mano y parado el motor extrayendo la llave de contacto para evitar los riesgos por fallos del sistema hidráulico.

Las pasarelas y peldaños de acceso para conducción o mantenimiento permanecerán limpios de gravas, barro y aceite, para evitar los riesgos de caída.

Se prohíbe el transporte de personas sobre las máquinas para el movimiento de tierras, para evitar los riesgos de caídas o de atropellos.

Se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido, ante la coronación de los cortes (taludes o terraplenes) a los que debe aproximarse la maquinaria empleada en el movimiento de tierras, para evitar los riesgos por caída de la máquina.

Se señalizarán los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y señales normalizadas de tráfico.

Se prohíbe el acopio de tierras a menos de 2 m. del borde de la excavación (como norma general).

No se debe fumar cuando se abastezca de combustible la máquina, pues podría inflamarse. Al realizar dicha tarea el motor deberá permanecer parado.

Se prohíbe realizar trabajos en un radio de 10 m entorno a las máquinas de hinca, en prevención de golpes y atropellos.

Las cintas transportadoras estarán dotadas de pasillo lateral de visita de 60 cm de anchura y barandillas de protección de éste de 90 cm de altura. Estarán dotadas de encauzadores antidesprendimientos de objetos por rebose de materiales. Bajo las cintas, en todo su recorrido, se instalarán bandejas de recogida de objetos desprendidos.

Los compresores serán de los llamados "silenciosos" en la intención de disminuir el nivel de ruido. La zona dedicada para la ubicación del compresor quedará acordonada en un radio de 4 m. Las mangueras estarán en perfectas condiciones de uso, es decir, sin grietas ni desgastes que puedan producir un reventón.

Cada tajo con martillos neumáticos, estará trabajado por dos cuadrillas que se turnarán cada hora, en prevención de lesiones por permanencia continuada recibiendo vibraciones. Los pisones mecánicos se guiarán avanzando frontalmente, evitando los desplazamientos laterales. Para realizar estas tareas se utilizará faja elástica de protección de cintura, muñequeras bien ajustadas, botas de seguridad, cascos antirruído y una mascarilla con filtro mecánico recambiable.

8.3.2.5. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LA MAQUINARIA HERRAMIENTA.

Las máquinas-herramienta estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento y sus motores eléctricos estarán protegidos por la carcasa.

Las que tengan capacidad de corte tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.

Las que se utilicen en ambientes inflamables o explosivos estarán protegidas mediante carcasas antideflagrantes. Se prohíbe la utilización de máquinas accionadas mediante combustibles líquidos en lugares cerrados o de ventilación insuficiente.

Se prohíbe trabajar sobre lugares encharcados, para evitar los riesgos de caídas y los eléctricos.

Para todas las tareas se dispondrá una iluminación adecuada, en torno a 100 lux.

En prevención de los riesgos por inhalación de polvo, se utilizarán en vía húmeda las herramientas que lo produzcan.

Las mesas de sierra circular, cortadoras de material cerámico y sierras de disco manual no se ubicarán a distancias inferiores a tres metros del borde de los forjados, con la excepción de los que estén claramente protegidos (redes o barandillas, petos de remate, etc). Bajo ningún concepto se retirará la protección del disco de corte, utilizándose en todo momento gafas de seguridad antiproyección de partículas. Como normal general, se deberán extraer los clavos o partes metálicas hincadas en el elemento a cortar.

Con las pistolas fija-clavos no se realizarán disparos inclinados, se deberá verificar que no hay nadie al otro lado del objeto sobre el que se dispara, se evitará clavar sobre fábricas de ladrillo hueco y se asegurará el equilibrio de la persona antes de efectuar el disparo.

Para la utilización de los taladros portátiles y rozadoras eléctricas se elegirán siempre las brocas y discos adecuados al material a taladrar, se evitará realizar taladros en una sola maniobra y taladros o rozaduras inclinadas a pulso y se tratará no recalentar las brocas y discos.

Las pulidoras y abrillantadoras de suelos, lijadoras de madera y alisadoras mecánicas tendrán el manillar de manejo y control revestido de material aislante y estarán dotadas de aro de protección antiatrapamientos o abrasiones.

En las tareas de soldadura por arco eléctrico se utilizará yelmo del soldar o pantalla de mano, no se mirará directamente al arco voltaico, no se tocarán las piezas recientemente soldadas, se soldará en un lugar ventilado, se verificará la inexistencia de personas en el entorno vertical de puesto de trabajo, no se dejará directamente la pinza en el suelo o sobre la perfilería, se escogerá el electrodo adecuada para el cordón a ejecutar y se suspenderán los trabajos de soldadura con vientos superiores a 60 km/h y a la intemperie con régimen de lluvias.

En la soldadura oxiacetilénica (oxicorte) no se mezclarán botellas de gases distintos, éstas se transportarán sobre bateas enjauladas en posición vertical y atadas, no se ubicarán al sol ni en posición inclinada y los mecheros estarán dotados de válvulas antirretroceso de la llama. Si se desprenden pinturas se trabajará con mascarilla protectora y se hará al aire libre o en un local ventilado.

8.4. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION.

8.4.1. 4.1. INTRODUCCION.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran necesariamente las destinadas a garantizar la seguridad y la salud en las obras de construcción.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre de 1.997 establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, entendiendo como tales cualquier obra, pública o privada, en la que se efectúen trabajos de construcción o ingeniería civil.

La obra en proyecto referente a la Ejecución de una Edificación de uso Industrial o Comercial se encuentra incluida en el Anexo I de dicha legislación, con la clasificación a) Excavación, b) Movimiento de tierras, c) Construcción, d) Montaje y desmontaje de elementos prefabricados, e) Acondicionamiento o instalación, l) Trabajos de pintura y de limpieza y m) Saneamiento.

Al tratarse de una obra con las siguientes condiciones:

- ✓ El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto es inferior a 75 millones de pesetas.
- ✓ La duración estimada es inferior a 30 días laborables, no utilizándose en ningún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- ✓ El volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, es inferior a 500.

Por todo lo indicado, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud. Caso de superarse alguna de las condiciones citadas anteriormente deberá realizarse un estudio completo de seguridad y salud.

8.4.2. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

8.4.2.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION.

Los Oficios más comunes en las obras de construcción son los siguientes:

- ✓ Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.
- ✓ Relleno de tierras.
- ✓ Encofrados.
- ✓ Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.
- ✓ Trabajos de manipulación del hormigón.
- ✓ Montaje de prefabricados.
- ✓ Albañilería.
- ✓ Cubiertas.
- ✓ Enfoscados y enlucidos.
- ✓ Carpintería de madera, metálica y cerrajería.
- ✓ Pintura y barnizados.
- ✓ Instalación eléctrica definitiva y provisional de obra.

Los riesgos más frecuentes durante estos oficios son los descritos a continuación:

- ✓ Deslizamientos, desprendimientos de tierras por diferentes motivos (no emplear el talud adecuado, por variación de la humedad del terreno, etc).
- ✓ Riesgos derivados del manejo de máquinas-herramienta y maquinaria pesada en general.
- ✓ Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- ✓ Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles.
- ✓ Los derivados de los trabajos pulverulentos.
- ✓ Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc).
- ✓ Caída de los encofrados al vacío, caída de personal al caminar o trabajar sobre los fondillos de las vigas, pisadas sobre objetos punzantes, etc.
- ✓ Desprendimientos por mal apilado de la madera, planchas metálicas, etc.
- ✓ Cortes y heridas en manos y pies, aplastamientos, tropiezos y torceduras al caminar sobre las armaduras.
- ✓ Hundimientos, rotura o reventón de encofrados, fallos de entibaciones.
- ✓ Contactos con la energía eléctrica (directos e indirectos), electrocuciones, quemaduras, etc.
- ✓ Los derivados de la rotura fortuita de las planchas de vidrio.
- ✓ Cuerpos extraños en los ojos, etc.

- ✓ Agresión por ruido y vibraciones en todo el cuerpo.
- ✓ Microclima laboral (frío-calor), agresión por radiación ultravioleta, infrarroja.
- ✓ Agresión mecánica por proyección de partículas.
- ✓ Golpes.
- ✓ Cortes por objetos y/o herramientas.
- ✓ Incendio y explosiones.
- ✓ Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- ✓ Carga de trabajo física.
- ✓ Deficiente iluminación.
- ✓ Efecto psico-fisiológico de horarios y turno.

8.4.2.2. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL.

Se establecerán a lo largo de la obra letreros divulgativos y señalización de los riesgos (vuelo, atropello, colisión, caída en altura, corriente eléctrica, peligro de incendio, materiales inflamables, prohibido fumar, etc), así como las medidas preventivas previstas (uso obligatorio del casco, uso obligatorio de las botas de seguridad, uso obligatorio de guantes, uso obligatorio de cinturón de seguridad, etc).

Se habilitarán zonas o estancias para el acopio de material y útiles (ferralla, perfilera metálica, piezas prefabricadas, carpintería metálica y de madera, vidrio, pinturas, barnices y disolventes, material eléctrico, aparatos sanitarios, tuberías, aparatos de calefacción y climatización, etc).

Se procurará que los trabajos se realicen en superficies secas y limpias, utilizando los elementos de protección personal, fundamentalmente calzado antideslizante reforzado para protección de golpes en los pies, casco de protección para la cabeza y cinturón de seguridad.

El transporte aéreo de materiales y útiles se hará suspendiéndolos desde dos puntos mediante eslingas, y se guiarán por tres operarios, dos de ellos guiarán la carga y el tercero ordenará las maniobras.

El transporte de elementos pesados (sacos de aglomerante, ladrillos, arenas, etc) se hará sobre carretilla de mano y así evitar sobreesfuerzos.

Los andamios sobre borriquetas, para trabajos en altura, tendrán siempre plataformas de trabajo de anchura no inferior a 60 cm (3 tabloncillos trabados entre sí), prohibiéndose la formación de andamios mediante bidones, cajas de materiales, bañeras, etc.

Se tenderán cables de seguridad amarrados a elementos estructurales sólidos en los que enganchar el mosquetón del cinturón de seguridad de los operarios encargados de realizar trabajos en altura.

La distribución de máquinas, equipos y materiales en los locales de trabajo será la adecuada, delimitando las zonas de operación y paso, los espacios destinados a puestos de trabajo, las separaciones entre máquinas y equipos, etc.

El área de trabajo estará al alcance normal de la mano, sin necesidad de ejecutar movimientos forzados.

Se vigilarán los esfuerzos de torsión o de flexión del tronco, sobre todo si el cuerpo están en posición inestable.

Se evitarán las distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte, así como un ritmo demasiado alto de trabajo.

Se tratará que la carga y su volumen permitan asirla con facilidad.

Se recomienda evitar los barrizales, en prevención de accidentes.

Se debe seleccionar la herramienta correcta para el trabajo a realizar, manteniéndola en buen estado y uso correcto de ésta. Después de realizar las tareas, se guardarán en lugar seguro.

La iluminación para desarrollar los oficios convenientemente oscilará en torno a los 100 lux.

Es conveniente que los vestidos estén configurados en varias capas al comprender entre ellas cantidades de aire que mejoran el aislamiento al frío. Empleo de guantes, botas y orejeras. Se resguardará al trabajador de vientos mediante apantallamientos y se evitará que la ropa de trabajo se empape de líquidos evaporables.

Si el trabajador sufriese estrés térmico se deben modificar las condiciones de trabajo, con el fin de disminuir su esfuerzo físico, mejorar la circulación de aire, apantallar el calor por radiación, dotar al trabajador de vestimenta adecuada (sombrero, gafas de sol, cremas y lociones solares), vigilar que la ingesta de agua tenga cantidades moderadas de sal y establecer descansos de recuperación si las soluciones anteriores no son suficientes.

El aporte alimentario calórico debe ser suficiente para compensar el gasto derivado de la actividad y de las contracciones musculares.

Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada a las condiciones de humedad y resistencia de tierra de la instalación provisional).

Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad.

El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de emergencia dependerán del uso, de los equipos y de las dimensiones de la obra y de los locales, así como el número máximo de personas que puedan estar presentes en ellos.

En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello.

8.4.2.3. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER PARTICULAR PARA CADA OFICIO

Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.

- ✓ Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.
- ✓ Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación, para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno, señalizándose además mediante una línea esta distancia de seguridad.
- ✓ Se eliminarán todos los bolos o viseras de los frentes de la excavación que por su situación ofrezcan el riesgo de desprendimiento.
- ✓ La maquinaria estará dotada de peldaños y asidero para subir o bajar de la cabina de control. No se utilizará como apoyo para subir a la cabina las llantas, cubiertas, cadenas y guardabarros.
- ✓ Los desplazamientos por el interior de la obra se realizarán por caminos señalizados.
- ✓ Se utilizarán redes tensas o mallazo electrosoldado situadas sobre los taludes, con un solape mínimo de 2 m.
- ✓ La circulación de los vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de la excavación no superior a los 3 m. para vehículos ligeros y de 4 m para pesados.

Se conservarán los caminos de circulación interna cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante zahorras.

- ✓ El acceso y salida de los pozos y zanjas se efectuará mediante una escalera sólida, anclada en la parte superior del pozo, que estará provista de zapatas antideslizantes.
- ✓ Cuando la profundidad del pozo sea igual o superior a 1,5 m., se entibará (o encamisará) el perímetro en prevención de derrumbamientos.

- ✓ Se efectuará el achique inmediato de las aguas que afloran (o caen) en el interior de las zanjas, para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.

En presencia de líneas eléctricas en servicio se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

- ✓ Se procederá a solicitar de la compañía propietaria de la línea eléctrica el corte de fluido y puesta a tierra de los cables, antes de realizar los trabajos.
- ✓ La línea eléctrica que afecta a la obra será desviada de su actual trazado al límite marcado en los planos.
- ✓ La distancia de seguridad con respecto a las líneas eléctricas que cruzan la obra, queda fijada en 5 m., en zonas accesibles durante la construcción.
- ✓ Se prohíbe la utilización de cualquier calzado que no sea aislante de la electricidad en proximidad con la línea eléctrica.

Relleno de tierras.

- ✓ Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en el interior.
- ✓ Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar las polvaredas. Especialmente si se debe conducir por vías públicas, calles y carreteras.
- ✓ Se instalará, en el borde de los terraplenes de vertido, sólidos topes de limitación de recorrido para el vertido en retroceso.
- ✓ Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5 m. en torno a las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento.
- ✓ Los vehículos de compactación y apisonado, irán provistos de cabina de seguridad de protección en caso de vuelco.

Encofrados.

- ✓ Se prohíbe la permanencia de operarios en las zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado de tabloneros, sopandas, puntales y ferralla; igualmente se procederá durante la elevación de viguetas, nervios, armaduras, pilares, bovedillas, etc.
- ✓ El ascenso y descenso del personal a los encofrados, se efectuará a través de escaleras de mano reglamentarias.

Se instalarán barandillas reglamentarias en los frentes de losas horizontales, para impedir la caída al vacío de las personas.

- ✓ Los clavos o puntas existentes en la madera usada, se extraerán o remacharán, según casos.

- ✓ Queda prohibido encofrar sin antes haber cubierto el riesgo de caída desde altura mediante la ubicación de redes de protección.

Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.

- ✓ Los paquetes de redondos se almacenarán en posición horizontal sobre durmientes de madera capa a capa, evitándose alturas de las pilas superiores al 1'50 m.

Se efectuará un barrido diario de puntas, alambres y recortes de ferralla en torno al banco (o bancos, borriquetas, etc.) de trabajo.

Queda prohibido el transporte aéreo de armaduras de pilares en posición vertical.

- ✓ Se prohíbe trepar por las armaduras en cualquier caso.
- ✓ Se prohíbe el montaje de zunchos perimetrales, sin antes estar correctamente instaladas las redes de protección.
- ✓ Se evitará, en lo posible, caminar por los fondillos de los encofrados de jácenas o vigas.

Trabajos de manipulación del hormigón.

- ✓ Se instalarán fuertes topes final de recorrido de los camiones hormigonera, en evitación de vuelcos.
- ✓ Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigoneras a menos de 2 m. del borde de la excavación.
- ✓ Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.
- ✓ Se procurará no golpear con el cubo los encofrados, ni las entibaciones.
- ✓ La tubería de la bomba de hormigonado, se apoyará sobre caballetes, arriostrándose las partes susceptibles de movimiento.
- ✓ Para vibrar el hormigón desde posiciones sobre la cimentación que se hormigona, se establecerán plataformas de trabajo móviles formadas por un mínimo de tres tablonas, que se dispondrán perpendicularmente al eje de la zanja o zapata.
- ✓ El hormigonado y vibrado del hormigón de pilares, se realizará desde "castilletes de hormigonado"
- ✓ En el momento en el que el forjado lo permita, se izará en torno a los huecos el peto definitivo de fábrica, en prevención de caídas al vacío.
- ✓ Se prohíbe transitar pisando directamente sobre las bovedillas (cerámicas o de hormigón), en prevención de caídas a distinto nivel.

Montaje de prefabricados.

- ✓ El riesgo de caída desde altura, se evitará realizando los trabajos de recepción e instalación del prefabricado desde el interior de una plataforma de trabajo rodeada de barandillas de 90 cm., de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm., sobre andamios (metálicos, tubulares de borriquetas).
- ✓ Se prohíbe trabajar o permanecer en lugares de tránsito de piezas suspendidas en prevención del riesgo de desplome.
- ✓ Los prefabricados se acopiarán en posición horizontal sobre durmientes dispuestos por capas de tal forma que no dañen los elementos de enganche para su izado.
- ✓ Se paralizará la labor de instalación de los prefabricados bajo régimen de vientos superiores a 60 Km/h.

Albañilería.

- ✓ Los grandes huecos (patios) se cubrirán con una red horizontal instalada alternativamente cada dos plantas, para la prevención de caídas.
- ✓ Se prohíbe concentrar las cargas de ladrillos sobre vanos. El acopio de palets, se realizará próximo a cada pilar, para evitar las sobrecargas de la estructura en los lugares de menor resistencia.
- ✓ Los escombros y cascotes se evacuarán diariamente mediante trompas de vertido montadas al efecto, para evitar el riesgo de pisadas sobre materiales.
- ✓ Las rampas de las escaleras estarán protegidas en su entorno por una barandilla sólida de 90 cm. de altura, formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm.

Cubiertas.

- ✓ El riesgo de caída al vacío, se controlará instalando redes de horca alrededor del edificio. No se permiten caídas sobre red superiores a los 6 m. de altura.
- ✓ Se paralizarán los trabajos sobre las cubiertas bajo régimen de vientos superiores a 60 km/h., lluvia, helada y nieve.

Enfoscados y enlucidos.

- ✓ Las "miras", reglas, tablonos, etc., se cargarán a hombro en su caso, de tal forma que al caminar, el extremo que va por delante, se encuentre por encima de la altura del casco de quién lo transporta, para evitar los golpes a otros operarios, los tropezones entre obstáculos, etc.
- ✓ Se acordonará la zona en la que pueda caer piedra durante las operaciones de proyección de "garbancillo" sobre morteros, mediante cinta de banderolas y letreros de prohibido el paso.

Carpintería de madera, metálica y cerrajería.

- ✓ Los recortes de madera y metálicos, objetos punzantes, cascotes y serrín producidos durante los ajustes se recogerán y se eliminarán mediante las tolvas de vertido, o mediante bateas o plataformas emplintadas amarradas del gancho de la grúa.
- ✓ Los cercos serán recibidos por un mínimo de una cuadrilla, en evitación de golpes, caídas y vuelcos.
- ✓ Los listones horizontales inferiores contra deformaciones, se instalarán a una altura en torno a los 60 cm. Se ejecutarán en madera blanca, preferentemente, para hacerlos más visibles y evitar los accidentes por tropiezos.
- ✓ El "cuelgue" de hojas de puertas o de ventanas, se efectuará por un mínimo de dos operarios, para evitar accidentes por desequilibrio, vuelco, golpes y caídas.

Pintura y barnizados.

- ✓ Se prohíbe almacenar pinturas susceptibles de emanar vapores inflamables con los recipientes mal o incompletamente cerrados, para evitar accidentes por generación de atmósferas tóxicas o explosivas.
- ✓ Se prohíbe realizar trabajos de soldadura y oxicorte en lugares próximos a los tajos en los que se empleen pinturas inflamables, para evitar el riesgo de explosión o de incendio.
- ✓ Se tenderán redes horizontales sujetas a puntos firmes de la estructura, para evitar el riesgo de caída desde alturas.
- ✓ Se prohíbe la conexión de aparatos de carga accionados eléctricamente (puentes grúa por ejemplo) durante las operaciones de pintura de carriles, soportes, topes, barandillas, etc., en prevención de atrapamientos o caídas desde altura.
- ✓ Se prohíbe realizar "pruebas de funcionamiento" en las instalaciones, tuberías de presión, equipos motobombas, calderas, conductos, etc. durante los trabajos de pintura de señalización o de protección de conductos.

Instalación eléctrica provisional de obra.

- ✓ El montaje de aparatos eléctricos será ejecutado por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.
- ✓ El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar.
- ✓ Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos.
- ✓ La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios o de planta, se efectuará mediante manguera eléctrica antihumedad.

- ✓ El tendido de los cables y mangueras, se efectuará a una altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m. en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.
- ✓ Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad.
- ✓ Las mangueras de "alargadera" por ser provisionales y de corta estancia pueden llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los paramentos verticales.
- ✓ Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.
- ✓ Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.
- ✓ Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a "pies derechos" firmes.
- ✓ Las maniobras a ejecutar en el cuadro eléctrico general se efectuarán subido a una banqueta de maniobra o alfombrilla aislante.
- ✓ Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie.
- ✓ La tensión siempre estará en la clavija "hembra", nunca en la "macho", para evitar los contactos eléctricos directos.

Los interruptores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:

- ✓ 300 mA. Alimentación a la maquinaria.
- ✓ 30 mA. Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.
- ✓ 30 mA. Para las instalaciones eléctricas de alumbrado.
- ✓ Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.
- ✓ El neutro de la instalación estará puesto a tierra.
- ✓ La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.
- ✓ El hilo de toma de tierra, siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos.

La iluminación mediante portátiles cumplirá la siguiente norma:

- ✓ Portalámparas estanco de seguridad con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada estanca de seguridad, alimentados a 24 V.

- ✓ La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 m., medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.
- ✓ La iluminación de los tajos, siempre que sea posible, se efectuará cruzada con el fin de disminuir sombras.
- ✓ Las zonas de paso de la obra, estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.
- ✓ No se permitirá las conexiones a tierra a través de conducciones de agua.
- ✓ No se permitirá el tránsito de carretillas y personas sobre mangueras eléctricas, pueden pelarse y producir accidentes.
- ✓ No se permitirá el tránsito bajo líneas eléctricas de las compañías con elementos longitudinales transportados a hombro (pértigas, reglas, escaleras de mano y asimilables). La inclinación de la pieza puede llegar a producir el contacto eléctrico.

8.4.2.4. MEDIDAS ESPECÍFICAS PARA TRABAJOS EN LA PROXIMIDAD DE INSTALACIONES ELECTRICAS DE ALTA TENSION.

Los Oficios más comunes en las instalaciones de alta tensión son los siguientes.

- ✓ Instalación de apoyos metálicos o de hormigón.
- ✓ Instalación de conductores desnudos.
- ✓ Instalación de aisladores cerámicos.
- ✓ Instalación de crucetas metálicas.
- ✓ Instalación de aparatos de seccionamiento y corte (interruptores, seccionadores, fusibles, etc).
- ✓ Instalación de limitadores de sobretensión (autoválvulas pararrayos).
- ✓ Instalación de transformadores tipo intemperie sobre apoyos.
- ✓ Instalación de dispositivos antivibraciones.
- ✓ Medida de altura de conductores.
- ✓ Detección de partes en tensión.
- ✓ Instalación de conductores aislados en zanjas o galerías.
- ✓ Instalación de envolventes prefabricadas de hormigón.
- ✓ Instalación de celdas eléctricas (seccionamiento, protección, medida, etc).
- ✓ Instalación de transformadores en envolventes prefabricadas a nivel del terreno.
- ✓ Instalación de cuadros eléctricos y salidas en B.T.
- ✓ Interconexión entre elementos.

- ✓ Conexión y desconexión de líneas o equipos.
- ✓ Puestas a tierra y conexiones equipotenciales.
- ✓ Reparación, conservación o cambio de los elementos citados.

Los Riesgos más frecuentes durante estos oficios son los descritos a continuación.

- ✓ Deslizamientos, desprendimientos de tierras por diferentes motivos (no emplear el talud adecuado, por variación de la humedad del terreno, etc).
- ✓ Riesgos derivados del manejo de máquinas-herramienta y maquinaria pesada en general.
- ✓ Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- ✓ Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles.
- ✓ Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc).
- ✓ Golpes.
- ✓ Cortes por objetos y/o herramientas.
- ✓ Arco eléctrico.
- ✓ Incendio y explosiones. Electroclusiones y quemaduras.
- ✓ Ventilación e Iluminación.
- ✓ Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- ✓ Contacto o manipulación de los elementos aislantes de los transformadores (aceites minerales, aceites a la silicona y piraleno). El aceite mineral tiene un punto de inflamación relativamente bajo (130º) y produce humos densos y nocivos en la combustión. El aceite a la silicona posee un punto de inflamación más elevado (400º). El piraleno ataca la piel, ojos y mucosas, produce gases tóxicos a temperaturas normales y arde mezclado con otros productos.
- ✓ Contacto directo con una parte del cuerpo humano y contacto a través de útiles o herramientas.
- ✓ Contacto a través de maquinaria de gran altura.
- ✓ Maniobras en centros de transformación privados por personal con escaso o nulo conocimiento de la responsabilidad y riesgo de una instalación de alta tensión.
- ✓ Agresión de animales.

Las Medidas Preventivas de carácter general se describen a continuación.

- ✓ Se realizará un diseño seguro y viable por parte del técnico proyectista.
- ✓ Se inspeccionará el estado del terreno.

- ✓ Se realizará el ascenso y descenso a zonas elevadas con medios y métodos seguros (escaleras adecuadas y sujetas por su parte superior).
- ✓ Se evitarán posturas inestables con calzado y medios de trabajo adecuados.
- ✓ Se utilizarán cuerdas y poleas (si fuese necesario) para subir y bajar materiales.
- ✓ Se evitarán zonas de posible caída de objetos, respetando la señalización y relimitación.
- ✓ No se almacenarán objetos en el interior del CT.
- ✓ Se ubicarán protecciones frente a sobreintensidades y contra incendios: fosos de recogida de aceites, muros cortafuegos, paredes, tabiques, pantallas, extintores fijos, etc.
- ✓ Se evitarán derrames, suelos húmedos o resbaladizos (canalizaciones, desagües, pozos de evacuación, aislamientos, calzado antideslizante, etc).
- ✓ Se utilizará un sistema de iluminación adecuado: focos luminosos correctamente colocados, interruptores próximos a las puertas de acceso, etc.
- ✓ Se utilizará un sistema de ventilación adecuado: entradas de aire por la parte inferior y salidas en la superior, ya sea ventilación natural o forzada, huecos de ventilación protegidos, salidas de ventilación que no molesten a los usuarios, etc.
- ✓ La señalización será la idónea: puertas con rótulos indicativos, máquinas, celdas, paneles de cuadros y circuitos diferenciados y señalizados, carteles de advertencia de peligro en caso necesario, esquemas unifilares actualizados e instrucciones generales de servicio, carteles normalizados (normas de trabajo A.T., distancias de seguridad, primeros auxilios, etc).
- ✓ Los trabajadores recibirán una formación específica referente a los riesgos en alta tensión.
- ✓ Para evitar el riesgo de contacto eléctrico se alejarán las partes activas de la instalación a distancia suficiente del lugar donde las personas habitualmente se encuentran o circulan, se recubrirán las partes activas con aislamiento apropiado, de tal forma que conserven sus propiedades indefinidamente y que limiten la corriente de contacto a un valor inocuo (1 mA) y se interpondrán obstáculos aislantes de forma segura que impidan todo contacto accidental.
- ✓ La distancia de seguridad para líneas eléctricas aéreas de alta tensión y los distintos elementos, como maquinaria, grúas, etc no será inferior a 3 m. Respecto a las edificaciones no será inferior a 5 m.
- ✓ Conviene determinar con la suficiente antelación, al comenzar los trabajos o en la utilización de maquinaria móvil de gran altura, si existe el riesgo derivado de la proximidad de líneas eléctricas aéreas. Se indicarán dispositivos que limiten o indiquen la altura máxima permisible.
- ✓ Será obligatorio el uso del cinturón de seguridad para los operarios encargados de realizar trabajos en altura.

- ✓ Todos los apoyos, herrajes, autoválvulas, seccionadores de puesta a tierra y elementos metálicos en general estarán conectados a tierra, con el fin de evitar las tensiones de paso y de contacto sobre el cuerpo humano. La puesta a tierra del neutro de los transformadores será independiente de la especificada para herrajes. Ambas serán motivo de estudio en la fase de proyecto.
- ✓ Es aconsejable que en centros de transformación el pavimento sea de hormigón ruleteado antideslizante y se ubique una capa de grava alrededor de ellos (en ambos casos se mejoran las tensiones de paso y de contacto).
- ✓ Se evitará aumentar la resistividad superficial del terreno.
- ✓ En centros de transformación tipo intemperie se revestirán los apoyos con obra de fábrica y mortero de hormigón hasta una altura de 2 m y se aislarán las empuñaduras de los mandos.
- ✓ En centros de transformación interiores o prefabricados se colocarán suelos de láminas aislantes sobre el acabado de hormigón.
- ✓ Las pantallas de protección contra contacto de las celdas, aparte de esta función, deben evitar posibles proyecciones de líquidos o gases en caso de explosión, para lo cual deberán ser de chapa y no de malla.
- ✓ Los mandos de los interruptores, seccionadores, etc, deben estar emplazados en lugares de fácil manipulación, evitándose postura forzadas para el operador, teniendo en cuenta que éste lo hará desde el banquillo aislante.
- ✓ Se realizarán enclavamientos mecánicos en las celdas, de puerta (se impide su apertura cuando el aparato principal está cerrado o la puesta a tierra desconectada), de maniobra (impide la maniobra del aparato principal y puesta a tierra con la puerta abierta), de puesta a tierra (impide el cierre de la puesta a tierra con el interruptor cerrado o viceversa), entre el seccionador y el interruptor (no se cierra el interruptor si el seccionador está abierto y conectado a tierra y no se abrirá el seccionador si el interruptor está cerrado) y enclavamiento del mando por candado.
- ✓ Como recomendación, en las celdas se instalarán detectores de presencia de tensión y mallas protectoras quitamiedos para comprobación con pértiga.
- ✓ En las celdas de transformador se utilizará una ventilación optimizada de mayor eficacia situando la salida de aire caliente en la parte superior de los paneles verticales. La dirección del flujo de aire será obligada a través del transformador.
- ✓ El alumbrado de emergencia no estará concebido para trabajar en ningún centro de transformación, sólo para efectuar maniobras de rutina.
- ✓ Los centros de transformación estarán dotados de cerradura con llave que impida el acceso a personas ajenas a la explotación.

- ✓ Las maniobras en alta tensión se realizarán, por elemental que puedan ser, por un operador y su ayudante. Deben estar advertidos que los seccionadores no pueden ser maniobrados en carga. Antes de la entrada en un recinto en tensión deberán comprobar la ausencia de tensión mediante pértiga adecuada y de forma visible la apertura de un elemento de corte y la puesta a tierra y en cortocircuito del sistema. Para realizar todas las maniobras será obligatorio el uso de, al menos y a la vez, dos elementos de protección personal: pértiga, guantes y banqueta o alfombra aislante, conexión equipotencial del mando manual del aparato y plataforma de maniobras.
- ✓ Se colocarán señales de seguridad adecuadas, delimitando la zona de trabajo.

8.4.3. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCION DE LAS OBRAS.

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor designará un coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, que será un técnico competente integrado en la dirección facultativa.

Cuando no sea necesaria la designación de coordinador, las funciones de éste serán asumidas por la dirección facultativa.

En aplicación del estudio básico de seguridad y salud, cada contratista elaborará un plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio desarrollado en el proyecto, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

Antes del comienzo de los trabajos, el promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente.

8.5. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL.

8.5.1. INTRODUCCION.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Así son las normas de desarrollo reglamentario las que deben fijar las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre ellas se encuentran las destinadas a garantizar la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual que los protejan adecuadamente de aquellos riesgos para su salud o su seguridad que no puedan evitarse o limitarse suficientemente mediante la utilización de medios de protección colectiva o la adopción de medidas de organización en el trabajo.

8.5.2. OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO.

Hará obligatorio el uso de los equipos de protección individual que a continuación se desarrollan.

8.5.2.1. PROTECTORES DE LA CABEZA.

- ✓ Cascos de seguridad, no metálicos, clase N, aislados para baja tensión, con el fin de proteger a los trabajadores de los posibles choques, impactos y contactos eléctricos.
- ✓ Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección.
- ✓ Gafas de montura universal contra impactos y antipolvo.
- ✓ Mascarilla antipolvo con filtros protectores.
- ✓ Pantalla de protección para soldadura autógena y eléctrica.

8.5.2.2. PROTECTORES DE MANOS Y BRAZOS.

- ✓ Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- ✓ Guantes de goma finos, para operarios que trabajen con hormigón.
- ✓ Guantes dieléctricos para B.T.
- ✓ Guantes de soldador.
- ✓ Muñequeras.
- ✓ Mango aislante de protección en las herramientas.

8.5.2.3. PROTECTORES DE PIES Y PIERNAS.

- ✓ Calzado provisto de suela y puntera de seguridad contra las agresiones mecánicas.
- ✓ Botas dieléctricas para B.T.
- ✓ Botas de protección impermeables.
- ✓ Polainas de soldador.
- ✓ Rodilleras.

8.5.2.4. PROTECTORES DEL CUERPO.

- ✓ Crema de protección y pomadas.
- ✓ Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para protección de las agresiones mecánicas.
- ✓ Traje impermeable de trabajo.
- ✓ Cinturón de seguridad, de sujeción y caída, clase A.
- ✓ Fajas y cinturones antivibraciones.
- ✓ Pértiga de B.T.
- ✓ Banqueta aislante clase I para maniobra de B.T.
- ✓ Linterna individual de situación.
- ✓ Comprobador de tensión.

8.5.2.5. EQUIPOS ADICIONALES DE PROTECCION PARA TRABAJOS EN LA PROXIMIDAD DE INSTALACIONES ELECTRICAS DE ALTA TENSION.

- ✓ Casco de protección aislante clase E-AT.
- ✓ Guantes aislantes clase IV.
- ✓ Banqueta aislante de maniobra clase II-B o alfombra aislante para A.T.
- ✓ Pértiga detectora de tensión (salvamento y maniobra).
- ✓ Traje de protección de menos de 3 kg, bien ajustado al cuerpo y sin piezas descubiertas eléctricamente conductoras de la electricidad.
- ✓ Gafas de protección.
- ✓ Insuflador boca a boca.
- ✓ Tierra auxiliar.
- ✓ Esquema unifilar
- ✓ Placa de primeros auxilios.
- ✓ Placas de peligro de muerte y E.T.
- ✓ Material de señalización y relimitación (cintas, señales, etc).

Ingeniería Torné S.L.
Paseo Alberto Casañal Shakery, nº3, local. Zaragoza
Tlf.: 976189498 - 976189499

Zaragoza, Diciembre 2019

El Ingeniero Industrial



Sergio Torné Darriba

Colegiado nº 1836



9. PLIEGO DE CONDICIONES

9.1. CONDICIONES GENERALES

9.1.1. OBJETO.

Este Pliego de Condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de instalaciones para la distribución de energía eléctrica cuyas características técnicas estarán especificadas en el correspondiente Proyecto.

9.1.2. CAMPO DE APLICACION.

Este Pliego de Condiciones se refiere a la construcción de redes aéreas o subterráneas de alta tensión hasta 132 kV, así como a centros de transformación.

Los Pliegos de Condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

9.1.3. DISPOSICIONES GENERALES.

El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y de vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 24042 "Contratación de Obras. Condiciones Generales", siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

El Contratista deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda. Igualmente deberá ser Instalador, provisto del correspondiente documento de calificación empresarial.

9.1.3.1. CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES.

Las obras del Proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por lo especificado en:

- ✓ Reglamentación General de Contratación según Decreto 3410/75, de 25 de noviembre.
- ✓ Pliego de Condiciones Generales para la Contratación de Obras Públicas aprobado por Decreto 3854/70, de 31 de diciembre.

- ✓ Artículo 1588 y siguientes del Código Civil, en los casos que sea procedente su aplicación al contrato de que se trate.
- ✓ Decreto de 12 de marzo de 1954 por el que se aprueba el Reglamento de Verificaciones eléctricas y Regularidad en el suministro de energía.
- ✓ Real Decreto 3275/1982 de 12 de Noviembre, sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, así como las Ordenes de 6 de julio de 1984, de 18 de octubre de 1984 y de 27 de noviembre de 1987, por las que se aprueban y actualizan las Instrucciones Técnicas Complementarias sobre dicho reglamento.
- ✓ Real Decreto 223/2008 de 15 de Febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- ✓ Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- ✓ Normas particulares y de normalización de la Cía. Suministradora de Energía Eléctrica.
- ✓ Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos laborales y RD 162/97 sobre Disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- ✓ Normas UNE de obligado cumplimiento según reglamentación vigente.

9.1.3.2. SEGURIDAD EN EL TRABAJO.

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en el apartado "i" del párrafo 3.1. de este Pliego de Condiciones y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

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

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

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

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

El Director de Obra podrá exigir del Contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

9.1.3.3. SEGURIDAD PÚBLICA.

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

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

9.1.4. ORGANIZACION DEL TRABAJO.

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

9.1.4.1. DATOS DE LA OBRA.

Se entregará al Contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra.

El Contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

El Contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

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

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

9.1.4.2. REPLANTEO DE LA OBRA.

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

Se levantará por duplicado Acta, en la que constarán, claramente, los datos entregados, firmado por el Director de Obra y por el representante del Contratista.

Los gastos de replanteo serán de cuenta del Contratista.

9.1.4.3. MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO.

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

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

9.1.4.4. RECEPCION DEL MATERIAL.

El Director de Obra de acuerdo con el Contratista dará a su debido tiempo su aprobación sobre el material suministrado y confirmará que permite una instalación correcta.

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

9.1.4.5. ORGANIZACION.

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

Dentro de lo estipulado en el Pliego de Condiciones, la organización de la Obra, así como la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, estará a cargo del Contratista a quien corresponderá la responsabilidad de la seguridad contra accidentes.

El Contratista deberá, sin embargo, informar al Director de Obra de todos los planes de organización técnica de la Obra, así como de la procedencia de los materiales y cumplimentar cuantas órdenes le de éste en relación con datos extremos.

En las obras por administración, el Contratista deberá dar cuenta diaria al Director de Obra de la admisión de personal, compra de materiales, adquisición o alquiler de elementos auxiliares y cuantos gastos haya de efectuar. Para los contratos de trabajo, compra de material o alquiler de elementos auxiliares, cuyos salarios, precios o cuotas sobrepasen en más de un 5% de los normales en el mercado,

solicitará la aprobación previa del Director de Obra, quien deberá responder dentro de los ocho días siguientes a la petición, salvo casos de reconocida urgencia, en los que se dará cuenta posteriormente.

9.1.4.6. FACILIDADES PARA LA INSPECCION.

El Contratista proporcionará al Director de Obra o Delegados y colaboradores, toda clase de facilidades para los replanteos, reconocimientos, mediciones y pruebas de los materiales, así como la mano de obra necesaria para los trabajos que tengan por objeto comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas, permitiendo el acceso a todas las partes de la obra e incluso a los talleres o fábricas donde se produzcan los materiales o se realicen trabajos para las obras.

9.1.4.7. ENSAYOS.

Los ensayos, análisis y pruebas que deban realizarse para comprobar si los materiales reúnen las condiciones exigibles, se verificarán por la Dirección Técnica, o bien, si ésta lo estima oportuno, por el correspondiente Laboratorio Oficial.

Todos los gastos de pruebas y análisis serán de cuenta del Contratista.

9.1.4.8. LIMPIEZA Y SEGURIDAD EN LAS OBRAS.

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus inmediaciones de escombros y materiales, y hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean precisas, así como adoptar las medidas y ejecutar los trabajos necesarios para que las obras ofrezcan un buen aspecto a juicio de la Dirección técnica.

Se tomarán las medidas oportunas de tal modo que durante la ejecución de las obras se ofrezca seguridad absoluta, en evitación de accidentes que puedan ocurrir por deficiencia en esta clase de precauciones; durante la noche estarán los puntos de trabajo perfectamente alumbrados y cercados los que por su índole fueran peligrosos.

9.1.4.9. MEDIOS AUXILIARES.

No se abonarán en concepto de medios auxiliares más cantidades que las que figuren explícitamente consignadas en presupuesto, entendiéndose que en todos los demás casos el costo de dichos medios está incluido en los correspondientes precios del presupuesto.

9.1.4.10. EJECUCION DE LAS OBRAS.

Las obras se ejecutarán conforme al Proyecto y a las condiciones contenidas en este Pliego de Condiciones y en el Pliego Particular si lo hubiera y de acuerdo con las especificaciones señaladas en el de Condiciones Técnicas.

El Contratista, salvo aprobación por escrito del Director de Obra, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza tanto en la ejecución de la obra en relación con el Proyecto como en las Condiciones Técnicas especificadas, sin perjuicio de lo que en cada momento pueda ordenarse por el Director de Obra a tenor de lo dispuesto en el último párrafo del apartado 11.1.4.1.

El Contratista no podrá utilizar en los trabajos personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo, salvo lo indicado en el apartado 11.1.4.3.

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

El Contratista deberá tener al frente de los trabajos un técnico suficientemente especializado a juicio del Director de Obra.

9.1.4.11.SUBCONTRATACION DE LAS OBRAS.

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

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

- ✓ Que se dé conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.
- ✓ Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no exceda del 50% del presupuesto total de la obra principal.

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

9.1.4.12.PLAZO DE EJECUCION.

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

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

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

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

9.1.4.13.RECEPCION PROVISIONAL.

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del Contratista se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si este es el caso. Dicho Acta será firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

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

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

9.1.4.14.PERIODOS DE GARANTIA.

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

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

Durante este periodo, el Contratista garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

9.1.4.15.RECEPCION DEFINITIVA.

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

9.1.4.16.PAGO DE OBRAS.

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

Serán de cuenta del Contratista las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido al Director de Obra oportunamente para su medición, los gastos de replanteo, inspección y liquidación de las mismas, con arreglo a las disposiciones vigentes, y los gastos que se originen por inspección y vigilancia facultativa, cuando la Dirección Técnica estime preciso establecerla.

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

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

9.1.4.17.ABONO DE MATERIALES ACOPIADOS.

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

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

9.1.5. DISPOSICION FINAL.

La concurrencia a cualquier Subasta, Concurso o Concurso-Subasta cuyo Proyecto incluya el presente Pliego de Condiciones Generales, presupone la plena aceptación de todas y cada una de sus cláusulas.

9.2. CONDICIONES PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS DE ALTA TENSION CON CONDUCTORES AISLADOS

9.2.1. PREPARACION Y PROGRAMACION DE LA OBRA.

Para la buena marcha de la ejecución de un proyecto de línea eléctrica de alta tensión, conviene hacer un análisis de los distintos pasos que hay que seguir y de la forma de realizarlos.

Inicialmente y antes de comenzar su ejecución, se harán las siguientes comprobaciones y reconocimientos:

- ✓ Comprobar que se dispone de todos los permisos, tanto oficiales como particulares, para la ejecución del mismo (Licencia Municipal de apertura y cierre de zanjas, Condicionados de Organismos, etc.).
- ✓ Hacer un reconocimiento, sobre el terreno, se del trazado de la canalización, fijándose en la existencia de bocas de riego, servicios telefónicos, de agua, alumbrado público, etc. que normalmente se puedan apreciar por registros en vía pública.
- ✓ Una vez realizado dicho reconocimiento establecerá contacto con los Servicios Técnicos de las Compañías Distribuidoras afectadas (Agua, Gas, Teléfonos, Energía Eléctrica, etc.), para que señalen sobre el plano de planta del proyecto, las instalaciones más próximas que puedan resultar afectadas.
- ✓ El Contratista, antes de empezar los trabajos de apertura de zanjas hará un estudio de la canalización, de acuerdo con las normas municipales, así como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc., así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos, etc.

Todos los elementos de protección y señalización los tendrá que tener dispuestos el contratista de la obra antes de dar comienzo a la misma.

9.2.2. ZANJAS.

9.2.2.1. ZANJAS EN TIERRA.

Ejecución.

Su ejecución comprende:

- ✓ Apertura de las zanjas.
- ✓ Suministro y colocación de protección de arena.
- ✓ Suministro y colocación de protección de rasillas y ladrillo.

- ✓ Colocación de la cinta de Atención al cable.
- ✓ Tapado y apisonado de las zanjas.
- ✓ Carga y transporte de las tierras sobrantes.
- ✓ Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.

Apertura de las zanjas.

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajo las aceras, evitando ángulos pronunciados.

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

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

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

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

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar, de forma que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable.

Las zanjas se ejecutarán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

Se dejará un paso de 50 cm entre las tierras extraídas y la zanja, todo a lo largo de la misma, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

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

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

En los pasos de carruajes, entradas de garajes, etc., tanto existentes como futuros, los cruces serán ejecutados con tubos, de acuerdo con las recomendaciones del apartado correspondiente y previa autorización del Supervisor de Obra.

Suministro y colocación de protecciones de arenas.

La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará o lavará convenientemente.

Se utilizará indistintamente de cantera o de río, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente y las dimensiones de los granos serán de dos o tres milímetros como máximo.

Cuando se emplee la procedente de la zanja, además de necesitar la aprobación del Supervisor de la Obra, será necesario su cribado.

En el lecho de la zanja irá una capa de 10 cm. de espesor de arena, sobre la que se situará el cable. Por encima del cable irá otra capa de 15 cm. de arena. Ambas capas de arena ocuparán la anchura total de la zanja.

Suministro y colocación de protección de rasilla y ladrillo.

Encima de la segunda capa de arena se colocará una capa protectora de rasilla o ladrillo, siendo su anchura de un pie (25 cm.) cuando se trate de proteger un solo cable o terna de cables en mazos. La anchura se incrementará en medio pie (12,5 cm.) por cada cable o terna de cables en mazos que se añada en la misma capa horizontal.

Los ladrillos o rasillas serán cerámicos, duros y fabricados con buenas arcillas. Su cocción será perfecta, tendrá sonido campanil y su fractura será uniforme, sin caliches ni cuerpos extraños. Tanto los ladrillos huecos como las rasillas estarán fabricados con barro fino y presentará caras planas con estrías.

Cuando se tiendan dos o más cables tripolares de M.T. o una o varias ternas de cables unipolares, entonces se colocará, a todo lo largo de la zanja, un ladrillo en posición de canto para separar los cables cuando no se pueda conseguir una separación de 25 cm. entre ellos.

Colocación de la cinta de Atención al cable.

En las canalizaciones de cables de media tensión se colocará una cinta de cloruro de polivinilo, que denominaremos Atención a la existencia del cable, tipo UNESA. Se colocará a lo largo de la canalización una tira por cada cable de media tensión tripolar o terna de unipolares en mazos y en la vertical del mismo a una distancia mínima a la parte superior del cable de 30 cm. La distancia mínima de la cinta a la parte inferior del pavimento será de 10 cm.

Tapado y apisonado de las zanjas.

Una vez colocadas las protecciones del cable, señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de la excavación (previa eliminación de piedras gruesas, cortantes o escombros que puedan llevar), apisonada, debiendo realizarse los 20 primeros cm. de forma manual, y para el resto es conveniente apisonar mecánicamente.

El tapado de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de diez centímetros de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas, si fuese necesario, con el fin de que quede suficientemente consolidado el

terreno. La cinta de Atención a la existencia del cable, se colocará entre dos de estas capas, tal como se ha indicado en d). El contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiencia de esta operación y por lo tanto serán de su cuenta posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

Carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes.

Las tierras sobrantes de la zanja, debido al volumen introducido en cables, arenas, rasillas, así como el esponje normal del terreno serán retiradas por el contratista y llevadas a vertedero.

El lugar de trabajo quedará libre de dichas tierras y completamente limpio.

Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.

Durante la ejecución de las obras, éstas estarán debidamente señalizadas de acuerdo con los condicionamientos de los Organismos afectados y Ordenanzas Municipales.

Dimensiones y Condiciones Generales de Ejecución.

Zanja normal para media tensión.

Se considera como zanja normal para cables de media tensión la que tiene 0,60 m. de anchura media y profundidad 1,10 m., tanto en aceras como en calzada. Esta profundidad podrá aumentarse por criterio exclusivo del Supervisor de Obras.

La separación mínima entre ejes de cables tripolares, o de cables unipolares, componentes de distinto circuito, deberá ser de 0,20 m. separados por un ladrillo, o de 25 cm. entre capas externas sin ladrillo intermedio.

La distancia entre capas externas de los cables unipolares de fase será como mínimo de 8 cm. con un ladrillo o rasilla colocado de canto entre cada dos de ellos a todo lo largo de las canalizaciones.

Al ser de 10 cm. el lecho de arena, los cables irán como mínimo a 1 m. de profundidad. Cuando esto no sea posible y la profundidad sea inferior a 0,70 m. deberán protegerse los cables con chapas de hierro, tubos de fundición u otros dispositivos que aseguren una resistencia mecánica equivalente, siempre de acuerdo y con la aprobación del Supervisor de la Obra.

Zanja para media tensión en terreno con servicios.

Cuando al abrir calas de reconocimiento o zanjas para el tendido de nuevos cables aparezcan otros servicios se cumplirán los siguientes requisitos.

- ✓ Se avisará a la empresa propietaria de los mismos. El encargado de la obra tomará las medidas necesarias, en el caso de que estos servicios queden al aire, para sujetarlos con seguridad de forma que no sufran ningún deterioro. Y en el caso en que haya que correrlos, para poder ejecutar los trabajos, se hará siempre de acuerdo con la empresa propietaria de las canalizaciones. Nunca se deben dejar los cables suspendidos, por necesidad de la canalización,

de forma que estén en tracción, con el fin de evitar que las piezas de conexión, tanto en empalmes como en derivaciones, puedan sufrir.

- ✓ Se establecerán los nuevos cables de forma que no se entrecrucen con los servicios establecidos, guardando, a ser posible, paralelismo con ellos.
- ✓ Se procurará que la distancia mínima entre servicios sea de 30 cm. en la proyección horizontal de ambos.
- ✓ Cuando en la proximidad de una canalización existan soportes de líneas aéreas de transporte público, telecomunicación, alumbrado público, etc., el cable se colocará a una distancia mínima de 50 cm. de los bordes extremos de los soportes o de las fundaciones. Esta distancia pasará a 150 cm. cuando el soporte esté sometido a un esfuerzo de vuelco permanente hacia la zanja. En el caso en que esta precaución no se pueda tomar, se utilizará una protección mecánica resistente a lo largo de la fundación del soporte, prolongada una longitud de 50 cm. a un lado y a otro de los bordes extremos de aquella con la aprobación del Supervisor de la Obra.

Zanja con más de una banda horizontal.

Cuando en una misma zanja se coloquen cables de baja tensión y media tensión, cada uno de ellos deberá situarse a la profundidad que le corresponda y llevará su correspondiente protección de arena y rasilla.

De este modo se logrará prácticamente una independencia casi total entre ambas canalizaciones.

La distancia que se recomienda guardar en la proyección vertical entre ejes de ambas bandas debe ser de 25 cm.

Los cruces en este caso, cuando los haya, se realizarán de acuerdo con lo indicado en los planos del proyecto.

9.2.2.2. ZANJAS EN ROCA.

Se tendrá en cuenta todo lo dicho en el apartado de zanjas en tierra. La profundidad mínima será de 2/3 de los indicados anteriormente en cada caso. En estos casos se atenderá a las indicaciones del Supervisor de Obra sobre la necesidad de colocar o no protección adicional.

9.2.2.3. ZANJAS ANORMALES Y ESPECIALES.

La separación mínima entre ejes de cables multipolares o mazos de cables unipolares, componentes del mismo circuito, deberá ser de 0,20 m. separados por un ladrillo o de 0,25 m. entre caras sin ladrillo y la separación entre los ejes de los cables extremos y la pared de la zanja de 0,10 m.; por tanto, la anchura de la zanja se hará con arreglo a estas distancias mínimas y de acuerdo con lo ya indicado cuando, además, haya que colocar tubos.

También en algunos casos se pueden presentar dificultades anormales (galerías, pozos, cloacas, etc.). Entonces los trabajos se realizarán con precauciones y normas pertinentes al caso y las generales dadas para zanjas de tierra.

9.2.2.4. ROTURA DE PAVIMENTOS.

Además de las disposiciones dadas por la Entidad propietaria de los pavimentos, para la rotura, deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

- ✓ La rotura del pavimento con maza (Almádena) está rigurosamente prohibida, debiendo hacer el corte del mismo de una manera limpia, con lajadera.
- ✓ En el caso en que el pavimento esté formado por losas, adoquines, bordillos de granito u otros materiales, de posible posterior utilización, se quitarán éstos con la precaución debida para no ser dañados, colocándose luego de forma que no sufran deterioro y en el lugar que molesten menos a la circulación.

9.2.2.5. REPOSICION DE PAVIMENTOS.

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.

Deberá lograrse una homogeneidad, de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción con piezas nuevas si está compuesto por losas, losetas, etc. En general serán utilizados materiales nuevos salvo las losas de piedra, bordillo de granito y otros similares.

9.2.3. CRUCES (CABLES ENTUBADOS).

El cable deberá ir en el interior de tubos en los casos siguientes:

- ✓ Para el cruce de calles, caminos o carreteras con tráfico rodado.
- ✓ En las entradas de carruajes o garajes públicos.
- ✓ En los lugares en donde por diversas causas no debe dejarse tiempo la zanja abierta.
- ✓ En los sitios en donde esto se crea necesario por indicación del Proyecto o del Supervisor de la Obra.

9.2.3.1. MATERIALES.

Los materiales a utilizar en los cruces normales serán de las siguientes cualidades y condiciones:

- ✓ Los tubos podrán ser de cemento, fibrocemento, plástico, fundición de hierro, etc. provenientes de fábricas de garantía, siendo el diámetro que se señala en estas normas el correspondiente

al interior del tubo y su longitud la más apropiada para el cruce de que se trate. La superficie será lisa.

- ✓ Los tubos se colocarán de modo que en sus empalmes la boca hembra esté situada antes que la boca macho siguiendo la dirección del tendido probable, del cable, con objeto de no dañar a éste en la citada operación.
- ✓ El cemento será Portland o artificial y de marca acreditada y deberá reunir en sus ensayos y análisis químicos, mecánicos y de fraguado, las condiciones de la vigente instrucción española del Ministerio de Obras Públicas. Deberá estar envasado y almacenado convenientemente para que no pierda las condiciones precisas. La dirección técnica podrá realizar, cuando lo crea conveniente, los análisis y ensayos de laboratorio que considere oportunos. En general se utilizará como mínimo el de calidad P-250 de fraguado lento.
- ✓ La arena será limpia, suelta, áspera, crujendo al tacto y exenta de sustancias orgánicas o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará y lavará convenientemente. Podrá ser de río o miga y la dimensión de sus granos será de hasta 2 ó 3 mm.
- ✓ Los áridos y gruesos serán procedentes de piedra dura silíceas, compacta, resistente, limpia de tierra y detritus y, a ser posible, que sea canto rodado. Las dimensiones serán de 10 a 60 mm. con granulometría apropiada.
- ✓ Se prohíbe el empleo del llamado revoltón, o sea piedra y arena unida, sin dosificación, así como cascotes o materiales blandos.
- ✓ AGUA - Se empleará el agua de río o manantial, quedando prohibido el empleo de aguas procedentes de ciénagas.
- ✓ MEZCLA - La dosificación a emplear será la normal en este tipo de hormigones para fundaciones, recomendándose la utilización de hormigones preparados en plantas especializadas en ello.

9.2.3.2. DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS GENERALES DE EJECUCION.

Los trabajos de cruces, teniendo en cuenta que su duración es mayor que los de apertura de zanjas, empezarán antes, para tener toda la zanja a la vez, dispuesta para el tendido del cable.

Estos cruces serán siempre rectos, y en general, perpendiculares a la dirección de la calzada. Sobresaldrán en la acera, hacia el interior, unos 20 cm. del bordillo (debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación).

El diámetro de los tubos será de 20 cm. Su colocación y la sección mínima de hormigonado responderán a lo indicado en los planos. Estarán recibidos con cemento y hormigonados en toda su longitud.

Cuando por imposibilidad de hacer la zanja a la profundidad normal los cables estén situados a menos de 80 cm. de profundidad, se dispondrán en vez de tubos de fibrocemento ligero, tubos metálicos o de resistencia análoga para el paso de cables por esa zona, previa conformidad del Supervisor de Obra.

Los tubos vacíos, ya sea mientras se ejecuta la canalización o que al terminarse la misma se quedan de reserva, deberán taparse con rasilla y yeso, dejando en su interior un alambre galvanizado para guiar posteriormente los cables en su tendido.

Los cruces de vías férreas, cursos de agua, etc. deberán proyectarse con todo detalle.

Se debe evitar posible acumulación de agua o de gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil altimétrico.

En los tramos rectos, cada 15 ó 20 m., según el tipo de cable, para facilitar su tendido se dejarán calas abiertas de una longitud mínima de 3 m. en las que se interrumpirá la continuidad del tubo. Una vez tendido el cable estas calas se taparán cubriendo previamente el cable con canales o medios tubos, recibiendo sus uniones con cemento o dejando arquetas fácilmente localizables para ulteriores intervenciones, según indicaciones del Supervisor de Obras.

Para hormigonar los tubos se procederá del modo siguiente:

Se hecha previamente una solera de hormigón bien nivelada de unos 8 cm. de espesor sobre la que se asienta la primera capa de tubos separados entre sí unos 4 cm. procediéndose a continuación a hormigonarlos hasta cubrirlos enteramente. Sobre esta nueva solera se coloca la segunda capa de tubos, en las condiciones ya citadas, que se hormigona igualmente en forma de capa. Si hay más tubos se procede como ya se ha dicho, teniendo en cuenta que, en la última capa, el hormigón se vierte hasta el nivel total que deba tener.

En los cambios de dirección se construirán arquetas 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 90º y aún éstos se limitarán a los indispensables. En general los cambios de dirección se harán con ángulos grandes. Como norma general, en alineaciones superiores a 40 m. serán necesarias las arquetas intermedias que promedien los tramos de tendido y que no estén distantes entre sí más de 40 m.

Las arquetas sólo estarán permitidas en aceras o lugares por las que normalmente no debe haber tránsito rodado; si esto excepcionalmente fuera imposible, se reforzarán marcos y tapas.

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 queda situado en la parte superior del tubo. La arqueta se rellenará con arena hasta cubrir el cable como mínimo.

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

Las arquetas podrán ser registrables o cerradas. En el primer caso deberán tener tapas metálicas o de hormigón 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.

Si las arquetas no son registrables se cubrirán con los materiales necesarios para evitar su hundimiento. Sobre esta cubierta se echará una capa de tierra y sobre ella se reconstruirá el pavimento.

9.2.3.3. CARACTERISTICAS PARTICULARES DE EJECUCION DE CRUZAMIENTO Y PARALELISMO CON DETERMINADO TIPO DE INSTALACIONES.

El cruce de líneas eléctricas subterráneas con ferrocarriles o vías férreas deberá realizarse siempre bajo tubo. Dicho tubo rebasará las instalaciones de servicio en una distancia de 1,50 m. y a una profundidad mínima de 1,30 m. con respecto a la cara inferior de las traviesas. En cualquier caso se seguirán las instrucciones del condicionado del organismo competente.

En el caso de cruzamientos entre dos líneas eléctricas subterráneas directamente enterradas, la distancia mínima a respetar será de 0,25 m.

La mínima distancia entre la generatriz del cable de energía y la de una conducción metálica no debe ser inferior a 0,30 m. Además entre el cable y la conducción debe estar interpuesta una plancha metálica de 3 mm de espesor como mínimo u otra protección mecánica equivalente, de anchura igual al menos al diámetro de la conducción y de todas formas no inferior a 0,50 m.

Análoga medida de protección debe aplicarse en el caso de que no sea posible tener el punto de cruzamiento a distancia igual o superior a 1 m. de un empalme del cable.

En el paralelismo entre el cable de energía y conducciones metálicas enterradas se debe mantener en todo caso una distancia mínima en proyección horizontal de:

- ✓ 0,50 m. para gaseoductos.
- ✓ 0,30 m. para otras conducciones.

En el caso de cruzamiento entre líneas eléctricas subterráneas y líneas de telecomunicación subterránea, el cable de energía debe, normalmente, estar situado por debajo del cable de telecomunicación. La distancia mínima entre la generatriz externa de cada uno de los dos cables no debe ser inferior a 0,50 m. El cable colocado superiormente debe estar protegido por un tubo de hierro de 1m. de largo como mínimo y de tal forma que se garantice que la distancia entre las generatrices exteriores de los cables en las zonas no protegidas, sea mayor que la mínima establecida en el caso de paralelismo, que indica a continuación, medida en proyección horizontal. Dicho tubo de hierro debe estar protegido contra la corrosión y presentar una adecuada resistencia mecánica; su espesor no será inferior a 2 mm.

En donde por justificadas exigencias técnicas no pueda ser respetada la mencionada distancia mínima, sobre el cable inferior debe ser aplicada una protección análoga a la indicada para el cable superior. En todo caso la distancia mínima entre los dos dispositivos de protección no debe ser inferior a 0,10 m. El

cruzamiento no debe efectuarse en correspondencia con una conexión del cable de telecomunicación, y no debe haber empalmes sobre el cable de energía a una distancia inferior a 1 m.

En el caso de paralelismo entre líneas eléctricas subterráneas y líneas de telecomunicación subterráneas, estos cables deben estar a la mayor distancia posible entre sí. En donde existan dificultades técnicas importantes, se puede admitir una distancia mínima en proyección sobre un plano horizontal, entre los puntos más próximos de las generatrices de los cables, no inferior a 0,50 m. en los cables interurbanos o a 0,30 m. en los cables urbanos.

9.2.4. TENDIDO DE CABLES BAJO TUBO.

Cuando el cable se tienda a mano o con cabrestantes y dinamómetro, y haya que pasar el mismo por un tubo, se facilitará esta operación mediante una cuerda, unida a la extremidad del cable, que llevará incorporado un dispositivo de manga tiracables, teniendo cuidado de que el esfuerzo de tracción sea lo más débil posible, con el fin de evitar alargamiento de la funda de plomo, según se ha indicado anteriormente.

Se situará un hombre en la embocadura de cada cruce de tubo, para guiar el cable y evitar el deterioro del mismo o rozaduras en el tramo del cruce.

Los cables de media tensión unipolares de un mismo circuito, pasarán todos juntos por un mismo tubo dejándolos sin encintar dentro del mismo.

Nunca se deberán pasar dos cables trifásicos de media tensión por un tubo.

En aquellos casos especiales que a juicio del Supervisor de la Obra se instalen los cables unipolares por separado, cada fase pasará por un tubo y en estas circunstancias los tubos no podrán ser nunca metálicos.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el proyecto, o en su defecto donde indique el Supervisor de Obra (según se indica en el apartado CRUCES (cables entubados)).

Una vez tendido el cable, los tubos se taparán perfectamente con cinta de yute Pirelli Tupir o similar, para evitar el arrastre de tierras, roedores, etc., por su interior y servir a la vez de almohadilla del cable. Para ello se sierra el rollo de cinta en sentido radial y se ajusta a los diámetros del cable y del tubo quitando las vueltas que sobren.

9.2.5. MONTAJES.

9.2.5.1. EMPALMES.

Se ejecutarán los tipos denominados reconstruidos indicados en el proyecto, cualquiera que sea su aislamiento: papel impregnado, polímero o plástico.

Para su confección se seguirán las normas dadas por el Director de Obra o en su defecto las indicadas por el fabricante del cable o el de los empalmes.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en no romper el papel al doblar las venas del cable, así como en realizar los baños de aceite con la frecuencia necesaria para evitar coqueas. El corte de los rollos de papel se hará por rasgado y no con tijera, navaja, etc.

En los cables de aislamiento seco, se prestará especial atención a la limpieza de las trazas de cinta semiconductora pues ofrecen dificultades a la vista y los efectos de una deficiencia en este sentido pueden originar el fallo del cable en servicio.

9.2.5.2. BOTELLAS TERMINALES SIMÉTRICAS.

Se utilizará el tipo indicado en el proyecto, siguiendo para su confección las normas que dicte el Director de Obra o en su defecto el fabricante del cable o el de las botellas terminales.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en las soldaduras, de forma que no queden poros por donde pueda pasar humedad, así como en el relleno de las botellas, realizándose éste con calentamiento previo de la botella terminal y de forma que la pasta rebase por la parte superior.

Asimismo, se tendrá especial cuidado en el doblado de los cables de papel impregnado, para no rozar el papel, así como en la confección del cono difusor de flujos en los cables de campo radial, prestando atención especial a la continuidad de la pantalla.

Se recuerdan las mismas normas sobre el corte de los rollos de papel, y la limpieza de los trozos de cinta semiconductora dadas en el apartado anterior de Empalmes.

9.2.5.3. AUTOVALVULAS Y SECCIONADOR.

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico serán pararrayos autovalvulares tal y como se indica en la memoria del proyecto, colocados sobre el apoyo de entronque A/S, inmediatamente después del Seccionador según el sentido de la corriente. El conductor de tierra del pararrayo se colocará por el interior del apoyo resguardado por las caras del angular del montaje y hasta tres metros del suelo e irá protegido mecánicamente por un tubo de material no ferromagnético.

El conductor de tierra a emplear será de cobre aislado para la tensión de servicio, de 50 mm² de sección y se unirá a los electrodos de barra necesarios para alcanzar una resistencia de tierra inferior a 20.

La separación de ambas tomas de tierra será como mínimo de 5 m.

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

Los conductores de tierra atravesarán la cimentación del apoyo mediante tubos de fibrocemento de 6 cm. inclinados de manera que partiendo de una profundidad mínima de 0,60 m. emerjan lo más recto posible de la peana en los puntos de bajada de sus respectivos conductores.

9.2.5.4. HERRAJES Y CONEXIONES.

Se procurará que los soportes de las botellas terminales queden fijos tanto en las paredes de los centros de transformación como en las torres metálicas y tengan la debida resistencia mecánica para soportar el peso de los soportes, botellas terminales y cable.

Asimismo, se procurará que queden completamente horizontales.

9.2.5.5. COLOCACION DE SOPORTES Y PALOMILLAS.

Soportes y palomillas para cables sobre muros de hormigón.

Antes de proceder a la ejecución de taladros, se comprobará la buena resistencia mecánica de las paredes, se realizará asimismo el replanteo para que una vez colocados los cables queden bien sujetos sin estar forzados.

El material de agarre que se utilice será el apropiado para que las paredes no queden debilitadas y las palomillas soporten el esfuerzo necesario para cumplir la misión para la que se colocan.

Soportes y palomillas para cables sobre muros de ladrillo.

Igual al apartado anterior, pero sobre paredes de ladrillo.

9.2.6. VARIOS.

9.2.6.1. Colocación de cables en tubos y engrapado en columna (entronques aéreo-subterráneos para M.T.).

Los tubos serán de poliéster y se colocarán de forma que no dañen a los cables y queden fijos a la columna, poste u obra de fábrica, sin molestar el tránsito normal de la zona, con 0,50 m. aproximadamente bajo el nivel del terreno, y 2,50 m. sobre él. Cada cable unipolar de M.T. pasará por un tubo.

El engrapado del cable se hará en tramos de uno o dos metros, de forma que se repartan los esfuerzos sin dañar el aislamiento del cable.

El taponado del tubo será hermético y se hará con un capuchón de protección de neopreno o en su defecto, con cinta adhesiva o de relleno, pasta que cumpla su misión de taponar, no ataque el aislamiento del cable y no se estropee o resquebraje con el tiempo para los cables con aislamiento seco. Los de aislamiento de papel se taponarán con un rollo de cinta Tupir adaptado a los diámetros del cable y del tubo.

9.2.7. TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLES.

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado, asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque.

9.3. CONDICIONES TECNICAS PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE CENTROS DE TRANSFORMACION DE INTERIOR

9.3.1. OBJETO.

Este Pliego de Condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de construcción y montaje de centros de transformación, así como de las condiciones técnicas del material a emplear.

9.3.2. OBRA CIVIL.

Corresponde al Contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

9.3.2.1. EMPLAZAMIENTO.

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

El emplazamiento del centro debe ser tal que esté protegido de inundaciones y filtraciones.

En el caso de terrenos inundables el suelo del centro debe estar, como mínimo, 0,20 m por encima del máximo nivel de aguas conocido, o si no al centro debe proporcionársele una estanquidad perfecta hasta dicha cota.

El local que contiene el centro debe estar construido en su totalidad con materiales incombustibles.

9.3.2.2. EXCAVACION.

Se efectuará la excavación, si fuera necesario, con arreglo a las dimensiones y características del centro y hasta la cota necesaria indicada en el Proyecto.

La carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes será por cuenta del Contratista.

9.3.2.3. ACONDICIONAMIENTO.

Como norma general, una vez realizada la excavación se extenderá una capa de arena de 15 cm de espesor aproximadamente, procediéndose a continuación a su nivelación y compactación.

En caso de ubicaciones especiales, y previo a la realización de la nivelación mediante el lecho de arena, habrá que tener presente las siguientes medidas:

- ✓ Terrenos no compactados. Será necesario realizar un asentamiento adecuado a las condiciones del terreno, pudiendo incluso ser necesaria la construcción de una bancada de hormigón de forma que distribuya las cargas en una superficie más amplia.
- ✓ Terrenos en ladera. Se realizará la excavación de forma que se alcance una plataforma de asiento en zona suficientemente compactada y de las dimensiones necesarias para que el asiento sea completamente horizontal. Puede ser necesaria la canalización de las aguas de lluvia de la parte alta, con objeto de que el agua no arrastre el asiento del CT.
- ✓ Terrenos con nivel freático alto. En estos casos, o bien se eleva la capa de asentamiento del CT por encima del nivel freático, o bien se protege al CT mediante un revestimiento impermeable que evite la penetración de agua en el hormigón.

9.3.2.4. EDIFICIO PREFABRICADO DE HORMIGON.

Los distintos edificios prefabricados de hormigón se ajustarán íntegramente a las distintas Especificaciones de Materiales de la compañía suministradora, verificando su diseño los siguientes puntos:

- ✓ Los suelos estarán previstos para las cargas fijas y rodantes que implique el material.
- ✓ Se preverán, en lugares apropiados del edificio, orificios para el paso del interior al exterior de los cables destinados a la toma de tierra, y cables de B.T. y M.T. Los orificios estarán inclinados y desembocarán hacia el exterior a una profundidad de 0,40 m del suelo como mínimo.
- ✓ También se preverán los agujeros de empotramiento para herrajes del equipo eléctrico y el emplazamiento de los carriles de rodamiento de los transformadores. Asimismo se tendrán en cuenta los pozos de aceite, sus conductos de drenaje, las tuberías para conductores de tierra, registros para las tomas de tierra y canales para los cables A.T. y B.T. En los lugares de paso, estos canales estarán cubiertos por losas amovibles.
- ✓ Los muros prefabricados de hormigón podrán estar constituidos por paneles convenientemente ensamblados, o bien formando un conjunto con la cubierta y la solera, de forma que se impida totalmente el riesgo de filtraciones.
- ✓ La cubierta estará debidamente impermeabilizada de forma que no quede comprometida su estanquidad, ni haya riesgo de filtraciones. Su cara interior podrá quedar como resulte después

del desencofrado. No se efectuará en ella ningún empotramiento que comprometa su estanquidad.

- ✓ El acabado exterior del centro será normalmente liso y preparado para ser recubierto por pinturas de la debida calidad y del color que mejor se adapte al medio ambiente. Cualquier otra terminación: canto rodado, recubrimientos especiales, etc., podrá ser aceptada. Las puertas y recuadros metálicos estarán protegidos contra la oxidación.
- ✓ La cubierta estará calculada para soportar la sobrecarga que corresponda a su destino, para lo cual se tendrá en cuenta lo que al respecto fija la Norma UNE-EN 61330.
- ✓ Las puertas de acceso al centro de transformación desde el exterior cumplirán íntegramente lo que al respecto fija la Norma UNE-EN 61330. En cualquier caso, serán incombustibles, suficientemente rígidas y abrirán hacia afuera de forma que puedan abatirse sobre el muro de fachada.

Se realizará el transporte, la carga y descarga de los elementos constitutivos del edificio prefabricado, sin que éstos sufran ningún daño en su estructura. Para ello deberán usarse los medios de fijación previstos por el fabricante para su traslado y ubicación, así como las recomendaciones para su montaje.

De acuerdo con la Recomendación UNESA 1303-A, el edificio, una vez instalado, su interior será una superficie equipotencial. Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial, estarán unidas entre sí mediante soldaduras eléctricas. Las conexiones entre varillas metálicas pertenecientes a diferentes elementos, se efectuarán de forma que se consiga la equipotencialidad entre éstos.

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial podrá ser accesible desde el exterior del edificio, excepto las piezas que, insertadas en el hormigón, estén destinadas a la manipulación de las paredes y de la cubierta, siempre que estén situadas en las partes superiores de éstas.

Cada pieza de las que constituyen el edificio deberán disponer de dos puntos metálicos, lo más separados entre sí, y fácilmente accesibles, para poder comprobar la continuidad eléctrica de la armadura. La continuidad eléctrica podrá conseguirse mediante los elementos mecánicos del ensamblaje.

9.3.2.5. EVACUACION Y EXTINCION DEL ACEITE AISLANTE.

Las paredes y techos de las celdas que han de alojar aparatos con baño de aceite, deberán estar construidas con materiales resistentes al fuego, que tengan la resistencia estructural adecuada para las condiciones de empleo.

Con el fin de permitir la evacuación y extinción del aceite aislante, se preverán pozos con revestimiento estanco, teniendo en cuenta el volumen de aceite que puedan recibir. En todos los pozos se preverán apagafuegos superiores, tales como lechos de guijarros de 5 cm de diámetro aproximadamente, sifones

en caso de varios pozos con colector único, etc. Se recomienda que los pozos sean exteriores a la celda y además inspeccionables.

9.3.2.6. VENTILACION.

Los locales estarán provistos de ventilación para evitar la condensación y, cuando proceda, refrigerar los transformadores.

Normalmente se recurrirá a la ventilación natural, aunque en casos excepcionales podrá utilizarse también la ventilación forzada.

Cuando se trate de ubicaciones de superficie, se empleará una o varias tomas de aire del exterior, situadas a 0,20 m. del suelo como mínimo, y en la parte opuesta una o varias salidas, situadas lo más altas posible.

En ningún caso las aberturas darán sobre locales a temperatura elevada o que contengan polvo perjudicial, vapores corrosivos, líquidos, gases, vapores o polvos inflamables.

Todas las aberturas de ventilación estarán dispuestas y protegidas de tal forma que se garantice un grado de protección mínimo de personas contra el acceso a zonas peligrosas, contra la entrada de objetos sólidos extraños y contra la entrada del agua IP23D, según Norma UNE-EN 61330.

9.3.3. INSTALACION ELECTRICA.

9.3.3.1. APARAMENTA A.T.

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica y tipo "modular". De esta forma, en caso de avería, será posible retirar únicamente la celda dañada, sin necesidad de desaprovechar el resto de las funciones.

Utilizarán el hexafluoruro de azufre (SF₆) como elemento de corte y extinción. El aislamiento integral en SF₆ confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro de transformación por efecto de riadas. Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entrada de agua en el centro. El corte en SF₆ resulta también más seguro que el aire, debido a lo expuesto anteriormente.

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

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, dotadas de curvas

CEI normalizadas (bien sean normalmente inversas, muy inversas o extremadamente inversas), y entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

Los cables se conexionarán desde la parte frontal de las cabinas. Los accionamientos manuales irán reagrupados en el frontal de la celda a una altura ergonómica a fin de facilitar la explotación.

El interruptor y el seccionador de puesta a tierra será un único aparato, de tres posiciones (cerrado, abierto y puesto a tierra), asegurando así la imposibilidad de cierre simultáneo del interruptor y seccionador de puesta a tierra. La posición de seccionador abierto y seccionador de puesta a tierra cerrado serán visibles directamente a través de mirillas, a fin de conseguir una máxima seguridad de explotación en cuanto a la protección de personas se refiere.

Las celdas responderán en su concepción y fabricación a la definición de apartamento bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE 20099. Se deberán distinguir al menos los siguientes compartimentos:

- ✓ Compartimiento de aparellaje. Estará relleno de SF6 y sellado de por vida. El sistema de sellado será comprobado individualmente en fabricación y no se requerirá ninguna manipulación del gas durante toda la vida útil de la instalación (hasta 30 años). Las maniobras de cierre y apertura de los interruptores y cierre de los seccionadores de puesta a tierra se efectuarán con la ayuda de un mecanismo de acción brusca independiente del operador.
- ✓ Compartimiento del juego de barras. Se compondrá de tres barras aisladas conexionadas mediante tornillos.
- ✓ Compartimiento de conexión de cables. Se podrán conectar cables secos y cables con aislamiento de papel impregnado. Las extremidades de los cables serán simplificadas para cables secos y termorretráctiles para cables de papel impregnado.
- ✓ Compartimiento de mando. Contiene los mandos del interruptor y del seccionador de puesta a tierra, así como la señalización de presencia de tensión. Se podrán montar en obra motorizaciones, bobinas de cierre y/o apertura y contactos auxiliares si se requieren posteriormente.
- ✓ Compartimiento de control. En el caso de mandos motorizados, este compartimiento estará equipado de bornas de conexión y fusibles de baja tensión. En cualquier caso, este compartimiento será accesible con tensión, tanto en barras como en los cables.

Las características generales de las celdas son las siguientes, en función de la tensión nominal (U_n):

$U_n \leq 20 \text{ kV}$

- ✓ Tensión asignada: 24 kV
- ✓ Tensión soportada a frecuencia industrial durante 1 minuto:

- A tierra y entre fases: 50 kV
- A la distancia de seccionamiento: 60 kV.
- Tensión soportada a impulsos tipo rayo (valor de cresta):
- A tierra y entre fases: 125 kV
- A la distancia de seccionamiento: 145 kV.

20 kV < Un ≤ 36 kV

- ✓ Tensión asignada: 36 kV
- ✓ Tensión soportada a frecuencia industrial durante 1 minuto:
 - A tierra y entre fases: 70 kV
 - A la distancia de seccionamiento: 80 kV.
- ✓ Tensión soportada a impulsos tipo rayo (valor de cresta):
 - A tierra y entre fases: 170 kV
 - A la distancia de seccionamiento: 195 kV.

9.3.3.2. EQUIPOS DE MEDIDA.

Cuando el centro de transformación sea tipo "abonado", se instalará un equipo de medida compuesto por transformadores de medida, ubicados en una celda de medida de A.T., y un equipo de contadores de energía activa y reactiva, ubicado en el armario de contadores, así como de sus correspondientes elementos de conexión, instalación y precintado.

Los transformadores de medida deberán tener las dimensiones adecuadas de forma que se puedan instalar en la celda de A.T. guardando las distancias correspondientes a su aislamiento. Por ello será preferible que sean suministrados por el propio fabricante de las celdas, ya instalados en ellas. En el caso de que los transformadores no sean suministrados por el fabricante de las celdas se le deberá hacer la consulta sobre el modelo exacto de transformadores que se van a instalar, a fin de tener la garantía de que las distancias de aislamiento, pletinas de interconexión, etc. serán las correctas.

Los contadores de energía activa y reactiva estarán homologados por el organismo competente.

Los cables de los circuitos secundarios de medida estarán constituidos por conductores unipolares, de cobre de 1 kV de tensión nominal, del tipo no propagador de la llama, de polietileno reticulado o etileno-propileno, de 4 mm² de sección para el circuito de intensidad y para el neutro y de 2,5 mm² para el circuito de tensión. Estos cables irán instalados bajo tubos de acero (uno por circuito) de 36 mm de diámetro interior, cuyo recorrido será visible o registrable y lo más corto posible.

La tierra de los secundarios de los transformadores de tensión y de intensidad se llevarán directamente de cada transformador al punto de unión con la tierra para medida y de aquí se llevará, en un solo hilo, a la regleta de verificación.

La tierra de medida estará unida a la tierra del neutro de Baja Tensión constituyendo la tierra de servicio, que será independiente de la tierra de protección.

En general, para todo lo referente al montaje del equipo de medida, precintabilidad, grado de protección, etc. se tendrán en cuenta lo indicado a tal efecto en la normativa de la compañía suministradora.

9.3.3.3. ACOMETIDAS SUBTERRANEAS.

Los cables de alimentación subterránea entrarán en el centro, alcanzando la celda que corresponda, por un canal o tubo. Las secciones de estos canales y tubos permitirán la colocación de los cables con la mayor facilidad posible. Los tubos serán de superficie interna lisa, siendo su diámetro 1,6 veces el diámetro del cable como mínimo, y preferentemente de 15 cm. La disposición de los canales y tubos será tal que los radios de curvatura a que deban someterse los cables serán como mínimo igual a 10 veces su diámetro, con un mínimo de 0,60 m.

Después de colocados los cables se obstruirá el orificio de paso por un tapón al que, para evitar la entrada de roedores, se incorporarán materiales duros que no dañen el cable.

En el exterior del centro los cables estarán directamente enterrados, excepto si atraviesan otros locales, en cuyo caso se colocarán en tubos o canales. Se tomarán las medidas necesarias para asegurar en todo momento la protección mecánica de los cables, y su fácil identificación.

Los conductores de alta tensión y baja tensión estarán constituidos por cables unipolares de aluminio con aislamiento seco termoestable, y un nivel de aislamiento acorde a la tensión de servicio.

9.3.3.4. ALUMBRADO.

El alumbrado artificial, siempre obligatorio, será preferiblemente de incandescencia.

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de manera que los aparatos de seccionamiento no queden en una zona de sombra; permitirán además la lectura correcta de los aparatos de medida. Se situarán de tal manera que la sustitución de lámparas pueda efectuarse sin necesidad de interrumpir la media tensión y sin peligro para el operario.

Los interruptores de alumbrado se situarán en la proximidad de las puertas de acceso.

La instalación para el servicio propio del CT llevará un interruptor diferencial de alta sensibilidad (30 mA).

9.3.3.5. PUESTAS A TIERRA.

Las puestas a tierra se realizarán en la forma indicada en el proyecto, debiendo cumplirse estrictamente lo referente a separación de circuitos, forma de constitución y valores deseados para las puestas a tierra.

Condiciones de los circuitos de puesta a tierra

- ✓ No se unirán al circuito de puesta a tierra las puertas de acceso y ventanas metálicas de ventilación del CT.
- ✓ La conexión del neutro a su toma se efectuará, siempre que sea posible, antes del dispositivo de seccionamiento B.T.
- ✓ En ninguno de los circuitos de puesta a tierra se colocarán elementos de seccionamiento.
- ✓ Cada circuito de puesta a tierra llevará un borne para la medida de la resistencia de tierra, situado en un punto fácilmente accesible.
- ✓ Los circuitos de tierra se establecerán de manera que se eviten los deterioros debidos a acciones mecánicas, químicas o de otra índole.
- ✓ La conexión del conductor de tierra con la toma de tierra se efectuará de manera que no haya peligro de aflojarse o soltarse.
- ✓ Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea continua, en la que no podrán incluirse en serie las masas del centro. Siempre la conexión de las masas se efectuará por derivación.
- ✓ Los conductores de tierra enterrados serán de cobre, y su sección nunca será inferior a 50 mm².
- ✓ Cuando la alimentación a un centro se efectúe por medio de cables subterráneos provistos de cubiertas metálicas, se asegurará la continuidad de éstas por medio de un conductor de cobre lo más corto posible, de sección no inferior a 50 mm². La cubierta metálica se unirá al circuito de puesta a tierra de las masas.
- ✓ La continuidad eléctrica entre un punto cualquiera de la masa y el conductor de puesta a tierra, en el punto de penetración en el suelo, satisfará la condición de que la resistencia eléctrica correspondiente sea inferior a 0,4 ohmios.

9.3.4. NORMAS DE EJECUCION DE LAS INSTALACIONES.

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 a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

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

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

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

9.3.5. PRUEBAS REGLAMENTARIAS.

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

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

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

Las pruebas y ensayos a que serán sometidas las celdas una vez terminada su fabricación serán las siguientes:

- ✓ Prueba de operación mecánica.
- ✓ Prueba de dispositivos auxiliares, hidráulicos, neumáticos y eléctricos.
- ✓ Verificación de cableado.
- ✓ Ensayo de frecuencia industrial.
- ✓ Ensayo dieléctrico de circuitos auxiliares y de control.
- ✓ Ensayo de onda de choque 1,2/50 ms.
- ✓ Verificación del grado de protección.

9.3.6. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.

9.3.6.1. PREVENCIÓNES GENERALES.

Queda terminantemente prohibida la entrada en el local a toda persona ajena al servicio y siempre que el encargado del mismo se ausente, deberá 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 al 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 nunca agua.

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

Todas las maniobras se efectuarán colocándose convenientemente sobre la banqueta.

Cada grupo de celdas llevará una placa de características con los siguientes datos:

- ✓ Nombre del fabricante.
- ✓ Tipo de apartamentada y número de fabricación.
- ✓ Año de fabricación.
- ✓ Tensión nominal.
- ✓ Intensidad nominal.
- ✓ Intensidad nominal de corta duración.
- ✓ Frecuencia industrial.

Junto al accionamiento de la apartamentada de las celdas se incorporarán, de forma gráfica y clara, las marcas e indicaciones necesarias para la correcta manipulación de dicha apartamentada.

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

9.3.6.2. PUESTA EN SERVICIO.

Se conectarán 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.

9.3.6.3. SEPARACION DE SERVICIO.

Se procederá en orden inverso al determinado en el apartado anterior, o sea, desconectando la red de baja tensión y separando después el interruptor de alta y seccionadores.

9.3.6.4. MANTENIMIENTO.

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

A fin de asegurar un buen contacto en las mordazas de los fusibles y cuchillas de los interruptores, así como en las bornas de fijación de las líneas de alta y de baja tensión, la limpieza se efectuará con la debida frecuencia. Esta se hará sobre banqueta, con trapos perfectamente secos, y teniendo muy presente que el aislamiento que es necesario para garantizar la seguridad personal, sólo se consigue teniendo en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.

Si es necesario cambiar los fusibles, se emplearán de las mismas características de resistencia y curva de fusión.

La temperatura del líquido refrigerante no debe sobrepasar los 60°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.

9.3.7. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACION.

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

- ✓ Autorización administrativa.
- ✓ Proyecto, suscrito por técnico competente.
- ✓ Certificado de tensiones de paso y contacto, por parte de empresa homologada.

- ✓ Certificado de Dirección de obra.
- ✓ Contrato de mantenimiento.
- ✓ Escrito de conformidad por parte de la compañía suministradora.

9.3.8. LIBRO DE ÓRDENES.

Se dispondrá en el centro de transformación de un libro de órdenes, en el que se harán constar las incidencias surgidas en el transcurso de su ejecución y explotación, incluyendo cada visita, revisión, etc.

9.3.9. RECEPCION DE LA OBRA.

Durante la obra o una vez finalizada la misma, el Director de Obra podrá verificar 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 incluirán los siguientes conceptos:

- ✓ Aislamiento. Consistirá en la medición de la resistencia de aislamiento del conjunto de la instalación y de los aparatos más importantes.
- ✓ Ensayo dieléctrico. Todo el material que forma parte del equipo eléctrico del centro deberá haber soportado por separado las tensiones de prueba a frecuencia industrial y a impulso tipo rayo.
- ✓ Instalación de puesta a tierra. Se comprobará la medida de las resistencias de tierra, las tensiones de contacto y de paso, la separación de los circuitos de tierra y el estado y resistencia de los circuitos de tierra.
- ✓ Regulación y protecciones. Se comprobará el buen estado de funcionamiento de los relés de protección y su correcta regulación, así como los calibres de los fusibles.
- ✓ Transformadores. Se medirá la acidez y rigidez dieléctrica del aceite de los transformadores.

Zaragoza, Diciembre 2019



El Ingeniero Industrial

Sergio Torné Darriba

Colegiado nº 1836



10. MEDICIONES Y PRESUPUESTO

10.1. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

El presente presupuesto asciende a la expresada cantidad de TREINTA Y SEIS MIL CUATROCIENTOS SESENTA Y UN EUROS Y CINCUENTA CÉNTIMOS (36.461,50 €).

Zaragoza, Diciembre 2019



El Ingeniero Industrial

Sergio Torné Darriba

Colegiado nº 1836

11. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

11.1. INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN.

En un sistema trifásico, la intensidad primaria I_p viene determinada por la expresión:

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

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

U = Tensión compuesta primaria en kV = 15 kV.

I_p = Intensidad primaria en Amperios.

Sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del transformador (kVA)	I_p (A)
400	15.4

siendo la intensidad total primaria de 15.4 Amperios.

11.2. INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN.

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

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

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

Wfe= Pérdidas en el hierro.

Wcu= Pérdidas en los arrollamientos.

U = Tensión compuesta en carga del secundario en kilovoltios = 0.4 kV.

Is = Intensidad secundaria en Amperios.

Sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del transformador (kVA)	Pérdidas totales en transformador (kW)	Is (A)
400	5.03	570.09

11.3. CORTOCIRCUITOS.

11.3.1. OBSERVACIONES.

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

11.3.2. CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.

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

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

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

Siendo:

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

U = Tensión primaria en kV.

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

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

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

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

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

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

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

U_s = Tensión secundaria en carga en voltios.

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

11.3.3. CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN.

Utilizando la fórmula expuesta anteriormente con:

$S_{cc} = 500$ MVA.

$U = 15$ kV.

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

$I_{ccp} = 19.25$ kA.

11.3.4. CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN.

Utilizando la fórmula expuesta anteriormente y sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del transformador (kVA)	Ucc (%)	Iccs (kA)
400	4	14.43

Siendo:

- Ucc: Tensión de cortocircuito del transformador en tanto por ciento.
- Iccs: Intensidad secundaria máxima para un cortocircuito en el lado de baja tensión.

11.4. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.

Como resultado de los ensayos que han sido realizados a las celdas fabricadas por Schneider Electric no son necesarios los cálculos teóricos ya que con los certificados de ensayo ya se justifican los valores que se indican tanto en esta memoria como en las placas de características de las celdas.

11.4.1. COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE.

La comprobación por densidad de corriente tiene como objeto verificar que no se supera la máxima densidad de corriente admisible por el elemento conductor cuando por el circule una corriente igual a la corriente nominal máxima.

Para las celdas modelo RM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51167219EA realizado por VOLTA.

11.4.2. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA.

La comprobación por solicitud electrodinámica tiene como objeto verificar que los elementos conductores de las celdas incluidas en este proyecto son capaces de soportar el esfuerzo mecánico derivado de un defecto de cortocircuito entre fase.

Para las celdas modelo RM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51168218XB realizado por VOLTA.

El ensayo garantiza una resistencia electrodinámica de 50kA.

11.4.3. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA. SOBREINTENSIDAD TÉRMICA ADMISIBLE.

La comprobación por solicitud térmica tienen como objeto comprobar que por motivo de la aparición de un defecto o cortocircuito no se producirá un calentamiento excesivo del elemento conductor principal de las celdas que pudiera así dañarlo.

Para las celdas modelo RM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51168218XB realizado por VOLTA.

El ensayo garantiza una resistencia térmica de 20kA 1 segundo.

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

* ALTA TENSIÓN.

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

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

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

Sin embargo, en el caso de utilizar como interruptor de protección del transformador un disyuntor en atmósfera de hexafluoruro de azufre, y ser éste el aparato destinado a interrumpir las corrientes de cortocircuito cuando se produzcan, no se instalarán fusibles para la protección de dicho transformador.

Potencia del transformador (kVA)	Intensidad nominal del fusible de A.T. (A)
-----	-----
400	31.5

* BAJA TENSIÓN.

En el circuito de baja tensión del transformador se instalará un Cuadro de Distribución homologado por la Compañía Suministradora.

Potencia del transformador (kVA)	Nº de Salidas en B.T.
-----	-----
400	4

11.6. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL C.T.

Las rejillas de ventilación de los edificios prefabricados EHC están diseñadas y dispuestas sobre las paredes de manera que la circulación del aire ventile eficazmente la sala del transformador. El diseño se ha realizado cumpliendo los ensayos de calentamiento según la norma UNE-EN 62271-102, tomando como base de ensayo los transformadores de 1000 KVA según la norma UNE 21428-1. Todas las rejillas de ventilación van provistas de una tela metálica mosquitero. El prefabricado ha superado los ensayos de calentamiento realizados en LCOE con número de informe 200506330341.

11.7. DIMENSIONES DEL POZO APAGAFUEGOS.

El foso de recogida de aceite tiene que ser capaz de alojar la totalidad del volumen de agente refrigerante que contiene el transformador en caso de su vaciamiento total.

Potencia del transformador (kVA)	Volumen mínimo del foso (litros)
-----	-----
400	480

Dado que el foso de recogida de aceite del prefabricado será de 760 litros para cada transformador, no habrá ninguna limitación en este sentido.

11.8. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.

11.8.1. INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina una resistividad media superficial $\sigma = 350 \Omega.m$.

11.8.2. DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE DE ELIMINACIÓN DE DEFECTO.

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora (Eléctricas Reunidas de Zaragoza (ERZ)), el tiempo total de eliminación del defecto es de 1 s.

El neutro de la red de distribución en Media Tensión está aislado. Por esto, la intensidad máxima de defecto dependerá de la capacidad entre la red y tierra. Dicha capacidad dependerá no sólo de la línea a la que está conectado el Centro, sino también de todas aquellas líneas tanto aéreas como subterráneas que tengan su origen en la misma subestación de cabecera, ya que en el momento en que se produzca un defecto (y hasta su eliminación) todas estas líneas estarán interconectadas.

En este caso, según datos proporcionados por Eléctricas Reunidas de Zaragoza (ERZ), la intensidad máxima de defecto, es de 1 A.

11.8.3. DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA.

* TIERRA DE PROTECCIÓN.

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

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

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

- Identificación: código 40-30/5/42 del método de cálculo de tierras de UNESA.

- Parámetros característicos:

$$K_r = 0.1 \, \Omega/(\Omega \cdot m).$$

$$K_p = 0.0231 \, V/(\Omega \cdot m \cdot A).$$

- Descripción:

Estará constituida por 4 picas en disposición rectangular unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm. y una longitud de 2.00 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 m. y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3.00 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 14 m., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

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

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

* TIERRA DE SERVICIO.

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

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

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

- Parámetros característicos:

$$K_r = 0.073 \Omega/(\Omega \cdot m).$$

$$K_p = 0.012 V/(\Omega \cdot m \cdot A).$$

- Descripción:

Estará constituida por 6 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm. y una longitud de 2.00 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 m. y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3.00 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 15 m., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

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

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

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

Existirá una separación mínima entre las picas de la tierra de protección y las picas de la tierra de servicio a fin de evitar la posible transferencia de tensiones elevadas a la red de Baja Tensión. Dicha separación está calculada en el apartado 2.8.8.

11.8.4. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRAS.

* TIERRA DE PROTECCIÓN.

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

- Resistencia del sistema de puesta a tierra, R_t :

$$R_t = K_r * \sigma .$$

- Tensión de defecto, Ud:

$$U_d = I_d * R_t .$$

Siendo:

$$\sigma = 350 \, \Omega.m.$$

$$K_r = 0.1 \, \Omega/(\Omega.m).$$

$$I_d = 1 \, A.$$

se obtienen los siguientes resultados:

$$R_t = 35 \, \Omega.$$

$$U_d = 35 \, V.$$

El aislamiento de las instalaciones de baja tensión del C.T. deberá ser mayor o igual que la tensión máxima de defecto calculada (U_d), por lo que deberá ser como mínimo de 2000 Voltios.

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

* TIERRA DE SERVICIO.

$$R_t = K_r * \sigma = 0.073 * 350 = 25.6 \, \Omega.$$

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



11.8.5. CÁLCULO DE LAS TENSIONES EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN.

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejillas de ventilación metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

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

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

$$U_p = K_p \cdot \sigma \cdot I_d = 0.0231 \cdot 350 \cdot 1 = 8.1 \text{ V.}$$

11.8.6. CÁLCULO DE LAS TENSIONES EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN.

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

El edificio prefabricado de hormigón EHC estará construido de tal manera que, una vez fabricado, su interior sea una superficie equipotencial. Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial estarán unidas entre sí mediante soldadura eléctrica.

Esta armadura equipotencial se conectará al sistema de tierras de protección (excepto puertas y rejillas, que como ya se ha indicado no tendrán contacto eléctrico con el sistema equipotencial; debiendo estar aisladas de la armadura con una resistencia igual o superior a 10.000 ohmios a los 28 días de fabricación de las paredes).

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

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

$$U_p \text{ acceso} = U_d = R_t \cdot I_d = 35 \cdot 1 = 35 \text{ V.}$$

11.8.7. CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS.

La tensión máxima de contacto aplicada, en voltios que se puede aceptar, será conforme a la Tabla 1 de la ITC-RAT 13 de instalaciones de puestas a tierra que se transcribe a continuación:

Duración de la corriente de falta, t_f (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, U_{ca} (V)
0.05	735
0.1	633
0.2	528
0.3	420
0.4	310
0.5	204
1.0	107

El valor de tiempo de duración de la corriente de falta proporcionada por la compañía eléctrica suministradora es de 1 seg., dato que aparece en la tabla adjunta, por lo que la máxima tensión de contacto aplicada admisible al cuerpo humano es:

$$U_{ca} = 107 \text{ V}$$

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

$$U_{P(\text{exterior})} = 10U_{ca} \left(1 + \frac{2R_{a1} + 6\sigma}{1000} \right)$$

$$U_{P(\text{acceso})} = 10U_{ca} \left(1 + \frac{2R_{a1} + 3\sigma + 3\sigma_h}{1000} \right)$$

Siendo:

$$U_{ca} = \text{Tensiones de contacto aplicada} = 107 \text{ V}$$

$$R_{a1} = \text{Resistencia del calzado} = 2.000 \Omega.m$$

$$\sigma = \text{Resistividad del terreno} = 350 \Omega.m$$

$$\sigma_h = \text{Resistividad del hormigón} = 3.000 \Omega.m$$

obtenemos los siguientes resultados:

$$U_{p(\text{exterior})} = 7597 \text{ V}$$

$$U_p(\text{acceso}) = 16103.5 \text{ V}$$

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

- en el exterior:

$$U_p = 8.1 \text{ V.} < U_p(\text{exterior}) = 7597 \text{ V.}$$

- en el acceso al C.T.:

$$U_d = 35 \text{ V.} < U_p(\text{acceso}) = 16103.5 \text{ V.}$$

11.8.8. INVESTIGACIÓN DE TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR.

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio previo para su reducción o eliminación.

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

$$D_{mín} = \frac{\sigma * I_d}{2.000 * \pi}$$

con:

$$\sigma = 350 \Omega.m.$$

$$I_d = 1 \text{ A.}$$

obtenemos el valor de dicha distancia:

$$D_{mín} = 0.06 \text{ m.}$$

11.8.9. CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL ESTABLECIENDO EL DEFINITIVO.

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado. No obstante, si el valor medido de las tomas de tierra resultara elevado y pudiera dar lugar a tensiones de paso o contacto excesivas, se corregirían estas mediante la disposición de una alfombra aislante en el suelo del Centro, o cualquier otro medio que asegure la no peligrosidad de estas tensiones.

Zaragoza, Diciembre 2019



El Ingeniero Industrial

Sergio Torné Darriba

Colegiado nº 1836



12. PLANOS



**PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN M.T.
Y CENTRO DE TRANSFORMACION, 9 UDS. DE INFANTIL
EN EL BARRIO PARQUE VENECIA, CEIP “PARQUE VENECIA II”**

**CENTRO INTEGRADO PÚBLICO “PARQUE VENECIA II”
DEL BARRIO PARQUE VENECIA DE ZARAGOZA**

PROMOTOR: GERENCIA DE INFRAESTRUCTURAS Y EQUIPAMIENTO
DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE
GOBIERNO DE ARAGÓN



INGENIERÍA TORNÉ S.L.
SERGIO TORNÉ DARRIBA

1. ÍNDICE

1. ÍNDICE.....	2
2. MEMORIA	8
2.1. OBJETO Y JUSTIFICACION DEL PROYECTO.....	8
2.2. REGLAMENTACION Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES.....	8
2.3. EMPLAZAMIENTO	9
2.4. AGENTES	9
2.5. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA INSTALACION	9
2.5.1. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN.....	10
2.5.2. CENTRO DE SECCIONAMIENTO y transformación.....	10
2.5.3. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN	11
2.6. RELACIÓN DE AFECTADOS	11
2.7. PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA.	11
3. MEMORIA LÍNEA EN MEDIA TENSIÓN	12
3.1. INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE MEDIA TENSIÓN.	12
3.1.1. TRAZADO.	12
3.1.2. CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS.	13
3.1.3. MATERIALES.....	13
3.1.4. CONDUCTORES, EMPALMES Y APARAMENTA ELÉCTRICA.	14
3.1.5. SISTEMAS DE INSTALACION	14
3.1.6. TENDIDO DE CONDUCTORES DE POTENCIA	16
3.1.7. ENSAYO DE CONDUCTORES.....	17
4. MEMORIA CENTRO DE SECCIONAMIENTO Y TRANSFORMACIÓN	18
4.1. CARACTERÍSTICAS EDIFICIOS.....	18
4.1.1. OBRA CS y CT	18
4.2. INSTALACION ELECTRICA.	19



4.2.1.	LINEA ALIMENTACION.....	19
4.2.2.	APARAMENTA A.T.	19
4.2.3.	APARAMENTA B.T.	25
4.2.4.	MATERIAL VARIO AT/BT (en caseta de seccionamiento y transformación).....	25
4.3.	MEDIDA DE LA ENERGIA ELECTRICA.....	25
4.4.	PUESTA A TIERRA (centro de seccionamiento y transformación).....	26
4.4.1.	TIERRA DE PROTECCION.....	26
4.4.2.	TIERRA DE SERVICIO.....	27
4.4.3.	TIERRAS INTERIORES.	27
4.5.	INSTALACIONES SECUNDARIAS (centro de seccionamiento y transformación)	27
4.5.1.	ALUMBRADO.....	27
4.5.2.	PROTECCION CONTRA INCENDIOS.	28
4.5.3.	VENTILACION.	28
4.5.4.	MEDIDAS DE SEGURIDAD.....	28
4.6.	VERIFICACIONES E INSPECCIONES.....	29
4.6.1.	VERIFICACIÓN E INSPECCIÓN DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS PROPIEDAD DE EMPRESAS DE TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	29
4.6.2.	VERIFICACIÓN E INSPECCIÓN DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS QUE NO SEAN PROPIEDAD DE EMPRESAS DE TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	30
4.7.	CAMPOS MAGNETICOS EN LA PROXIMIDAD DE LAS INSTALACIONES DE ALTA TENSIÓN	30
4.8.	RESUMEN.....	30
5.	ANEXO. CÁLCULO CT.....	31
5.1.	INTENSIDAD EN ALTA TENSIÓN.	31
5.2.	INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN.	31
5.3.	CORTOCIRCUITOS.....	32
5.3.1.	OBSERVACIONES	32
5.3.2.	CÁLCULO DE CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO	32
5.3.3.	CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN.	33



5.3.4.	CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN.....	33
5.4.	JUSTIFICACIÓN DE LOS PUENTES DE ALTA TENSIÓN	33
5.4.1.	Intensidad máxima admisible	33
5.4.2.	Intensidad de cortocircuito.....	33
5.5.	JUSTIFICACIÓN DE LOS PUENTES DE BAJA TENSIÓN.....	34
5.5.1.	Intensidad máxima admisible	34
5.5.2.	Intensidad de cortocircuito.....	34
5.6.	DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.	35
5.7.	COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE.	35
5.7.1.	COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA.	36
5.7.2.	COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA A CORTOCIRCUITO.	36
5.8.	SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN.	37
5.8.1.	PROTECCIÓN TRAFO.....	37
5.8.2.	PROTECCIÓN EN BAJA TENSIÓN	37
5.9.	CÁLCULO DE LA VENTILACIÓN DEL CT.....	37
5.10.	CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.	39
5.10.1.	INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.....	39
5.10.2.	DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACIÓN DEL DEFECTO.	39
5.10.3.	DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA.	39
5.10.4.	CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA.	40
5.10.5.	CÁLCULO DE LAS TENSIONES EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN.	42
5.10.6.	CÁLCULO DE LAS TENSIONES EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN.....	42
5.10.7.	CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS.	43
5.10.8.	INVESTIGACIÓN DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR.....	44
5.10.9.	CORRECCIÓN DEL DISEÑO INICIAL.....	44
6.	ANEXO. CONDICIONES DE SUMINISTRO.....	45
7.	ANEXO. ESTUDIO DE JUSTIFICACIÓN DE CAMPOS MAGNÉTICOS	46



8. ANEXO. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD, HIGIENE Y SALUD EN EL TRABAJO, CON APLICACION INTEGRAL DE LA LEY DE PREVENCION DE RIESGOS LABORALES.....	53
8.1. 1. PREVENCION DE RIESGOS LABORALES.	53
8.1.1. INTRODUCCION.....	53
8.1.2. DERECHOS Y OBLIGACIONES.....	53
8.1.3. SERVICIOS DE PREVENCION.....	59
8.1.4. CONSULTA Y PARTICIPACION DE LOS TRABAJADORES.....	59
8.2. DISPOSICIONES MINIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACION DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.	60
8.2.1. INTRODUCCION.....	60
8.2.2. 2.2. OBLIGACION GENERAL DEL EMPRESARIO.	61
8.3. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.....	62
8.3.1. INTRODUCCION.....	62
8.3.2. OBLIGACION GENERAL DEL EMPRESARIO.....	62
8.4. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION.....	68
8.4.1. 4.1. INTRODUCCION.	68
8.4.2. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD.	68
8.4.3. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCION DE LAS OBRAS. 82	
8.5. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL.	82
8.5.1. INTRODUCCION.....	82
8.5.2. OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO.	83
9. PLIEGO DE CONDICIONES	86
9.1. CONDICIONES GENERALES	86
9.1.1. OBJETO.....	86
9.1.2. CAMPO DE APLICACION.....	86
9.1.3. DISPOSICIONES GENERALES.	86



9.1.4.	ORGANIZACION DEL TRABAJO.....	88
9.1.5.	DISPOSICION FINAL.....	93
9.2.	CONDICIONES PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE LAS LINEAS ELECTRICAS DE ALTA TENSION CON CONDUCTORES AISLADOS.....	94
9.2.1.	PREPARACION Y PROGRAMACION DE LA OBRA.....	94
9.2.2.	ZANJAS.....	94
9.2.3.	CRUCES (CABLES ENTUBADOS).....	99
9.2.4.	TENDIDO DE CABLES BAJO TUBO.....	103
9.2.5.	MONTAJES.....	103
9.2.6.	VARIOS.....	105
9.2.7.	TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLES.....	106
9.3.	CONDICIONES TECNICAS PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE CENTROS DE TRANSFORMACION DE INTERIOR.....	106
9.3.1.	OBJETO.....	106
9.3.2.	OBRA CIVIL.....	106
9.3.3.	INSTALACION ELECTRICA.....	109
9.3.4.	NORMAS DE EJECUCION DE LAS INSTALACIONES.....	113
9.3.5.	PRUEBAS REGLAMENTARIAS.....	114
9.3.6.	CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.....	115
9.3.7.	CERTIFICADOS Y DOCUMENTACION.....	116
9.3.8.	LIBRO DE ÓRDENES.....	117
9.3.9.	RECEPCION DE LA OBRA.....	117
10.	MEDICIONES Y PRESUPUESTO.....	118
10.1.	RESUMEN DEL PRESUPUESTO.....	119
11.	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.....	120
11.1.	INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN.....	120
11.2.	INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN.....	120
11.3.	CORTOCIRCUITOS.....	121



11.3.1.	Observaciones.	121
11.3.2.	Cálculo de las Corrientes de Cortocircuito.	121
11.3.3.	Cortocircuito en el lado de Alta Tensión.	122
11.3.4.	Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.....	123
11.4.	DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.	123
11.4.1.	Comprobación por densidad de corriente.	123
11.4.2.	Comprobación por sollicitación electrodinámica.	124
11.4.3.	Comprobación por sollicitación térmica. Sobreintensidad térmica admisible.	124
11.5.	SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN.	124
11.6.	DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL C.T.	125
11.7.	DIMENSIONES DEL POZO APAGAFUEGOS.....	126
11.8.	CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.	126
11.8.1.	Investigación de las características del suelo.	126
11.8.2.	Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y tiempo máximo correspondiente de eliminación de defecto.	126
11.8.3.	Diseño preliminar de la instalación de tierra.....	127
11.8.4.	Cálculo de la resistencia del sistema de tierras.....	128
11.8.5.	Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.	130
11.8.6.	Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación.	130
11.8.7.	Cálculo de las tensiones aplicadas.	131
11.8.8.	Investigación de tensiones transferibles al exterior.....	132
11.8.9.	Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo.....	133
12.	PLANOS	134

2. MEMORIA

2.1. OBJETO Y JUSTIFICACION DEL PROYECTO

El objeto del presente proyecto es establecer y justificar todos los datos constructivos que permitan la ejecución de la instalación proyecto de Centro de Seccionamiento y Transformación para dotar de suministro eléctrico a un edificio para colegio de infantil y primaria (Uso docente), que se pretende construir en el barrio de Parque Venecia , Zaragoza.

Así mismo es objeto del presente proyecto exponer ante los Organismos Competentes las condiciones y garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente, con el fin de obtener la Autorización Administrativa y la de Ejecución de la instalación, así como servir de base a la hora de proceder a la ejecución de dichas instalaciones.

La ejecución de este proyecto, se realizará de acuerdo con los vigentes Reglamentos.

2.2. REGLAMENTACION Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES

El presente proyecto recoge las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, dando con ello cumplimiento a las siguientes disposiciones:

- ✓ Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23
- ✓ Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- ✓ Real Decreto 223/2008 de 15 de Febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- ✓ Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- ✓ Normas particulares y de normalización de la Cía. Suministradora de Energía Eléctrica.
- ✓ Recomendaciones UNESA.
- ✓ Normalización Nacional. Normas UNE, incluidas todas aquellas citadas en la reglamentación vigente.



- ✓ Método de Cálculo y Proyecto de instalaciones de puesta a tierra para Centros de Transformación conectados a redes de tercera categoría, UNESA.
- ✓ Ley 10/1996, de 18 de marzo sobre Expropiación Forzosa y sanciones en materia de instalaciones eléctricas y Reglamento para su aplicación, aprobado por Decreto 2619/1966 de 20 de octubre.
- ✓ Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- ✓ Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- ✓ Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- ✓ Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- ✓ Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.

2.3. EMPLAZAMIENTO

El edificio objeto del presente proyecto está situado en la urbanización Parque Venecia (Zaragoza).

2.4. AGENTES

PROMOTOR:

GOBIERNO DE ARAGÓN. DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTES.

AUTOR DEL PROYECTO:

El autor del presente Proyecto es Sergio Torné Darriba, Ingeniero Industrial adscrito al Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja, con nº de colegiado 1836 y dirección fiscal en Paseo Alberto Casañal Shakery, Nº 3, Local, Zaragoza.

2.5. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA INSTALACION

Como ya se ha especificado anteriormente, el proyecto se compone de varias instalaciones principales, las cuales se detallan a continuación.

2.5.1. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN

La línea subterránea de media tensión que abastecerá al Centro de Seccionamiento y Transformación proyectado se alimentará desde la línea subterránea de media tensión existente LSMT según condiciones de suministro de Compañía a 15kV y denominada L8-PAZ, con traza L7PAZ-001 de 15 KV con conductor RH5Z1 3x1x400 mm² AL 12/20 KV que discurre frente a la parcela.

2.5.2. CENTRO DE SECCIONAMIENTO Y TRANSFORMACIÓN

El centro de seccionamiento y transformación se ubicará en la Avenida Policía Local SN, de Parque Venecia en Zaragoza, según se indica en los planos de este proyecto, con acceso desde la vía pública.

El centro de seccionamiento y transformación se alojará en la parcela del propio colegio, en un edificio prefabricado.

Este centro será de compañía y se ejecutara por parte del gobierno de Aragón para posteriormente ser cedido a compañía suministradora.

Contará con acceso independiente y estará separado físicamente por una verja metálica con una puerta de comunicación hacia via publica don cerradura y candado según condiciones de compañía suministradora

Posteriormente a la instalación, la línea de media tensión y el centro de transformación completo, serán cedidas a la Compañía.

El centro de transformación objeto del presente proyecto será de tipo interior, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envolvente metálica según norma UNE-EN 62271-200.

Las celdas a emplear serán de la serie RM6 de Schneider Electric, un conjunto de celdas compactas equipadas con apartamento de alta tensión, bajo envolvente única metálica con aislamiento integral, para una tensión admisible hasta 24 kV, acorde a las siguientes normativas:

- UNE-E ISO 90-3, UNE-EN 60420.
- UNE-EN 62271-102, UNE-EN 60265-1.
- UNE-EN 62271-200, UNE-EN 62271-105, IEC 62271-103, UNE-EN 62271-102.
- UNESA Recomendación 6407 B

Toda la apartamenta estará agrupada en el interior de una cuba metálica estanca rellena de hexafluoruro de azufre con una presión relativa de 0.1 bar (sobre la presión atmosférica), sellada de por vida y acorde a la norma UNE-EN 62271-1.

La acometida al mismo será subterránea, alimentando al centro mediante una red de Media Tensión, y el suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio de 15 kV y una frecuencia de 50 Hz, siendo la Compañía Eléctrica suministradora Endesa Distribución (Eléctricas Reunidas de Zaragoza - ERZ).

2.5.3. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN

En este proyecto no se define ni se incluye la línea desde el cuadro de baja tensión del centro de transformación hasta el AST y medida del colegio, ya que es objeto del proyecto de Baja Tensión.

2.6. RELACIÓN DE AFECTADOS

La relación de propietarios que se ven afectados por la ejecución de dicha obra es únicamente el propietario de la parcela dónde se ubica el edificio, por tanto no es objeto de este expediente solicitar permisos añadidos para la ejecución de las obras al no discurrir por vía pública.

2.7. PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA.

Se precisa el suministro de energía eléctrica para alimentar al edificio objeto de este proyecto a una tensión de 400 / 230 V. La potencia solicitada es inferior a 100kVA, según se justifica en proyecto de baja tensión, con la siguiente previsión de potencias:

C.G.B.T.	S=	0,00				
SUBTOTAL CS INFATIL POR. SUM. RED	13349	9344,3	III	RED	1	0,7
SUBTOTAL CS COCINA/COMEDOR SUM. RED	35610	21366	III	RED	1	0,6
SUBTOTAL CS GIMNASIO SUM. RED	1260	882	R	RED	1	0,7
SUBTOTAL CS CLIMATIZADORES SUM. RED	10115	11334,375	III	RED	1	0,9
SUBTOTAL CS G.P.A.F. SUM. RED	6430	8037,5	III	RED	1	1
SUBTOTAL CS C. CALDERA/AEROT. SUM. RED	23252	25355,25	III	RED	1	0,9
SUBTOTAL CS PRIMARIA SUM. RED	48644,5	37101,685	III	RED	1	0,8
SUBTOTAL CS INFANTIL SUM. GRUPO	7063	7063	III	GRUPO	1	1
SUBTOTAL CS COCINA/COMEDOR SUM. GRUPO	7863,5	7863,5	III	GRUPO	1	1
SUBTOTAL CS GIMNASIO SUM. GRUPO	1790	1790	R	GRUPO	1	1
SUBTOTAL CS G.P.I. SUM. GRUPO	15694	19444	III	GRUPO	1	1
SUBTOTAL CS RACK SUM. GRUPO	2694	2694	R	GRUPO	1	1
ALUMBRDO C.G.B.T. Y CUARTOS TECNICOS	100	100	S	GRUPO	1	1
ALUMBRADO EMERGENCIA S-1	50	50	S	GRUPO	1	1
SUBTOTAL CS PRIARIA SUM. GRUPO	10266	10266	III	GRUPO	1	1
ACOMETIDA C.G.B.T.EDIFICIO CA SUM. RED	152488,7	83992,8123	III	RED	1	0,6
DERIVACIÓN INDIVIDUAL SUM.NORMAL						83.992,81 W

Se solicitan 85 Kw en las condiciones de suministro a compañía

Para satisfacer está potencia demandada, se proyecta un transformador de 400kVA, relación de transformación 15 / 0,42 kV.

3. MEMORIA LÍNEA EN MEDIA TENSIÓN

3.1. INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE MEDIA TENSIÓN.

3.1.1. TRAZADO.

La línea subterránea de media tensión que abastecerá al Centro de Seccionamiento y Transformación proyectado se alimentará desde la línea subterránea de media tensión existente LSMT que discurre por la Avenida de policía local SN en Parque Venecia de Zaragoza, denominada L8-PAZ, con traza L7PAZ-001 de 15 KV con conductor RH5Z1 3x1x400 mm² AL 12/20 KV que discurre frente a la parcela

Esta Red Subterránea en Media Tensión será de doble circuito y discurrirá por acera bajo zanja directamente enterrada desde el punto de conexión con la red de la Compañía, hasta el Centro de Seccionamiento objeto de proyecto.

El acceso al Centro de transformacion de las líneas subterráneas (entrada y salida) será mediante tubos de 160mm de diámetro, a la cota reglamentaria.

El conductor de la línea subterránea será de sección RH5Z1 3 x 1 x 400 mm² Al con aislamiento seco, cuyo trazado se refleja en los planos del presente proyecto.

La longitud de la línea de MT desde el punto de conexión al Centro de Seccionamiento es de 130m (65 m x 2) aproximadamente.

Las afecciones en toda la longitud del trazado no suponen a priori cruces con otras instalaciones. En cualquier caso, previamente a la ejecución de la obra se estudiarán planos de tendido de todas las instalaciones por si fuera necesario considerar distancias entre ellas y la red subterránea de media tensión.

El recorrido de la RSMT en proyecto, se realizará bajo acera, según planos y detalles del presente proyecto.

El promotor dejará 4 metros de conductor por terna y fase, en la localización del punto de conexión para que Endesa realice las conexiones a su Red, así como otros tantos para la conexión en el interior del CT.

Todos los trabajos se realizarán conforme a normas e indicaciones de Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U.

Las características de la línea serán:

- | | |
|-----------------------------|--|
| ✓ Denominación: | RH5Z1 12/20 KV lx400mm ² AL+H16 |
| ✓ U0/U: | 12/20 KV |
| ✓ Nº y sección Aislamiento: | 1 x 400 mm ² Al |
| ✓ Aislamiento: | Polietileno reticulado.(XLPE). |

- ✓ Imáx régimen permanente; 490 A
- ✓ Fabricación según recomendaciones UNESA 33058-1º Complemento.

3.1.2. CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS.

Las distancias a cumplir en cruzamientos con otros servicios, proximidades y paralelismos de las redes en proyecto, se fijan como mínimas las siguientes:

CRUZAMIENTOS	CONDICIONES
Calles y carreteras	Profundidad hasta la parte superior del tubo $\geq 0,60$ m.
Ferrocarriles	Profundidad hasta la parte superior del tubo $\geq 1,10$ m. Canalización entubada y hormigonada
Con otros conductores subterráneos	Distancia $\geq 0,25$ m. En empalmes ≥ 1 m
Con cables de telecomunicaciones	Distancia $\geq 0,20$ m. En empalmes ≥ 1 m
Con canalizaciones de agua	Distancia $\geq 0,20$ m. En empalmes ≥ 1 m
Con canalizaciones de gas	Ver tabla 3 ICT-LAT-06 del RD 223/2008
Conducciones de alcantarillado	Por encima del alcantarillado
Depósitos de carburante	Separados mediante tubos, a $\geq 1,20$ m. del depósito

PARALELISMOS	CONDICIONES
Con otros conductores subterráneos	Distancia $\geq 0,25$ m.
Con cables de telecomunicaciones	Distancia $\geq 0,20$ m.
Con canalizaciones de agua	Distancia $\geq 0,20$ m. En empalmes ≥ 1 m
Con canalizaciones de gas	Ver tabla 4 ICT-LAT-06 del RD 223/2008

3.1.3. MATERIALES.

Todos los materiales serán de los tipos "aceptados" por la Cía. Suministradora de Electricidad.

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

Los materiales siderúrgicos serán como mínimo de acero A-42B. Estarán galvanizados por inmersión en caliente con recubrimiento de zinc de $0,61 \text{ kg/m}^2$ como mínimo, debiendo ser capaces de soportar cuatro

inmersiones en una solución de $\text{SO}_4 \text{ Cu}$ al 20 % de una densidad de 1,18 a 18 °C sin que el hierro quede al descubierto o coloreado parcialmente.

3.1.4. CONDUCTORES, EMPALMES Y APARAMENTA ELÉCTRICA.

Los conductores utilizados en la red eléctrica estarán dimensionados para soportar la tensión de servicio y las botellas terminales y empalmes serán adecuados para el tipo de conductor empleado y aptos igualmente para la tensión de servicio.

La línea proyectada será de 3 x 1 x 240 mm² Al con aislamiento seco. Estarán debidamente protegidos contra la corrosión y tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos durante el tendido. Sus características principales son las siguientes:

- ✓ Sección: 240 mm²
- ✓ Conductor: Aluminio
- ✓ Aislamiento: Seco
- ✓ Tensión: 12/20 KV
- ✓ Designación: 1x 400 Al RH5-Z1 12/20 KV
- ✓ La longitud total de la línea serán aproximadamente 130 metros (ida y vuelta).

Los empalmes para conductores con aislamiento seco podrán estar constituidos por un manguito metálico que realice la unión a presión de la parte conductora, sin debilitamiento de sección ni producción de vacíos superficiales. El aislamiento podrá ser construido a base de cinta semiconductora interior, cinta autovulcanizable, cinta semiconductora capa exterior, cinta metálica de reconstitución de pantalla, cinta para compactar, trenza de tierra y nuevo encintado de compactación final, o utilizando materiales termorretráctiles, o premoldeados u otro sistema de eficacia equivalente. Los empalmes para conductores desnudos podrán ser de plena tracción de los denominados estirados, comprimidos o de varillas preformadas.

La aparamenta eléctrica que interviene en el diseño de la red eléctrica queda descrita perfectamente en el anexo de cálculo del proyecto.

3.1.5. SISTEMAS DE INSTALACION

3.1.5.1. En canalización bajo acera:

Los conductores se alojarán en una zanja de 0,85 m. de profundidad mínima, variando su dimensión en función del número de tubos dispuestos.



Las canalizaciones estarán constituidas por tubos de PVC de 160 mm. de diámetro con doble capa interior lisa de suficiente resistencia, debidamente enterrados en la zanja y sobre una base de arena fina de 10 cm. Encima se situará otra capa de arena de 30 cm. de espesor .

El resto de la zanja se rellenará con tierra o zahorras seleccionadas, para la obtención de una densidad que nunca deberá ser inferior al 98% del proctor modificado. Así mismo y a una cota de 50 centímetros de la rasante se colocará una malla de señalización y advertencia de la existencia de riesgo eléctrico y atención a la existencia de cables de alta tensión. Esta malla será de color amarillo y se instalará una banda por cada terna de conductor existente en proyección vertical.

3.1.5.2. En canalizaciones para cruce de calzada:

Los conductores se alojarán en una zanja de 0,95 m. de profundidad mínima, variando su dimensión en función del número de tubos dispuestos.

Las canalizaciones estarán constituidas por tubos de PVC de 160 mm. de diámetro con doble capa interior lisa de suficiente resistencia, debidamente enterrados en la zanja y hormigonados.

En cada uno de los tubos no se instalará más de un circuito.

Se dejará un tubo de reserva de similares características.

En los trazados de los circuitos que impliquen cruzamientos de calzadas transitadas o puntos que por interferencias con otras actividades de las obras así lo requiera, se efectuarán conducciones enterradas y consolidadas por prismas de hormigón. A tal efecto se instalarán tubos de PVC de 160 mm, hormigonados con hormigón en masa H-200, con los mismos criterios que los utilizados en la zanja para conductores directamente enterrados.

Antes del tendido se eliminará de su interior la suciedad o tierra garantizándose el paso de los cables mediante mandrilado acorde a la sección interior del tubo o sistema equivalente. Durante el tendido se deberán embocar correctamente para evitar la entrada de tierra u hormigón.

3.1.5.3. ZANJAS

Las infraestructuras de obra civil están constituidas por zanjas de paredes verticales o en talud, en función de las profundidades de las mismas o entibadas en el caso que la naturaleza del terreno lo haga necesario, y de acuerdo al estudio de seguridad específico de esta obra.

La profundidad de la zanja será la necesaria para garantizar una cota mínima del último conductor a la superficie de 0,80 m, y la distancia mínima entre conductores de 20 cm.

La anchura irá en función del número de conductores a instalar, siendo la distancia mínima entre conductores a ejes de 20 centímetros.



Las paredes de las zanjas serán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

Cuando las características del terreno, la existencia de servicios o la previsión de instalación de nuevos servicios cuya construcción comprometa la seguridad del tendido subterráneo, lo aconsejen, se aumentará la profundidad de la zanja de acuerdo con el supervisor de obra o persona en la que delegue.

Se procurará dejar un espacio mínimo 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.

Se deben tomar las precauciones precisas, para no tapar con tierra los registros de gas, bocas de riego, alcantarillas, etc.

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

Las dimensiones mínimas de las zanjas serán las especificadas en los planos adjuntos.

3.1.6. TENDIDO DE CONDUCTORES DE POTENCIA

El tendido de conductores se efectuará en el fondo de zanja, tendido y protegido mediante limo, bajo tubo, de acuerdo a las premisas que a continuación se detallan, que garanticen la vida útil para los que fueron diseñados:

- ✓ Los conductores se tenderán con ubicación de bobina sobre caballetes alza bobinas rodantes.
- ✓ Los tendidos se efectuarán sobre rodillos colocados a una interdistancia de 3 metros o de forma que la cubierta no sea erosionada por el terreno en ninguna fase del tendido.
- ✓ En los ángulos se dispondrá de rodillos angulares, con radios de curvatura de 30 veces el diámetro del conductor y 15 veces su diámetro como mínimo en curvaturas fijas permanentes.
- ✓ La tracción se efectuará del conductor en punta.
- ✓ El tendido se efectuará con máquina de tracción y registrador de tiro, de forma que los registros de tracción aseguren una tracción máxima de 3 kg/mm².
- ✓ Una vez tendido los conductores, éstos se agruparán en terna mediante cintillos plásticos, colocados cada tres metros.
- ✓ En los tendidos bajo tubo se lubricarán los cables con vaselina líquida inocua, así como se colocarán "coquillas" de centrado a la salida de los tubos para su posicionamiento definitivo.
- ✓ En la fase de tendido se levantará un plano "as built", de acuerdo a la normativa de croquizado de redes subterráneas establecidas por Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U.

3.1.7. ENSAYO DE CONDUCTORES

Los conductores una vez tendidos y protegidos con limo, deberán ser sometidos a los siguientes ensayos mínimos, más allá de los que pudiera realizar la compañía distribuidora antes de pasar a su explotación, como garantía de la correcta instalación de los conductores en su fase de tendido.

- ✓ Ensayo de continuidad de fase.
- ✓ Ensayo de continuidad de pantalla.
- ✓ Ensayo de cubierta.
- ✓ Ensayo de rigidez dieléctrica del aislamiento respecto a tierra.
- ✓ Ensayo de rigidez dieléctrica entre conductores.
- ✓ Verificación de cable y correspondencia con rotulación de la aparamenta.

Zaragoza, Diciembre 2019



El Ingeniero Industrial

Sergio Torné Darriba

Colegiado nº 1836

4. MEMORIA CENTRO DE SECCIONAMIENTO Y TRANSFORMACIÓN

4.1. CARACTERÍSTICAS EDIFICIOS

4.1.1. OBRA CS Y CT

El centro de seccionamiento y transformación están ubicados en la planta baja del colegio en un edificio prefabricado con acceso independiente desde vía pública y como se muestra en la documentación gráfica.

Por tanto, las características de la obra civil son las del propio edificio prefabricado y homologado por compañía y se describen en planos del presente proyecto.

El centro, dispone de puerta de acceso desde el exterior, para su diseño se han observado todas las normativas antes indicadas, teniendo en cuenta las distancias necesarias para pasillos, accesos, etc.

Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10.000 ohmios respecto de la tierra de la envolvente.

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial será accesible desde el exterior.

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

En la base de la envolvente irán dispuestos, tanto en el lateral como en la solera, los orificios para la entrada de cables de Alta Tensión.

4.2. INSTALACION ELECTRICA.

4.2.1. LINEA ALIMENTACION

La red subterránea de media tensión será a 15 kV, desde la línea de M.T. de Endesa Distribución Eléctrica S.L.

Esta línea será subterránea, con una tensión de 15 kV y una frecuencia de 50 Hz., con nivel de aislamiento según tabla 2 de la ITC-LAT-06.

Igualmente la Compañía, y en función de sus relés, da un tiempo máximo de desconexión en caso de defecto F-F y F-N de 1 segundo.

El neutro de la red, por su parte, es el tipo Aislado.

El cable subterráneo será de aislamiento en etileno propileno de alto módulo, del tipo RHZ1, con una tensión de aislamiento de 15 KV., unipolares, de Aluminio y una sección de 3x(1 x 240) mm².

De esta forma, el centro de transformación quedará en anillo con la instalación existente.

4.2.2. APARAMENTA A.T.

Las celdas estarán basadas en el sistema CGM, formado por un conjunto de celdas modulares de Media Tensión, con aislamiento y corte en SF₆, cuyos embarrados se conectan utilizando unos elementos patentados por ORMAZABAL, y denominados "conjunto de unión", consiguiendo una unión totalmente apantallada, e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación,...).

Destacar que la interconexión entre el centro de seccionamiento y de transformación se hará con cable unipolar de sección 1x95mm² y características descritas en el punto anterior.

Las bases que componen estas celdas son:

4.2.2.1. Base y frente

La altura y diseño de esta base permite el paso de cables entre celdas sin necesidad de foso, y presenta el mímico unifilar del circuito principal y ejes de accionamiento de la aparamenta a la altura idónea para su operación. Igualmente, la altura de esta base facilita la conexión de los cables frontales de acometida.

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

4.2.2.2. Cuba

La cuba, fabricada en acero inoxidable de 2 mm de espesor, contiene el interruptor, el embarrado y los portafusibles, y el gas SF₆ se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,3 bares (salvo para celdas especiales). El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante más de 30 años, sin necesidad de reposición de gas.

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

4.2.2.3. Interruptor/Seccionador/Seccionador de puesta a tierra

El interruptor disponible en el sistema CGM tiene tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra (salvo para el interruptor de la celda CMIP).

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

4.2.2.4. Mando

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

4.2.2.5. Conexión de cables

La conexión de cables se realiza por la parte frontal, mediante unos prensaestopas estándar.

4.2.2.6. Enclavamientos

Los enclavamientos incluidos en todas las celdas CGM pretenden que:

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

4.2.2.7. Características eléctricas:

Las características generales de las celdas CGM son las siguientes:

Tensión nominal (kV)	12	24	36
Nivel de aislamiento			
Frecuencia industrial (1 min)			
A tierra y entre fases (kV)	28	50	80
A la dist. De seccionamiento (kV)	32	60	80
Impulso tipo rayo			
A tierra y entre fases (kV)	75	125	170
A la dist. De seccionamiento (kV)	85	145	195

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

El embarrado de las celdas estará dimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar.

Las celdas cuentan con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así su incidencia sobre las personas, cables o apartamentas del centro de transformación.

Los interruptores tienen tres posiciones: conectados, seccionados y puestos a tierra. Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual o motorizada. Los enclavamientos pretenden que:

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

Las Celdas que se colocarán, homologadas por compañía suministradora, y sus características generales son las siguientes, en función de la tensión nominal (Un):

4.2.2.8. Remonte + Protección interruptor automático (Celda en el lado de abonado)

Función: Remonte + Interruptor Automático

- ✓ Extensibilidad: No
- ✓ Modelo: CGM-RB, CGM-V

- ✓ Dimensiones Remonte :(AnchoxFondoxAlto): 365x735x1740mm
- ✓ Dimensiones Automático :(AnchoxFondoxAlto): 460x845x1740mm
- ✓ Vn= 24kV ; Icc= 20kA (1s)
- ✓ Juego de barras III 400 A.
- ✓ Embarrado de p.a.t.

Función Remonte (K)

- ✓ Indicadores presencia de tensión.
- ✓ Bornes para conexión de cable atornillables (interfaz tipo C)

Función Interruptor Automático (L)

- ✓ Int. Automático de corte en vacío 250A con mando manual
- ✓ Interruptor-Seccionador (SF6) con mando manual
- ✓ Seccionador de p.a.t. (SF6).
- ✓ Indicador de presencia de tensión.
- ✓ Bornes para conexión de cable atornillables (interfaz tipo C)
- ✓ Armario de BT de 200mm de altura
- ✓ Relé de protección autoalimentado IKI30 con funciones de sobreintensidad (50/51, 51N) y tierra 67.
- ✓ Sensores de intensidad

4.2.2.9. Medida (celda en el lado de abonado)

- ✓ No existe celda de medida al ser un centro de compañía

4.2.2.10.Celda de línea (entrada, salida y seccionamiento)

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, CGMCOSMOS-L, formada por un módulo de Vn=24 kV e In=630 A y 365 mm de ancho por 735 mm de fondo por 1740 mm de alto y 95 kg de peso.

La celda CML de interruptor seccionador, o celda de línea, está constituida por un módulo metálico, con aislamiento y corte en SF6, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

Tensión nominal	24 kV
Tensión de servicio	15 kV
Onda de choque (Aislamiento / seccionamiento)	125 / 145 kVc.
Frecuencia industrial (Aislamiento / seccionamiento)	50 / 60 kVeff.
Intensidad de breve duración (Eficaz / Cresta)	20 / 50 kA 1s.
Intensidad nominal conjunto	630 A
Ensayo de arco interno	20 kA 0,5 s.
Poder de cierre seccionador de puesta a tierra	50 kAc.
Elemento de corte en aparellaje	SF6
Elemento aislante	SF6
Mando interruptor	Manual tipo B

- ✓ El interruptor de la función de línea será un interruptor automático de las siguientes características:
 - Intensidad térmica: 20 kA eficaces.
 - Poder de cierre: 50 kA cresta.
- ✓ Seccionador de puesta a tierra en SF6.
- ✓ Palanca de maniobra.
- ✓ Dispositivos de detección de presencia de tensión en todas las funciones de línea.
- ✓ 3 lámparas individuales (una por fase) para conectar a dichos dispositivos.
- ✓ Pasatapas de tipo roscados M16 de 630 A en las funciones de línea.
- ✓ Cubrebornas metálicos en todas las funciones.
- ✓ Manómetro para el control de la presión del gas.

La conexión de los cables se realizará mediante conectores de tipo roscados de 630 A en cada función, asegurando así la estanqueidad del conjunto y, por tanto, la total insensibilidad al entorno en ambientes extraordinariamente polucionados, e incluso soportando una eventual sumersión.

- ✓ 3 Equipamientos de 3 conectores apantallados en "T" roscados M16 630A cada uno.

De las 4 celdas tres irán en el centro de seccionamiento y una en el centro de transformación según esquema unifilar aportado.

Transformador III de potencia

- 1 Ud. Transformador seco 400 kVA's, norma UNE, con las siguientes características:

- ✓ Tensión nominal primaria: 16000 V.
- ✓ Regulación en el primario: a definir por compañía suministradora
- ✓ Tensión nominal secundario en vacío: 400 V.
- ✓ Tensión de cortocircuito: 6%
- ✓ Grupo de conexión: Dyn11
- ✓ Nivel de aislamiento:
 - Tensión de ensayo a onda de choque 1,2/50 - 125 KV.
 - Tensión de ensayo a 50 Hz. 1 min. 50 KV.

El transformador será trifásico reductor de tensión, con neutro accesible en el secundario y refrigeración natural, seco. Se dispone de una rejilla metálica para defensa del trafo.

La conexión entre las celdas A.T. y el transformador se realiza mediante conductores unipolares de aluminio, de aislamiento seco y terminales enchufables, con un radio de curvatura mínimo de 10 (D+d), siendo "D" el diámetro del cable y "d" el diámetro del conductor.

Conexión en el lado de alta tensión

- ✓ Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RH5Z1, aislamiento 12/20 kV, de 95 mm² en Al con sus correspondientes elementos de conexión.

Dispositivo térmico de protección

- ✓ Equipo de sondas PT100 de temperatura y termómetro digital MB103, para protección térmica de transformador, y sus conexiones a la alimentación y al elemento disparador de la protección correspondiente, protegidas contra sobreintensidades, instalados.
- ✓ La conexión entre las celdas A.T. y el transformador se realiza mediante conductores unipolares de aluminio, de aislamiento seco y terminales enchufables, con un radio de curvatura mínimo de 10 (D+d), siendo "D" el diámetro del cable y "d" el diámetro del conductor.

4.2.3. APARAMENTA B.T.

4.2.3.1. Puentes BT

- ✓ Juego de puentes III de cables BT unipolares de aislamiento seco tipo RZ1-K, aislamiento 0.6/1 kV, 2 cables por fase de 240mm² y 2 para el neutro de 240mm².
- ✓ Cuadro BT

La estructura del cuadro de BT está compuesta por un bastidor de chapa blanca, en el que se distinguen las siguientes zonas:

Características eléctricas:

- ✓ Tensión nominal: 400 V
- ✓ Int. nominal embarrados: 630 A
- ✓ Aisl. a frec. ind. (1 min)
- ✓ entre fases y a tierra: 8 kV
- ✓ entre fases: 2,5 kV
- ✓ Aisl. a onda de choque entre fases y a tierra: 20 kV

4.2.4. MATERIAL VARIO AT/BT (EN CASETA DE SECCIONAMIENTO Y TRANSFORMACIÓN).

Se instalará un equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en las celdas A.T.

Igualmente se instalará un equipo de seguridad para la maniobra, compuesto por pértiga de salvamento, banqueta aislante, carteles de peligro y reglas de oro, extintor de CO₂ y guantes aislantes de seguridad.

4.2.4.1. Defensa transformador

Se instalará una protección física para el transformador, compuesta por una valla metálica de separación entre el trafo y el resto de los componentes de la instalación.

4.3. MEDIDA DE LA ENERGIA ELECTRICA.

La potencia se entregará al peticionario en BT y por lo tanto este centro de transformación al ser de compañía no tiene celda de medida.

4.4. PUESTA A TIERRA (centro de seccionamiento y transformación).

Se atenderá a lo dispuesto en el RD 223/2008, así como toda la normativa de aplicación.

Las instalaciones de puesta a tierra se realizarán según lo previsto en la Instrucción MIE-RAT-13 y garantizarán la seguridad de las personas e instalaciones en caso de defecto.

Las máximas tensiones de paso y contacto admisibles en una instalación, se ajustarán a las siguientes expresiones

Tensiones de paso:

$$V_p = \frac{10 \cdot k}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot \rho_s}{1.000}\right) \text{ Voltios}$$

Tensiones de contacto:

$$V_c = \frac{k}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{1,5 \cdot \rho_s}{1.000}\right) \text{ Voltios}$$

En la que:

$k = 72$ y $n=1$, para tiempos inferiores a 0,9 segundos.

t = Duración de la falta en segundos.

ρ_s = Resistividad superficial del terreno en Ohmios/m.

El tiempo máximo de eliminación del defecto lo establece la en:

- ✓ 0,5 segundos para $I_d < 100A$
- ✓ 0,2 segundos para $I_d > 100A$

4.4.1. TIERRA DE PROTECCION.

Se conectarán a tierra todas las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente: envolventes de las celdas y cuadros de baja tensión, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc, así como la armadura del edificio. No se unirán las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior.

Las celdas dispondrán de una pletina de tierra que las interconectará, constituyendo el colector de tierras de protección.

La tierra interior de protección se realizará con cable de 50 mm² de cobre desnudo formando un anillo, y conectará a tierra los elementos descritos anteriormente.

4.4.2. TIERRA DE SERVICIO.

Para el centro de seccionamiento no aplica al no tener neutro. En el centro de transformación describimos lo siguiente:

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en baja tensión, debido a faltas en la red de alta tensión, el neutro del sistema de baja tensión se conectará a una toma de tierra independiente del sistema de alta tensión, de tal forma que no exista influencia de la red general de tierra.

La tierra interior de servicio se realizará con cable de 50 mm² de cobre aislado 0,6/1 kV.

4.4.3. 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.

La tierra interior de servicio se realizará con cable de 50 mm² de cobre aislado 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.

Las cajas de seccionamiento de la tierra de servicio y protección estarán separadas por una distancia mínima de 1m.

Como medida adicional, se atenderá a lo dispuesto en el RD 223/2008 y en la normativa aplicable.

Las picas serán lisas de acero-cobre del tipo PL 14-2000.

4.5. INSTALACIONES SECUNDARIAS (centro de seccionamiento y transformación)

4.5.1. ALUMBRADO.

En el interior del centro de transformación se instalará un mínimo de dos puntos de luz, capaces de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo. El nivel medio será como mínimo de 150 lux.



Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de tal forma que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación. Además, se deberá poder efectuar la sustitución de lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

El interruptor se situará al lado de la puerta de entrada, de forma que su accionamiento no represente peligro por su proximidad a la alta tensión.

Se dispondrá también un punto de luz de emergencia de carácter autónomo que señalará los accesos al centro de transformación.

4.5.2. PROTECCION CONTRA INCENDIOS.

Si va a existir personal itinerante de mantenimiento por parte de la compañía suministradora, no se exige que en el centro de transformación haya un extintor. En caso contrario, se incluirá un extintor de eficacia 89B.

En este caso que nos ocupa, se incluye un extintor de polvo polivalente y otro de CO2 según planos adjuntos.

La resistencia ante el fuego de los elementos delimitadores y estructurales será RF-180 y la clase de materiales de suelos, paredes y techos M0 según Norma UNE 23727.

4.5.3. VENTILACION.

La ventilación del centro se realizará de modo natural, mediante unas rejillas para tal efecto en la parte superior del cuarto, siendo la superficie mínima de la reja de entrada de aire en función de la potencia del mismo. Su dimensionado se justifica en el apartado de cálculos justificativos.

Estas rejillas se construirán de modo que impidan el paso de pequeños animales, la entrada de agua de lluvia y los contactos accidentales con partes en tensión si se introdujeran elementos metálicos por las mismas.

4.5.4. MEDIDAS DE SEGURIDAD.

Las celdas dispondrán de una serie de enclavamientos funcionales descritos a continuación:

- ✓ Sólo será posible cerrar el interruptor con el interruptor de tierra abierto y con el panel de acceso cerrado.
- ✓ El cierre del seccionador de puesta a tierra sólo será posible con el interruptor abierto.
- ✓ La apertura del panel de acceso al compartimiento de cables sólo será posible con el seccionador de puesta a tierra cerrado.
- ✓ Con el panel delantero retirado, será posible abrir el seccionador de puesta a tierra para realizar el ensayo de cables, pero no será posible cerrar el interruptor.



Las celdas de entrada y salida serán de aislamiento integral y corte en SF₆, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, evitando de esta forma la pérdida del suministro en los centros de transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del centro de transformación.

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

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

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

Las puertas de acceso al CT llevarán el Lema Corporativo y estará cerrada con llave.

Las puertas de acceso al CT y, cuando las hubiera, las pantallas de protección, llevarán el cartel con la correspondiente señal triangular distintiva de riesgo eléctrico.

En un lugar bien visible del CT se situará un cartel con las instrucciones de primeros auxilios a prestar en caso de accidente.

Salvo que en los propios aparatos figuren las instrucciones de maniobra, en el CT, y en lugar bien visible habrá un cartel con las citadas instrucciones.

Deberán estar dotados de bandeja o bolsa portadocumentos. Para realizar maniobras en A.T. el CT dispondrá de banqueta o alfombra aislante, guantes aislantes y pértiga.

4.6. VERIFICACIONES E INSPECCIONES.

4.6.1. VERIFICACIÓN E INSPECCIÓN DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS PROPIEDAD DE EMPRESAS DE TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

4.6.1.1. Verificación

Para el caso que nos ocupa las verificaciones previas a la puesta en servicio de las líneas eléctricas de alta tensión deberán ser realizadas por el titular de la instalación o por personal delegado por el mismo.

Se atenderá a lo dispuesto en la ITC-LAT-05 del RD 223/2008.

4.6.1.2. Inspección

Los órganos competentes de la Administración podrán efectuar, por sí mismos o a través de terceros, inspecciones sistemáticas mediante control por muestreo estadístico.

4.6.2. VERIFICACIÓN E INSPECCIÓN DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS QUE NO SEAN PROPIEDAD DE EMPRESAS DE TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Todas las líneas aquí incluidas deben ser objeto de una verificación previa a la puesta en servicio y de una inspección periódica, al menos cada tres años. Para las líneas de tensión nominal menor o igual a 30 kV la inspección periódica puede ser sustituida por una verificación periódica. Las líneas de tensión nominal superior a 30 kV deberán ser objeto, también, de una inspección inicial antes de su puesta en servicio.

Las verificaciones previas a la puesta en servicio de las líneas eléctricas de alta tensión deberán ser realizadas por las empresas instaladoras autorizadas que las ejecuten.

Se atenderá a lo dispuesto en la ITC-LAT-05 del RD 223/2008.

4.7. CAMPOS MAGNETICOS EN LA PROXIMIDAD DE LAS INSTALACIONES DE ALTA TENSIÓN

Se adjunta como anexo la justificación de Campos Magnéticos en la proximidad de las instalaciones.

4.8. RESUMEN.

Con todo lo anteriormente expuesto, creemos haber dado una idea clara de la instalación a efectuar. Para cualquier condición no especificada en este Proyecto, se atenderán las indicaciones de la Dirección de Obra. No obstante si a juicio de los Organismos Competentes algún punto necesita ser aclarado o modificado, muy gustosamente accederemos a ello.

Zaragoza, Diciembre 2019



El Ingeniero Industrial

Sergio Torné Darriba

Colegiado nº 1836

5. ANEXO. CÁLCULO CT

5.1. INTENSIDAD EN ALTA Tensión.

En un transformador trifásico la intensidad del circuito primario I_p viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{1,732 \cdot U_p}$$

Siendo,

S = Potencia del transformador en kVA.

U_p = Tensión compuesta primaria en kV.

I_p = Intensidad primaria en A.

Según escrito de compañía suministradora, se realizan los cálculos para 2z630 kVA, de modo que sustituyendo valores:

Transformador	Potencia (kVA)	Up (kV)	Ip (A)
Trafo	400	15	15,39

5.2. INTENSIDAD EN BAJA Tensión.

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

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

Siendo,

S = Potencia del transformador en kVA (más desfavorable).

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, para cada transformador, tendremos:

Potencia (kVA)	Vn(V)	I _p (A)
400	400	577,4

5.3. CORTOCIRCUITOS.

5.3.1. OBSERVACIONES

Para el cálculo de la intensidad primaria de cortocircuito se tendrá en cuenta una potencia de cortocircuito de 500 MVA en la red de distribución, dato a contrastar por la compañía suministradora.

5.3.2. CÁLCULO DE CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito utilizaremos las siguientes expresiones:

5.3.2.1. Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de Alta Tensión:

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

Siendo,

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

U_p = Tensión compuesta primaria en kV.

I_{cpp} = Intensidad de cortocircuito primaria en kA.

5.3.2.2. Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de Baja Tensión (despreciando la impedancia de la red de Alta Tensión):

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

Siendo,

S = Potencia del transformador en kVA.

$U_{cc}(\%)$ = Tensión de cortocircuito en % del transformador.

U_s = Tensión compuesta en carga en el secundario en V.

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

5.3.3. CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN.

Utilizando las expresiones del apartado 6.3.2.

S_{cc} (MVA)	U_p (kV)	I_{ccp} (kA)
500	15	19,2

5.3.4. CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN

Utilizando las expresiones del apartado 6.3.2.

Transformador	Potencia (kVA)	U_s (V)	U_{cc} (%)	I_{ccs} (kA)
Trafo	400	400	6	9,62

5.4. JUSTIFICACIÓN DE LOS PUENTES DE ALTA TENSIÓN

5.4.1. INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

Los puentes de alta tensión están formados por líneas de 3x1x95mm² RHZ1 12/20kV.

Su intensidad admisible es de Según la tabla 6 del RD 223/2008, la intensidad máxima admisible es:

$$I_{adm} = 430 \text{ A, directamente enterrado}$$

$$I_{adm} = 405 \text{ A, bajo tubo}$$

Se tomará el caso enterrado bajo tubo puesto que supone mayor restricción, superior a la calculado en el apartado 5.1.

5.4.2. INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO

Se tomará como cálculo el establecido en el punto 6.2 de la ITC-LAT-06 del RD 223/2008, de modo que:

$$\frac{I_{cc}}{S} = \frac{K}{\sqrt{t_{cc}}}$$

Siendo,

I_{cc} = corriente de cortocircuito, en amperios,

S : sección del conductor, en mm²,

K : coeficiente que depende de las naturales del conductor y de las temperaturas al inicio y final del cortocircuito. Coincide con el valor de densidad de corriente tabulado para $t_{cc} = 1$ s. para los distintos tipos de aislamiento.

t_{cc} = duración del cortocircuito, en segundos.

Tabla 26. Densidad máxima admisible de corriente de cortocircuito, en A/mm², para conductores de aluminio

Tipo de aislamiento	$\Delta\theta^*$ (K)	Duración del cortocircuito, t_{cc} en segundos									
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
PVC: sección ≤ 300 mm²	90	240	170	138	107	98	76	62	53	48	43
sección > 300 mm²	70	215	152	124	96	87	68	55	48	43	39
XLPE, EPR y HEPR	160	298	211	172	133	122	94	77	66	59	54
HEPR Uo/U \leq 18/30 kV	145	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51

* $\Delta\theta$ es la diferencia entre la temperatura de servicio permanente y la temperatura de cortocircuito.

De este modo,

$$I_{cc} = \frac{K \cdot S}{\sqrt{t_{cc}}} = \frac{94 \cdot 240}{\sqrt{1}} = 22,56 \text{ kA}$$

Superior al calculado en el apartado 5.3.3.

5.5. JUSTIFICACIÓN DE LOS PUENTES DE BAJA TENSIÓN

5.5.1. INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

Los puentes de alta tensión están formados por líneas de 2(4x1x240)mm² Cu RZ1 0.6/1kV.

Su intensidad admisible según la ITC-BT 19:

$I_{adm} = 2x489 \text{ Ax.}8 = 782.4 = , \text{ al aire, método de instalación F, Factor de corrección } 0.8$ (2 cables por fase)

Este valor es superior a la calculado en el apartado 5.2.

5.5.2. INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO

Siguiendo la norma UNE 20460-4-43 podemos calcular la corriente maxima de cortocircuito que puede soportar un cable segun la

formula siguiente:

$$I_{cc} = k \cdot S/\sqrt{t}$$

En la que

- Icc: corriente de cortocircuito en amperios.
- k: constante que depende de la naturaleza del conductor (Cu o Al) y del tipo de aislamiento (termoplástico [PVC o poliolefinas Z1] o termoestable [XLPE, EPR, poliolefinas o silicona]) = 94
- S: sección del conductor en mm²
- t: la duración del cortocircuito en segundos. Se toma 0.1 seg.

De este modo,

$$I_{cc} = \frac{K \cdot S}{\sqrt{t_{cc}}} = \frac{94 \cdot 240}{\sqrt{0.1}} = 71.341 \text{ kA}$$

Superior al calculado en el apartado 5.3.4.

5.6. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.

Las características del embarrado son:

- ✓ Intensidad asignada: 1500 A.
- ✓ Límite térmico, 1 s.: 20 kA eficaces.
- ✓ Límite electrodinámico: 50 kA cresta.

Por lo tanto dicho embarrado debe soportar la intensidad nominal sin superar la temperatura de régimen permanente (comprobación por densidad de corriente), así como los esfuerzos electrodinámicos y térmicos que se produzcan durante un cortocircuito.

5.7. COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE.

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor que constituye el embarrado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin sobrepasar la densidad de corriente máxima en régimen permanente. Dado que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas por

Ormazabal en SF6 conforme a la normativa vigente, se garantiza lo indicado para la intensidad asignada de 1500 A.

5.7.1. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA.

Según la MIE-RAT 05, la resistencia mecánica de los conductores deberá verificar, en caso de cortocircuito que:

$$\sigma_{max} \geq \frac{I_{ccp}^2 \cdot L^2}{60 \cdot d \cdot W}$$

Siendo,

$\sigma_{m\acute{a}x}$ = Valor de la carga de rotura de tracción del material de los conductores. Para cobre semiduro 2800 Kg / cm².

I_{ccp} = Intensidad permanente de cortocircuito trifásico, en kA.

L = Separación longitudinal entre apoyos, en cm.

d = Separación entre fases, en cm.

W = Módulo resistente de los conductores, en cm³.

Dado que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas por Ormazabal en SF6 conforme a la normativa vigente se garantiza el cumplimiento de la expresión anterior.

5.7.2. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA A CORTOCIRCUITO.

La sobreintensidad máxima admisible en cortocircuito para el embarrado se determina:

$$I_{th} = \alpha \cdot S \cdot \sqrt{\frac{\Delta T}{t}}$$

Siendo,

I_{th} = Intensidad eficaz, en A.

α = 13 para el Cu.

S = Sección del embarrado, en mm².

ΔT = Elevación o incremento máximo de temperatura, 150°C para Cu.

t = Tiempo de duración del cortocircuito, en s.

Puesto que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas en SF6 conforme a la normativa vigente, se garantiza que:

$$I_{th} \geq 20 \text{ kA durante 1 segundo}$$

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

Los transformadores están protegidos tanto en AT como en BT. En alta tensión la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, y en baja tensión la protección se incorpora en los cuadros de BT.

5.8.1. PROTECCIÓN TRAF0

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

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

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

Sin embargo, en el caso de utilizar como interruptor de protección del transformador un disyuntor en atmósfera de hexafluoruro de azufre, y ser éste el aparato destinado a interrumpir las corrientes de cortocircuito cuando se produzcan, no se instalarán fusibles para la protección de dicho transformador.

5.8.2. PROTECCIÓN EN BAJA TENSIÓN

En el caso del transformador de 400kVA, la protección en baja tensión será mediante interruptor automático de 630A, con poder de corte superior a la calculada en el apartado anterior. Los conductores previstos serán 2 por cada una de las fases y dos para el neutro de 240mm² Cu, XLPE 0,6/1kV.

5.9. CÁLCULO DE LA VENTILACIÓN DEL CT.

Para calcular el área mínima de ventilación tomamos la siguiente expresión:

$$S = \frac{P}{0,24 \times C_r \times \sqrt{\Delta T^3 \times H}} (m^2)$$

Siendo:

S = Superficie en m2, tanto de la rejilla de entrada de aire, como el de la salida.

Ingeniería Torné S.L.

Paseo Alberto Casañal Shakery, nº3, local. Zaragoza

Tlf.: 976189498 - 976189499



P = Suma de las pérdidas asignadas totales (en kW) de los transformadores: 7.25 W

Cr = Coeficiente de forma de la rejilla de ventilación. Para la rejilla normalizada 0,4

H = Altura en m entre ejes de las rejillas (en nuestro caso 2 m)

ΔT = Salto térmico permitido en °C. (15°C).

Por lo tanto tenemos que la superficie mínima del orificio de entrada de aire es de 0,923 m², que es menor que la superficie proyectada de $2,5 \times 0,4 = 1$ m².

5.10. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.

5.10.1. INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

Sobre el terreno en el que se encuentra el centro de transformación se encuentra la toma de tierra del edificio, por lo que la resistividad del mismo será apta para la tierra del CT.

5.10.2. DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACIÓN DEL DEFECTO.

En instalaciones de Alta Tensión de tercera categoría los parámetros de la red que intervienen en los cálculos de faltas a tierras son:

5.10.2.1. Tipo de neutro.

El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, o a través de impedancia (resistencia o reactancia), lo cual producirá una limitación de las corrientes de falta a tierra.

5.10.2.2. Tipo de protecciones en el origen de la línea.

Cuando se produce un defecto, éste es eliminado mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un relé de intensidad, el cual puede actuar en un tiempo fijo (relé a tiempo independiente), o según una curva de tipo inverso (relé a tiempo dependiente).

Asimismo pueden existir reenganches posteriores al primer disparo que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a 0,5 s.

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora, se tiene:

- ✓ Intensidad máxima de defecto a tierra, $I_{dm\acute{a}x}$: 300 A.
- ✓ Duración de la falta: (Desconexión inicial) Tiempo máximo de eliminación del defecto: 3 segundos.

5.10.3. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA.

Para los cálculos a realizar se emplearán los procedimientos del "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría", editado por UNESA.

5.10.3.1. TIERRA DE PROTECCIÓN.

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero pueden estarlo por defectos de aislamiento, averías o causas fortuitas, tales como chasis y bastidores

de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

5.10.3.2. TIERRA DE SERVICIO.

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

Para la puesta a tierra de servicio se utilizarán picas en hilera de diámetro 14 mm. y longitud 2 m., unidas mediante conductor desnudo de Cu de 50 mm² de sección. El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37 ohmios.

La conexión desde el centro hasta la primera pica del electrodo se realizará con cable de Cu de 50 mm², aislado de 0,6/1 kV bajo tubo plástico con grado de protección al impacto mecánico de 7 como mínimo.

5.10.4. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA.

Las características de la red de alimentación son:

- ✓ Tensión de servicio, U = 15000 V.
- ✓ Puesta a tierra neutro.
- ✓ Características del terreno:
 - ρ terreno (Ωm): 200.
 - ρ_H hormigón ($\cdot \Omega m$): 3000.

5.10.4.1. TIERRA DE PROTECCIÓN.

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas (R_t), la intensidad y tensión de defecto (I_d , U_d), se utilizarán las siguientes fórmulas:

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

$$R_t = k_r \cdot \rho \text{ (Ohm)}$$

- ✓ Intensidad de defecto, I_d :

$$I_d = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot (R_t^2 + X_c^2)} \text{ (A)}$$

$$X_c = \frac{1}{3 \cdot \omega \cdot C}$$

Siendo,

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$$

$$C = C_a \cdot L_a + C_s \cdot L_s$$

$$f = 50 \text{ Hz}$$

- ✓ Tensión de defecto, U_d :

$$U_d = R_t \cdot I_d \text{ (V)}$$

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

- ✓ Configuración seleccionada: 60-30/5/82.
- ✓ Geometría: Anillo.
- ✓ Dimensiones (m): 6x3.
- ✓ Profundidad del electrodo (m): 0,5.
- ✓ Número de picas: 8.
- ✓ Longitud de las picas (m): 2.

Los parámetros característicos del electrodo son:

- ✓ De la resistencia, $K_r \text{ (}\Omega/\Omega\text{m)} = 0,077$.
- ✓ De la tensión de paso, $K_p \text{ (V/((}\Omega\text{m)A))} = 0,0167$.
- ✓ De la tensión de contacto exterior, $K_c \text{ (V/((}\cdot\text{xm)A))} = 0,0344$.

Sustituyendo valores en las expresiones anteriores, se tiene:

$$R_t = k_r \cdot \rho = 0,077 \cdot 200 = 15,4 \text{ Ohm}$$

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f = 2 \cdot \pi \cdot 50 = 314,16$$

$$C = C_a \cdot L_a + C_s \cdot L_s = 0,006 \cdot 10 + 0,25 \cdot 1 = 0,31 \mu F$$

$$X_c = \frac{1}{3 \cdot \omega \cdot C} = \frac{1}{3 \cdot 314,16 \cdot 0,31} = 0,0034 \text{ Ohm}$$

$$I_d = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot (R_t^2 + X_c^2)} = \frac{15000}{1,732 \cdot (15,4^2 + 0,0034^2)} = 36,5 A$$

$$U_d = R_t \cdot I_d = 15,4 \cdot 36,5 = 562,1 \text{ V}$$

5.10.4.2. TIERRA DE SERVICIO.

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

- ✓ Configuración seleccionada: 5/32.
- ✓ Geometría: Picas en hilera.

- ✓ Profundidad del electrodo (m): 0.5.
- ✓ Número de picas: 3.
- ✓ Longitud de las picas (m): 2.
- ✓ Separación entre picas (m): 3.

Los parámetros característicos del electrodo son:

- ✓ De la resistencia, $K_r (\Omega/\Omega m) = 0,135$.

Sustituyendo valores:

$$R_{tNEUTRO} = k_r \cdot \rho = 0,135 \cdot 200 = 27 \, Ohm$$

5.10.5. CÁLCULO DE LAS TENSIONES EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN.

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que estas serán prácticamente nulas. Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá dada por las características del electrodo y la resistividad del terreno según la expresión:

$$U_p = k_p \cdot \rho \cdot I_d = 0,0167 \cdot 200 \cdot 36,5 = 121,9 \, V$$

5.10.6. CÁLCULO DE LAS TENSIONES EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN.

En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo electrosoldado, con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30x0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos opuestos de la puesta a tierra de protección del Centro.

Dicho mallazo estará cubierto por una capa de hormigón de 10 cm. como mínimo.

Con esta medida se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, estará sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo de la tensión de contacto y de paso interior.

De esta forma no será necesario el cálculo de las tensiones de contacto y de paso en el interior, ya que su valor será prácticamente cero.

Asimismo la existencia de una superficie equipotencial conectada al electrodo de tierra, hace que la tensión de paso en el acceso sea equivalente al valor de la tensión de contacto exterior.

$$U_p(acc) = k_c \cdot \rho \cdot I_d = 0,0344 \cdot 200 \cdot 36,5 = 251,12 \, V$$

5.10.7. CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS.

Para la obtención de los valores máximos admisibles de la tensión de paso exterior y en el acceso, se utilizan las siguientes expresiones:

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

$$U_p(\text{acceso}) = 10 \cdot \frac{k}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot \sigma + 3 \cdot \sigma_h}{1.000}\right)$$

$$t = t' + t'' \text{ (s)}$$

Siendo:

$U_p(\text{exterior})$ = Tensión de paso admisible en el exterior, en voltios.

$U_p(\text{acceso})$ = Tensión en el acceso admisible, en voltios.

k, n = Constantes según MIERAT 13, dependen de t .

t = Tiempo de duración de la falta, en segundos.

t' = Tiempo de desconexión inicial, en segundos.

t'' = Tiempo de la segunda desconexión, en segundos.

ρ = Resistividad del terreno, en Ωm .

ρ_H = Resistividad del hormigón, 3000 Ωm .

El tiempo de duración de la falta es:

$$t' = 3 \text{ segundos}$$

$$t = t' = 3 \text{ segundos}$$

Sustituyendo valores:

$$U_p(\text{exterior}) = 10 \cdot \frac{k}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot \sigma}{1.000}\right) = 10 \cdot 64,42 \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot 200}{1.000}\right) = 1.417,13 \text{ V}$$

$$U_p(\text{acceso}) = 10 \cdot \frac{k}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot \sigma + 3 \cdot \sigma_h}{1.000}\right) = 10 \cdot 64,42 \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot 200 + 3 \cdot 3.000}{1.000}\right) = 6.828 \text{ V}$$

Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla:

Tensión de paso en el exterior y de paso en el acceso.

Tensión de paso en el exterior y de paso en el acceso			
Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible

Tensión de paso en el exterior	Up = 121,9 V	≤	Upa = 1417.13 V
Tensión de paso en el acceso	Up (acc) = 251,1 V	≤	Upa (acc) = 6828 V

Tensión e intensidad de defecto			
Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Tensión de defecto	Ud = 562,1 V	≤	Ubt = 6000 V
Intensidad de defecto	Id = 36,5 A	>	---

5.10.8. INVESTIGACIÓN DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio para su reducción o eliminación.

No obstante, para garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima (D_{n-p}), entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio.

$$D_n - p \geq \frac{\rho \cdot I_d}{2.000 \cdot \pi} = \frac{200 \cdot 35,5}{2.000 \cdot \pi} = 1,16 \text{ m}$$

Siendo:

ρ = Resistividad del terreno en Ωm .

I_d = Intensidad de defecto en A.

La conexión desde el centro hasta la primera pica del electrodo de servicio se realizará con cable de Cu de 50 mm², aislado de 0,6/1 kV bajo tubo plástico con grado de protección al impacto mecánico de 7 como mínimo.

5.10.9. CORRECCIÓN DEL DISEÑO INICIAL

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado según se pone de manifiesto en las tablas de los valores obtenidos. No obstante, si el valor medido de las tomas de tierra resultara elevado y pudiera dar lugar a tensiones de paso o contacto excesivas, se corregirían estas mediante la disposición de una alfombra aislante en el suelo del Centro, o cualquier otro medio que asegure la no peligrosidad de estas tensiones.

Ingeniería Torné S.L.

Paseo Alberto Casañal Shaker, nº3, local. Zaragoza

Tlf.: 976189498 - 976189499



6. ANEXO. CONDICIONES DE SUMINISTRO

Ingeniería Torné S.L.

Paseo Alberto Casañal Shakery, nº3, local. Zaragoza

Tlf.: 976189498 - 976189499



7. ANEXO. ESTUDIO DE JUSTIFICACIÓN DE CAMPOS MAGNÉTICOS

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG01655-21 y VISADO electrónico VD01171-21A de 19/04/2021. CSV = FVQYKFEXHJAEHKWT verificable en <https://coiiaar.e-gestion.es>



1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETO DEL ANEXO.

Este informe recoge la justificación del apartado *4.7 Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión* de la *ITC-RAT 14 INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE INTERIOR* del RD 337/2014, de 9 de Mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-RAT 01 A 23, para el proyecto de un centro de transformación de abonado de 1 x 400kVA, cuyo fin es suministrar energía eléctrica en baja tensión al Instituto de Educación Secundaria en Cuarte de Huerva, Zaragoza.

3.- REGLAMENTACIÓN APLICABLE.

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-RAT 01 a 23, aprobado por RD 337/2014 de 9 de mayo.
- Reglamento que establece condiciones de protección de dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas, aprobado por RD1066/2001 de 28 de septiembre.
- UNE-CLC/TR 50453 IN, de Noviembre de 2008. Evaluación de los campos electromagnéticos alrededor de los transformadores de potencia.

4.- EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN.

El emplazamiento es calle Loarre, Cuarte de Huerva, Zaragoza.

5.- CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN.

La finalidad de las instalaciones es abastecer de suministro de energía eléctrica al Instituto de Educación Secundaria.

El centro de transformación se instalará en el interior del edificio, en local habilitado, diseñado para albergar un transformador de 400 kVA y relación de tensiones 15 kV/ 420 V.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	
POTENCIA MÁXIMA ADMISIBLE EN EL	400 kVA. (potencia máxima)
TENSIÓN DE SERVICIO.	15 kV
RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN.	15 kV/400 V

6.- CÁLCULO DEL CAMPO MAGNÉTICO EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN.

De acuerdo con la ITC-RAT 14, para la comprobación de que no se supera el valor establecido en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección de dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radio eléctricas, se han utilizado los cálculos realizados de acuerdo con la norma UNE-CLC/TR 50453 IN, de Noviembre de 2008, Evaluación de los campos electromagnéticos alrededor de los transformadores de potencia, actualmente en vigor.

El Real Decreto 1066/2001 establece un límite de 100 μ T (100 microTeslas) para la exposición máxima del público en general (Exterior del Centro de Transformación).

Para justificar la Limitación de los campos magnéticos en las proximidades de la instalación se calcula el valor máximo de la inducción magnética generada por la instalación según la norma UNE-CLC/TR 50453 IN, de Noviembre de 2008, y se comprueba que no se excede el límite marcado por el Real Decreto 1066/2001.

6.1.- OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN DE LA NORMA UNE- CLC/TR 50453 IN

Esta norma se aplica a los transformadores de potencia cubiertos por la serie de Normas

EN 60076 con las características siguientes:

- Potencia asignada aparente P: $5\text{kVA} \leq P \leq 1000\text{ MVA}$;
- Nivel de aislamiento, de acuerdo con la Norma EN 60076-3:
 - o Arrollamiento de alta tensión: Um desde 7,2 kV hasta 525 kV;
 - o Arrollamiento de baja tensión: Um hasta 525 kV;

Las emisiones continuas conducidas y radiadas son consideradas para transformadores de potencia funcionando en condiciones nominales de trabajo de tensiones y corrientes.

Las condiciones de fallo y los eventos transitorios poco frecuentes, tales como:

- Cortocircuitos;
- Transitorios de tipo rayo y de tipo maniobra;
- Sobrecargas (corrientes de conexión, etc.);
- Sobretensiones;
- Operaciones del cambiador de tomas;

No son considerados como condicionantes normales de trabajo.

Las condiciones de inmunidad se consideran para asegurar que el transformador de potencia funciona según lo previsto en su ambiente normal de trabajo. La capacidad de inmunidad del transformador de potencia se considera para condiciones de trabajo en régimen permanente y régimen transitorio.

2.- MÉTODO DE CÁLCULO DEL CAMPO MAGNÉTICO A FRECUENCIA INDUSTRIAL.

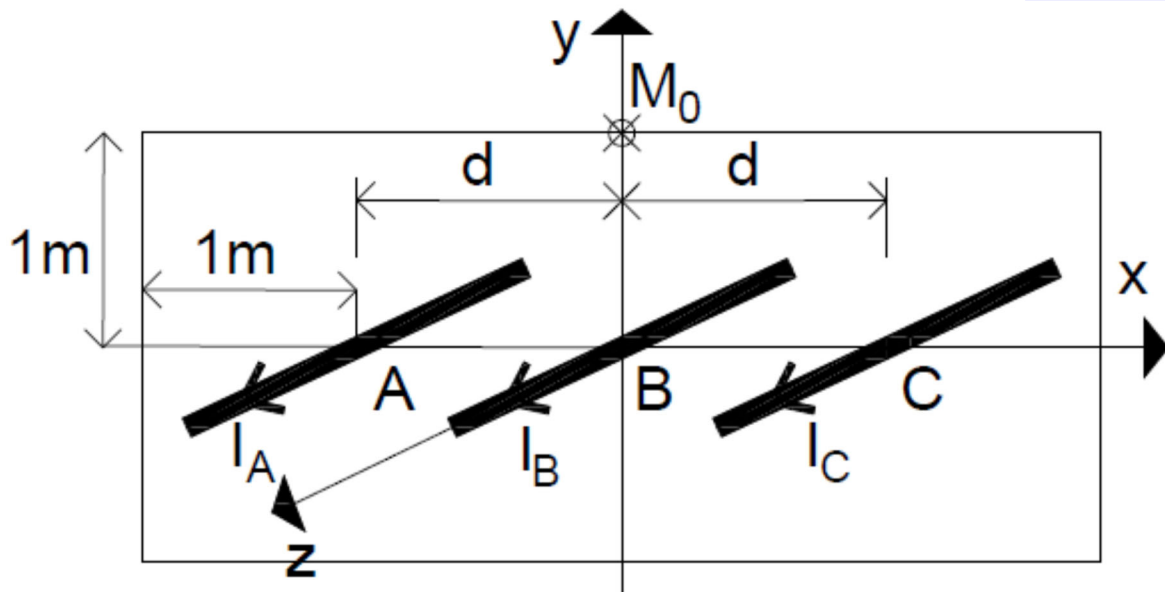
El valor más considerable del campo magnético a frecuencia industrial es el debido a la corriente que circula por los bornes de BT. El campo magnético del transformador, producido por las corrientes que recorren los arrollamientos puede despreciarse.

El campo magnético a frecuencia industrial producido por un transformador sin envolvente en sus caras laterales es del mismo orden de magnitud que el campo producido por las corrientes que circulan por los bornes de BT.

El efecto de este campo puede ser reducido instalando una envolvente o un apantallamiento adecuados.

Como guía, los campos magnéticos debidos a la disposición de embarrados simples pueden calcularse para obtener valores aproximados en el entorno del transformador, tal como se indica en el anexo A de la norma UNE-CLC/TR 50453 IN.

Si se consideran 3 barras (o pasatapas) paralelas al eje z y que cruzan el plano xy en los puntos A, B y C. Por esas barras circulan tres corrientes I_A , I_B e I_C (corrientes simétricas trifásicas) que crean un campo magnético.



Si se consideran todos los puntos M situados sobre el rectángulo de la figura anterior y para una longitud infinita de las barras, el máximo valor de B_{tot} se obtiene en el punto M_0

(0,1,0), con la fórmula siguiente:

$$B_{tot-max} = 2 \times 10^{-7} \times I \times x \left(\frac{\sqrt{3}xd}{1+d^2} \right)$$

Con

B (T): valor eficaz de la inducción magnética calculado en el punto M_0 ;

A): valor eficaz de la corriente que circula en cada barra;

d (m): distancia entre barras;

Para nuestro caso según las características de la instalación:

$$I_s = 400 / (\sqrt{3} \cdot 0,400) = 577,35 \text{ A}$$

d = 0,15 m. Valor común empleado por la mayoría de fabricantes para la distancia entre pasatapas de baja tensión.

Sustituyendo valores se obtiene un valor de inducción magnética: 29,32 μ T.

El valor del campo magnético es inferior al límite máximo establecido en el RD 1066/2001.

El Real Decreto 1066/2001 establece un límite de exposición máximo para público en general.

(Exterior del centro de transformación) de 100µT (100 microTeslas) para campos electromagnéticos de frecuencia 50 Hz.

El máximo valor calculado es inferior al límite establecido por el RD 1006/2001, y según la norma UNE-CLC/TR 50453 IN, se encuentra a 1 metro del transformador (ver figura anterior), por lo que a medida que nos alejamos del transformador, en el exterior del mismo, el valor disminuirá, estando siempre dentro del límite establecido.

7.- CONCLUSIÓN.

De los cálculos realizados en el presente informe se deduce que el campo magnético en el exterior del Centro de Transformación es inferior al límite de 100 µT (100 microTeslas) establecido por el **Real Decreto 1066/2001**, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección de dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radio eléctricas, de forma que se cumple la limitación de campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión establecida en el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, concretamente en su instrucción técnica complementaria ITC-RAT 14, aprobado por RD 337/2014, de 9 de mayo.

Zaragoza, Diciembre 2019



El Ingeniero Industrial

Sergio Torné Darriba

Colegiado nº 1836



8. ANEXO. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD, HIGIENE Y SALUD EN EL TRABAJO, CON APLICACION INTEGRAL DE LA LEY DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

8.1. 1. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.

8.1.1. INTRODUCCIÓN.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales tiene por objeto la determinación del cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Como ley establece un marco legal a partir del cual las normas reglamentarias irán fijando y concretando los aspectos más técnicos de las medidas preventivas.

Estas normas complementarias quedan resumidas a continuación:

- ✓ Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- ✓ Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- ✓ Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- ✓ Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

8.1.2. DERECHOS Y OBLIGACIONES.

8.1.2.1. DERECHO A LA PROTECCIÓN FRENTE A LOS RIESGOS LABORALES.

Los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo.

A este efecto, el empresario realizará la prevención de los riesgos laborales mediante la adopción de cuantas medidas sean necesarias para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, con las especialidades que se recogen en los artículos siguientes en materia de evaluación de riesgos, información, consulta, participación y formación de los trabajadores, actuación en casos de emergencia y de riesgo grave e inminente y vigilancia de la salud.

8.1.2.2. PRINCIPIOS DE LA ACCION PREVENTIVA.

El empresario aplicará las medidas preventivas pertinentes, con arreglo a los siguientes principios generales:

- ✓ Evitar los riesgos.
- ✓ Evaluar los riesgos que no se pueden evitar.
- ✓ Combatir los riesgos en su origen.
- ✓ Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
- ✓ Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- ✓ Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.
- ✓ Adoptar las medidas necesarias a fin de garantizar que sólo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.
- ✓ Prever las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador.

8.1.2.3. EVALUACION DE LOS RIESGOS.

La acción preventiva en la empresa se planificará por el empresario a partir de una evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores, que se realizará, con carácter general, teniendo en cuenta la naturaleza de la actividad, y en relación con aquellos que estén expuestos a riesgos especiales. Igual evaluación deberá hacerse con ocasión de la elección de los equipos de trabajo, de las sustancias o preparados químicos y del acondicionamiento de los lugares de trabajo.

De alguna manera se podrían clasificar las causas de los riesgos en las categorías siguientes:

- ✓ Insuficiente calificación profesional del personal dirigente, jefes de equipo y obreros.
- ✓ Empleo de maquinaria y equipos en trabajos que no corresponden a la finalidad para la que fueron concebidos o a sus posibilidades.
- ✓ Negligencia en el manejo y conservación de las máquinas e instalaciones. Control deficiente en la explotación.
- ✓ Insuficiente instrucción del personal en materia de seguridad.

Referente a las máquinas herramientas, los riesgos que pueden surgir al manejarlas se pueden resumir en los siguientes puntos:

- ✓ Se puede producir un accidente o deterioro de una máquina si se pone en marcha sin conocer su modo de funcionamiento.
- ✓ La lubricación deficiente conduce a un desgaste prematuro por lo que los puntos de engrase manual deben ser engrasados regularmente.
- ✓ Puede haber ciertos riesgos si alguna palanca de la máquina no está en su posición correcta.
- ✓ El resultado de un trabajo puede ser poco exacto si las guías de las máquinas se desgastan, y por ello hay que protegerlas contra la introducción de virutas.

Puede haber riesgos mecánicos que se deriven fundamentalmente de los diversos movimientos que realicen las distintas partes de una máquina y que pueden provocar que el operario:

- ✓ Entre en contacto con alguna parte de la máquina o ser atrapado entre ella y cualquier estructura fija o material.
- ✓ Sea golpeado o arrastrado por cualquier parte en movimiento de la máquina.
- ✓ Ser golpeado por elementos de la máquina que resulten proyectados.
- ✓ Ser golpeado por otros materiales proyectados por la máquina.
- ✓ Puede haber riesgos no mecánicos tales como los derivados de la utilización de energía eléctrica, productos químicos, generación de ruido, vibraciones, radiaciones, etc.

Los movimientos peligrosos de las máquinas se clasifican en cuatro grupos:

- Movimientos de rotación. Son aquellos movimientos sobre un eje con independencia de la inclinación del mismo y aún cuando giren lentamente. Se clasifican en los siguientes grupos:

- ✓ Elementos considerados aisladamente tales como árboles de transmisión, vástagos, brocas, acoplamientos.
- ✓ Puntos de atrapamiento entre engranajes y ejes girando y otras fijas o dotadas de desplazamiento lateral a ellas.
- ✓ Movimientos alternativos y de traslación. El punto peligroso se sitúa en el lugar donde la pieza dotada de este tipo de movimiento se aproxima a otra pieza fija o móvil y la sobrepasa.
- ✓ Movimientos de traslación y rotación. Las conexiones de bielas y vástagos con ruedas y volantes son algunos de los mecanismos que generalmente están dotadas de este tipo de movimientos.
- ✓ Movimientos de oscilación. Las piezas dotadas de movimientos de oscilación pendular generan puntos de "tijera" entre ellas y otras piezas fijas.

Las actividades de prevención deberán ser modificadas cuando se aprecie por el empresario, como consecuencia de los controles periódicos previstos en el apartado anterior, su inadecuación a los fines de protección requeridos.

8.1.2.4. 1.2.4. EQUIPOS DE TRABAJO Y MEDIOS DE PROTECCION.

Cuando la utilización de un equipo de trabajo pueda presentar un riesgo específico para la seguridad y la salud de los trabajadores, el empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que:

- ✓ - La utilización del equipo de trabajo quede reservada a los encargados de dicha utilización.
- ✓ - Los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento o conservación sean realizados por los trabajadores específicamente capacitados para ello.

El empresario deberá proporcionar a sus trabajadores equipos de protección individual adecuados para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos.

8.1.2.5. INFORMACION, CONSULTA Y PARTICIPACION DE LOS TRABAJADORES.

El empresario adoptará las medidas adecuadas para que los trabajadores reciban todas las informaciones necesarias en relación con:

- ✓ Los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.
- ✓ Las medidas y actividades de protección y prevención aplicables a los riesgos.

Los trabajadores tendrán derecho a efectuar propuestas al empresario, así como a los órganos competentes en esta materia, dirigidas a la mejora de los niveles de la protección de la seguridad y la salud en los lugares de trabajo, en materia de señalización en dichos lugares, en cuanto a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en las obras de construcción y en cuanto a utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

8.1.2.6. FORMACION DE LOS TRABAJADORES.

El empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva.

8.1.2.7. MEDIDAS DE EMERGENCIA.

El empresario, teniendo en cuenta el tamaño y la actividad de la empresa, así como la posible presencia de personas ajenas a la misma, deberá analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de los trabajadores, designando para ello al personal encargado de poner en práctica estas medidas y comprobando periódicamente, en su caso, su correcto funcionamiento.

8.1.2.8. RIESGO GRAVE E INMINENTE.

Cuando los trabajadores estén expuestos a un riesgo grave e inminente con ocasión de su trabajo, el empresario estará obligado a:

- ✓ Informar lo antes posible a todos los trabajadores afectados acerca de la existencia de dicho riesgo y de las medidas adoptadas en materia de protección.
- ✓ Dar las instrucciones necesarias para que, en caso de peligro grave, inminente e inevitable, los trabajadores puedan interrumpir su actividad y además estar en condiciones, habida cuenta de sus conocimientos y de los medios técnicos puestos a su disposición, de adoptar las medidas necesarias para evitar las consecuencias de dicho peligro.

8.1.2.9. VIGILANCIA DE LA SALUD.

El empresario garantizará a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo, optando por la realización de aquellos reconocimientos o pruebas que causen las menores molestias al trabajador y que sean proporcionales al riesgo.

8.1.2.10.DOCUMENTACION.

El empresario deberá elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral la siguiente documentación:

- ✓ Evaluación de los riesgos para la seguridad y salud en el trabajo, y planificación de la acción preventiva.
- ✓ Medidas de protección y prevención a adoptar.
- ✓ Resultado de los controles periódicos de las condiciones de trabajo.
- ✓ Práctica de los controles del estado de salud de los trabajadores.
- ✓ Relación de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que hayan causado al trabajador una incapacidad laboral superior a un día de trabajo.

8.1.2.11.COORDINACION DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES.

Cuando en un mismo centro de trabajo desarrollen actividades trabajadores de dos o más empresas, éstas deberán cooperar en la aplicación de la normativa sobre prevención de riesgos laborales.

8.1.2.12.PROTECCION DE TRABAJADORES ESPECIALMENTE SENSIBLES A DETERMINADOS RIESGOS.

El empresario garantizará, evaluando los riesgos y adoptando las medidas preventivas necesarias, la protección de los trabajadores que, por sus propias características personales o estado biológico conocido, incluidos aquellos que tengan reconocida la situación de discapacidad física, psíquica o sensorial, sean específicamente sensibles a los riesgos derivados del trabajo.

8.1.2.13.PROTECCION DE LA MATERNIDAD.

La evaluación de los riesgos deberá comprender la determinación de la naturaleza, el grado y la duración de la exposición de las trabajadoras en situación de embarazo o parto reciente, a agentes, procedimientos o condiciones de trabajo que puedan influir negativamente en la salud de las trabajadoras o del feto, adoptando, en su caso, las medidas necesarias para evitar la exposición a dicho riesgo.

8.1.2.14.PROTECCION DE LOS MENORES.

Antes de la incorporación al trabajo de jóvenes menores de dieciocho años, y previamente a cualquier modificación importante de sus condiciones de trabajo, el empresario deberá efectuar una evaluación de los puestos de trabajo a desempeñar por los mismos, a fin de determinar la naturaleza, el grado y la duración de su exposición, teniendo especialmente en cuenta los riesgos derivados de su falta de experiencia, de su inmadurez para evaluar los riesgos existentes o potenciales y de su desarrollo todavía incompleto.

8.1.2.15.RELACIONES DE TRABAJO TEMPORALES, DE DURACION DETERMINADA Y EN EMPRESAS DE TRABAJO TEMPORAL.

Los trabajadores con relaciones de trabajo temporales o de duración determinada, así como los contratados por empresas de trabajo temporal, deberán disfrutar del mismo nivel de protección en materia de seguridad y salud que los restantes trabajadores de la empresa en la que prestan sus servicios.

8.1.2.16.OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES EN MATERIA DE PREVENCION DE RIESGOS.

Corresponde a cada trabajador velar, según sus posibilidades y mediante el cumplimiento de las medidas de prevención que en cada caso sean adoptadas, por su propia seguridad y salud en el trabajo y por la de aquellas otras personas a las que pueda afectar su actividad profesional, a causa de sus actos y omisiones en el trabajo, de conformidad con su formación y las instrucciones del empresario.

Los trabajadores, con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones del empresario, deberán en particular:

- ✓ Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad.
- ✓ Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario.
- ✓ No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes.

- ✓ Informar de inmediato un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- ✓ Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente.

8.1.3. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.

8.1.3.1. PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES.

En cumplimiento del deber de prevención de riesgos profesionales, el empresario designará uno o varios trabajadores para ocuparse de dicha actividad, constituirá un servicio de prevención o concertará dicho servicio con una entidad especializada ajena a la empresa.

Los trabajadores designados deberán tener la capacidad necesaria, disponer del tiempo y de los medios precisos y ser suficientes en número, teniendo en cuenta el tamaño de la empresa, así como los riesgos a que están expuestos los trabajadores.

En las empresas de menos de seis trabajadores, el empresario podrá asumir personalmente las funciones señaladas anteriormente, siempre que desarrolle de forma habitual su actividad en el centro de trabajo y tenga capacidad necesaria.

El empresario que no hubiere concertado el Servicio de Prevención con una entidad especializada ajena a la empresa deberá someter su sistema de prevención al control de una auditoría o evaluación externa.

8.1.3.2. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.

Si la designación de uno o varios trabajadores fuera insuficiente para la realización de las actividades de prevención, en función del tamaño de la empresa, de los riesgos a que están expuestos los trabajadores o de la peligrosidad de las actividades desarrolladas, el empresario deberá recurrir a uno o varios servicios de prevención propios o ajenos a la empresa, que colaborarán cuando sea necesario.

Se entenderá como servicio de prevención el conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas a fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, asesorando y asistiendo para ello al empresario, a los trabajadores y a sus representantes y a los órganos de representación especializados.

8.1.4. CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.

8.1.4.1. CONSULTA DE LOS TRABAJADORES.

El empresario deberá consultar a los trabajadores, con la debida antelación, la adopción de las decisiones relativas a:

- ✓ La planificación y la organización del trabajo en la empresa y la introducción de nuevas tecnologías, en todo lo relacionado con las consecuencias que éstas pudieran tener para la seguridad y la salud de los trabajadores.

- ✓ La organización y desarrollo de las actividades de protección de la salud y prevención de los riesgos profesionales en la empresa, incluida la designación de los trabajadores encargados de dichas actividades o el recurso a un servicio de prevención externo.
- ✓ La designación de los trabajadores encargados de las medidas de emergencia.
- ✓ El proyecto y la organización de la formación en materia preventiva.

8.1.4.2. DERECHOS DE PARTICIPACION Y REPRESENTACION.

Los trabajadores tienen derecho a participar en la empresa en las cuestiones relacionadas con la prevención de riesgos en el trabajo.

En las empresas o centros de trabajo que cuenten con seis o más trabajadores, la participación de éstos se canalizará a través de sus representantes y de la representación especializada.

8.1.4.3. DELEGADOS DE PREVENCIÓN.

Los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo. Serán designados por y entre los representantes del personal, con arreglo a la siguiente escala:

- ✓ De 50 a 100 trabajadores: 2 Delegados de Prevención.
- ✓ De 101 a 500 trabajadores: 3 Delegados de Prevención.
- ✓ De 501 a 1000 trabajadores: 4 Delegados de Prevención.
- ✓ De 1001 a 2000 trabajadores: 5 Delegados de Prevención.
- ✓ De 2001 a 3000 trabajadores: 6 Delegados de Prevención.
- ✓ De 3001 a 4000 trabajadores: 7 Delegados de Prevención.
- ✓ De 4001 en adelante: 8 Delegados de Prevención.

En las empresas de hasta treinta trabajadores el Delegado de Prevención será el Delegado de Personal.

En las empresas de treinta y uno a cuarenta y nueve trabajadores habrá un Delegado de Prevención que será elegido por y entre los Delegados de Personal.

8.2. DISPOSICIONES MINIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACION DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.

8.2.1. INTRODUCCION.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un

adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a garantizar que en los lugares de trabajo exista una adecuada señalización de seguridad y salud, siempre que los riesgos no puedan evitarse o limitarse suficientemente a través de medios técnicos de protección colectiva.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 485/1997 de 14 de Abril de 1.997 establece las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y de salud en el trabajo, entendiendo como tales aquellas señalizaciones que referidas a un objeto, actividad o situación determinada, proporcionen una indicación o una obligación relativa a la seguridad o la salud en el trabajo mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminosa o acústica, una comunicación verbal o una señal gestual.

8.2.2. 2.2. OBLIGACION GENERAL DEL EMPRESARIO.

La elección del tipo de señal y del número y emplazamiento de las señales o dispositivos de señalización a utilizar en cada caso se realizará de forma que la señalización resulte lo más eficaz posible, teniendo en cuenta:

- ✓ Las características de la señal.
- ✓ Los riesgos, elementos o circunstancias que hayan de señalizarse.
- ✓ La extensión de la zona a cubrir.
- ✓ El número de trabajadores afectados.

Para la señalización de desniveles, obstáculos u otros elementos que originen riesgo de caída de personas, choques o golpes, así como para la señalización de riesgo eléctrico, presencia de materias inflamables, tóxicas, corrosivas o riesgo biológico, podrá optarse por una señal de advertencia de forma triangular, con un pictograma característico de color negro sobre fondo amarillo y bordes negros.

Las vías de circulación de vehículos deberán estar delimitadas con claridad mediante franjas continuas de color blanco o amarillo.

Los equipos de protección contra incendios deberán ser de color rojo.

La señalización para la localización e identificación de las vías de evacuación y de los equipos de salvamento o socorro (botiquín portátil) se realizará mediante una señal de forma cuadrada o rectangular, con un pictograma característico de color blanco sobre fondo verde.

La señalización dirigida a alertar a los trabajadores o a terceros de la aparición de una situación de peligro y de la consiguiente y urgente necesidad de actuar de una forma determinada o de evacuar la

zona de peligro, se realizará mediante una señal luminosa, una señal acústica o una comunicación verbal.

Los medios y dispositivos de señalización deberán ser limpiados, mantenidos y verificados regularmente.

8.3. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.

8.3.1. INTRODUCCION.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a garantizar que de la presencia o utilización de los equipos de trabajo puestos a disposición de los trabajadores en la empresa o centro de trabajo no se deriven riesgos para la seguridad o salud de los mismos.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 1215/1997 de 18 de Julio de 1.997 establece las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, entendiendo como tales cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el trabajo.

8.3.2. OBLIGACION GENERAL DEL EMPRESARIO.

El empresario adoptará las medidas necesarias para que los equipos de trabajo que se pongan a disposición de los trabajadores sean adecuados al trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizar dichos equipos.

Deberá utilizar únicamente equipos que satisfagan cualquier disposición legal o reglamentaria que les sea de aplicación.

Para la elección de los equipos de trabajo el empresario deberá tener en cuenta los siguientes factores:

- ✓ Las condiciones y características específicas del trabajo a desarrollar.
- ✓ Los riesgos existentes para la seguridad y salud de los trabajadores en el lugar de trabajo.
- ✓ En su caso, las adaptaciones necesarias para su utilización por trabajadores discapacitados.

- ✓ Adoptará las medidas necesarias para que, mediante un mantenimiento adecuado, los equipos de trabajo se conserven durante todo el tiempo de utilización en unas condiciones adecuadas. Todas las operaciones de mantenimiento, ajuste, desbloqueo, revisión o reparación de los equipos de trabajo se realizará tras haber parado o desconectado el equipo. Estas operaciones deberán ser encomendadas al personal especialmente capacitado para ello.
- ✓ El empresario deberá garantizar que los trabajadores reciban una formación e información adecuadas a los riesgos derivados de los equipos de trabajo. La información, suministrada preferentemente por escrito, deberá contener, como mínimo, las indicaciones relativas a:
- ✓ Las condiciones y forma correcta de utilización de los equipos de trabajo, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, así como las situaciones o formas de utilización anormales y peligrosas que puedan preverse.
- ✓ Las conclusiones que, en su caso, se puedan obtener de la experiencia adquirida en la utilización de los equipos de trabajo.

8.3.2.1. DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO.

Los órganos de accionamiento de un equipo de trabajo que tengan alguna incidencia en la seguridad deberán ser claramente visibles e identificables y no deberán acarrear riesgos como consecuencia de una manipulación involuntaria.

Cada equipo de trabajo deberá estar provisto de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo de caída de objetos o de proyecciones deberá estar provisto de dispositivos de protección adecuados a dichos riesgos.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo por emanación de gases, vapores o líquidos o por emisión de polvo deberá estar provisto de dispositivos adecuados de captación o extracción cerca de la fuente emisora correspondiente.

Si fuera necesario para la seguridad o la salud de los trabajadores, los equipos de trabajo y sus elementos deberán estabilizarse por fijación o por otros medios.

Cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgo de accidente por contacto mecánico, deberán ir equipados con resguardos o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas.

Las zonas y puntos de trabajo o mantenimiento de un equipo de trabajo deberán estar adecuadamente iluminadas en función de las tareas que deban realizarse.

Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas cuando corresponda contra los riesgos de contacto o la proximidad de los trabajadores.

Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgo de contacto directo o indirecto de la electricidad y los que entrañen riesgo por ruido, vibraciones o radiaciones deberá disponer de las protecciones o dispositivos adecuados para limitar, en la medida de lo posible, la generación y propagación de estos agentes físicos.

Las herramientas manuales deberán estar construidas con materiales resistentes y la unión entre sus elementos deberá ser firme, de manera que se eviten las roturas o proyecciones de los mismos.

La utilización de todos estos equipos no podrá realizarse en contradicción con las instrucciones facilitadas por el fabricante, comprobándose antes del iniciar la tarea que todas sus protecciones y condiciones de uso son las adecuadas.

Deberán tomarse las medidas necesarias para evitar el atrapamiento del cabello, ropas de trabajo u otros objetos del trabajador, evitando, en cualquier caso, someter a los equipos a sobrecargas, sobrepresiones, velocidades o tensiones excesivas.

8.3.2.2. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO MOVILES.

Los equipos con trabajadores transportados deberán evitar el contacto de éstos con ruedas y orugas y el aprisionamiento por las mismas. Para ello dispondrán de una estructura de protección que impida que el equipo de trabajo incline más de un cuarto de vuelta o una estructura que garantice un espacio suficiente alrededor de los trabajadores transportados cuando el equipo pueda inclinarse más de un cuarto de vuelta. No se requerirán estas estructuras de protección cuando el equipo de trabajo se encuentre estabilizado durante su empleo.

Las carretillas elevadoras deberán estar acondicionadas mediante la instalación de una cabina para el conductor, una estructura que impida que la carretilla vuelque, una estructura que garantice que, en caso de vuelco, quede espacio suficiente para el trabajador entre el suelo y determinadas partes de dicha carretilla y una estructura que mantenga al trabajador sobre el asiento de conducción en buenas condiciones.

Los equipos de trabajo automotores deberán contar con dispositivos de frenado y parada, con dispositivos para garantizar una visibilidad adecuada y con una señalización acústica de advertencia. En cualquier caso, su conducción estará reservada a los trabajadores que hayan recibido una información específica.

8.3.2.3. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA ELEVACION DE CARGAS.

Deberán estar instalados firmemente, teniendo presente la carga que deban levantar y las tensiones inducidas en los puntos de suspensión o de fijación. En cualquier caso, los aparatos de izar estarán equipados con limitador del recorrido del carro y de los ganchos, los motores eléctricos estarán provistos de limitadores de altura y del peso, los ganchos de sujeción serán de acero con "pestillos de seguridad" y los carriles para desplazamiento estarán limitados a una distancia de 1 m de su término mediante topes de seguridad de final de carrera eléctricos.

- ✓ Deberá figurar claramente la carga nominal.
- ✓ Deberán instalarse de modo que se reduzca el riesgo de que la carga caiga en picado, se suelte o se desvíe involuntariamente de forma peligrosa. En cualquier caso, se evitará la presencia de trabajadores bajo las cargas suspendidas. Caso de ir equipadas con cabinas para trabajadores deberá evitarse la caída de éstas, su aplastamiento o choque.
- ✓ Los trabajos de izado, transporte y descenso de cargas suspendidas, quedarán interrumpidos bajo régimen de vientos superiores a los 60 km/h.

8.3.2.4. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS Y MAQUINARIA PESADA EN GENERAL.

Las máquinas para los movimientos de tierras estarán dotadas de faros de marcha hacia adelante y de retroceso, servofrenos, freno de mano, bocina automática de retroceso, retrovisores en ambos lados, pórtico de seguridad antivuelco y anti-impactos y un extintor.

Se prohíbe trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria de movimiento de tierras, para evitar los riesgos por atropello.

Durante el tiempo de parada de las máquinas se señalizará su entorno con "señales de peligro", para evitar los riesgos por fallo de frenos o por atropello durante la puesta en marcha.

Si se produjese contacto con líneas eléctricas el maquinista permanecerá inmóvil en su puesto y solicitará auxilio por medio de las bocinas. De ser posible el salto sin riesgo de contacto eléctrico, el maquinista saltará fuera de la máquina sin tocar, al unísono, la máquina y el terreno.

Antes del abandono de la cabina, el maquinista habrá dejado en reposo, en contacto con el pavimento (la cuchilla, cazo, etc.), puesto el freno de mano y parado el motor extrayendo la llave de contacto para evitar los riesgos por fallos del sistema hidráulico.

Las pasarelas y peldaños de acceso para conducción o mantenimiento permanecerán limpios de gravas, barro y aceite, para evitar los riesgos de caída.

Se prohíbe el transporte de personas sobre las máquinas para el movimiento de tierras, para evitar los riesgos de caídas o de atropellos.

Se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido, ante la coronación de los cortes (taludes o terraplenes) a los que debe aproximarse la maquinaria empleada en el movimiento de tierras, para evitar los riesgos por caída de la máquina.

Se señalizarán los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y señales normalizadas de tráfico.

Se prohíbe el acopio de tierras a menos de 2 m. del borde de la excavación (como norma general).

No se debe fumar cuando se abastezca de combustible la máquina, pues podría inflamarse. Al realizar dicha tarea el motor deberá permanecer parado.

Se prohíbe realizar trabajos en un radio de 10 m entorno a las máquinas de hinca, en prevención de golpes y atropellos.

Las cintas transportadoras estarán dotadas de pasillo lateral de visita de 60 cm de anchura y barandillas de protección de éste de 90 cm de altura. Estarán dotadas de encauzadores antidesprendimientos de objetos por rebose de materiales. Bajo las cintas, en todo su recorrido, se instalarán bandejas de recogida de objetos desprendidos.

Los compresores serán de los llamados "silenciosos" en la intención de disminuir el nivel de ruido. La zona dedicada para la ubicación del compresor quedará acordonada en un radio de 4 m. Las mangueras estarán en perfectas condiciones de uso, es decir, sin grietas ni desgastes que puedan producir un reventón.

Cada tajo con martillos neumáticos, estará trabajado por dos cuadrillas que se turnarán cada hora, en prevención de lesiones por permanencia continuada recibiendo vibraciones. Los pisones mecánicos se guiarán avanzando frontalmente, evitando los desplazamientos laterales. Para realizar estas tareas se utilizará faja elástica de protección de cintura, muñequeras bien ajustadas, botas de seguridad, cascos antirruído y una mascarilla con filtro mecánico recambiable.

8.3.2.5. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LA MAQUINARIA HERRAMIENTA.

Las máquinas-herramienta estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento y sus motores eléctricos estarán protegidos por la carcasa.

Las que tengan capacidad de corte tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.

Las que se utilicen en ambientes inflamables o explosivos estarán protegidas mediante carcasas antideflagrantes. Se prohíbe la utilización de máquinas accionadas mediante combustibles líquidos en lugares cerrados o de ventilación insuficiente.

Se prohíbe trabajar sobre lugares encharcados, para evitar los riesgos de caídas y los eléctricos.

Para todas las tareas se dispondrá una iluminación adecuada, en torno a 100 lux.

En prevención de los riesgos por inhalación de polvo, se utilizarán en vía húmeda las herramientas que lo produzcan.

Las mesas de sierra circular, cortadoras de material cerámico y sierras de disco manual no se ubicarán a distancias inferiores a tres metros del borde de los forjados, con la excepción de los que estén claramente protegidos (redes o barandillas, petos de remate, etc). Bajo ningún concepto se retirará la protección del disco de corte, utilizándose en todo momento gafas de seguridad antiproyección de partículas. Como normal general, se deberán extraer los clavos o partes metálicas hincadas en el elemento a cortar.

Con las pistolas fija-clavos no se realizarán disparos inclinados, se deberá verificar que no hay nadie al otro lado del objeto sobre el que se dispara, se evitará clavar sobre fábricas de ladrillo hueco y se asegurará el equilibrio de la persona antes de efectuar el disparo.

Para la utilización de los taladros portátiles y rozadoras eléctricas se elegirán siempre las brocas y discos adecuados al material a taladrar, se evitará realizar taladros en una sola maniobra y taladros o rozaduras inclinadas a pulso y se tratará no recalentar las brocas y discos.

Las pulidoras y abrillantadoras de suelos, lijadoras de madera y alisadoras mecánicas tendrán el manillar de manejo y control revestido de material aislante y estarán dotadas de aro de protección antiatrapamientos o abrasiones.

En las tareas de soldadura por arco eléctrico se utilizará yelmo del soldar o pantalla de mano, no se mirará directamente al arco voltaico, no se tocarán las piezas recientemente soldadas, se soldará en un lugar ventilado, se verificará la inexistencia de personas en el entorno vertical de puesto de trabajo, no se dejará directamente la pinza en el suelo o sobre la perfilería, se escogerá el electrodo adecuada para el cordón a ejecutar y se suspenderán los trabajos de soldadura con vientos superiores a 60 km/h y a la intemperie con régimen de lluvias.

En la soldadura oxiacetilénica (oxicorte) no se mezclarán botellas de gases distintos, éstas se transportarán sobre bateas enjauladas en posición vertical y atadas, no se ubicarán al sol ni en posición inclinada y los mecheros estarán dotados de válvulas antirretroceso de la llama. Si se desprenden pinturas se trabajará con mascarilla protectora y se hará al aire libre o en un local ventilado.

8.4. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION.

8.4.1. 4.1. INTRODUCCION.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran necesariamente las destinadas a garantizar la seguridad y la salud en las obras de construcción.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre de 1.997 establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, entendiendo como tales cualquier obra, pública o privada, en la que se efectúen trabajos de construcción o ingeniería civil.

La obra en proyecto referente a la Ejecución de una Edificación de uso Industrial o Comercial se encuentra incluida en el Anexo I de dicha legislación, con la clasificación a) Excavación, b) Movimiento de tierras, c) Construcción, d) Montaje y desmontaje de elementos prefabricados, e) Acondicionamiento o instalación, l) Trabajos de pintura y de limpieza y m) Saneamiento.

Al tratarse de una obra con las siguientes condiciones:

- ✓ El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto es inferior a 75 millones de pesetas.
- ✓ La duración estimada es inferior a 30 días laborables, no utilizándose en ningún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- ✓ El volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, es inferior a 500.

Por todo lo indicado, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud. Caso de superarse alguna de las condiciones citadas anteriormente deberá realizarse un estudio completo de seguridad y salud.

8.4.2. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

8.4.2.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION.

Los Oficios más comunes en las obras de construcción son los siguientes:

- ✓ Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.
- ✓ Relleno de tierras.
- ✓ Encofrados.
- ✓ Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.
- ✓ Trabajos de manipulación del hormigón.
- ✓ Montaje de prefabricados.
- ✓ Albañilería.
- ✓ Cubiertas.
- ✓ Enfoscados y enlucidos.
- ✓ Carpintería de madera, metálica y cerrajería.
- ✓ Pintura y barnizados.
- ✓ Instalación eléctrica definitiva y provisional de obra.

Los riesgos más frecuentes durante estos oficios son los descritos a continuación:

- ✓ Deslizamientos, desprendimientos de tierras por diferentes motivos (no emplear el talud adecuado, por variación de la humedad del terreno, etc).
- ✓ Riesgos derivados del manejo de máquinas-herramienta y maquinaria pesada en general.
- ✓ Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- ✓ Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles.
- ✓ Los derivados de los trabajos pulverulentos.
- ✓ Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc).
- ✓ Caída de los encofrados al vacío, caída de personal al caminar o trabajar sobre los fondillos de las vigas, pisadas sobre objetos punzantes, etc.
- ✓ Desprendimientos por mal apilado de la madera, planchas metálicas, etc.
- ✓ Cortes y heridas en manos y pies, aplastamientos, tropiezos y torceduras al caminar sobre las armaduras.
- ✓ Hundimientos, rotura o reventón de encofrados, fallos de entibaciones.
- ✓ Contactos con la energía eléctrica (directos e indirectos), electrocuciones, quemaduras, etc.
- ✓ Los derivados de la rotura fortuita de las planchas de vidrio.
- ✓ Cuerpos extraños en los ojos, etc.

- ✓ Agresión por ruido y vibraciones en todo el cuerpo.
- ✓ Microclima laboral (frío-calor), agresión por radiación ultravioleta, infrarroja.
- ✓ Agresión mecánica por proyección de partículas.
- ✓ Golpes.
- ✓ Cortes por objetos y/o herramientas.
- ✓ Incendio y explosiones.
- ✓ Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- ✓ Carga de trabajo física.
- ✓ Deficiente iluminación.
- ✓ Efecto psico-fisiológico de horarios y turno.

8.4.2.2. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL.

Se establecerán a lo largo de la obra letreros divulgativos y señalización de los riesgos (vuelo, atropello, colisión, caída en altura, corriente eléctrica, peligro de incendio, materiales inflamables, prohibido fumar, etc), así como las medidas preventivas previstas (uso obligatorio del casco, uso obligatorio de las botas de seguridad, uso obligatorio de guantes, uso obligatorio de cinturón de seguridad, etc).

Se habilitarán zonas o estancias para el acopio de material y útiles (ferralla, perfilera metálica, piezas prefabricadas, carpintería metálica y de madera, vidrio, pinturas, barnices y disolventes, material eléctrico, aparatos sanitarios, tuberías, aparatos de calefacción y climatización, etc).

Se procurará que los trabajos se realicen en superficies secas y limpias, utilizando los elementos de protección personal, fundamentalmente calzado antideslizante reforzado para protección de golpes en los pies, casco de protección para la cabeza y cinturón de seguridad.

El transporte aéreo de materiales y útiles se hará suspendiéndolos desde dos puntos mediante eslingas, y se guiarán por tres operarios, dos de ellos guiarán la carga y el tercero ordenará las maniobras.

El transporte de elementos pesados (sacos de aglomerante, ladrillos, arenas, etc) se hará sobre carretilla de mano y así evitar sobreesfuerzos.

Los andamios sobre borriquetas, para trabajos en altura, tendrán siempre plataformas de trabajo de anchura no inferior a 60 cm (3 tabloncillos trabados entre sí), prohibiéndose la formación de andamios mediante bidones, cajas de materiales, bañeras, etc.

Se tenderán cables de seguridad amarrados a elementos estructurales sólidos en los que enganchar el mosquetón del cinturón de seguridad de los operarios encargados de realizar trabajos en altura.

La distribución de máquinas, equipos y materiales en los locales de trabajo será la adecuada, delimitando las zonas de operación y paso, los espacios destinados a puestos de trabajo, las separaciones entre máquinas y equipos, etc.

El área de trabajo estará al alcance normal de la mano, sin necesidad de ejecutar movimientos forzados.

Se vigilarán los esfuerzos de torsión o de flexión del tronco, sobre todo si el cuerpo están en posición inestable.

Se evitarán las distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte, así como un ritmo demasiado alto de trabajo.

Se tratará que la carga y su volumen permitan asirla con facilidad.

Se recomienda evitar los barrizales, en prevención de accidentes.

Se debe seleccionar la herramienta correcta para el trabajo a realizar, manteniéndola en buen estado y uso correcto de ésta. Después de realizar las tareas, se guardarán en lugar seguro.

La iluminación para desarrollar los oficios convenientemente oscilará en torno a los 100 lux.

Es conveniente que los vestidos estén configurados en varias capas al comprender entre ellas cantidades de aire que mejoran el aislamiento al frío. Empleo de guantes, botas y orejeras. Se resguardará al trabajador de vientos mediante apantallamientos y se evitará que la ropa de trabajo se empape de líquidos evaporables.

Si el trabajador sufriese estrés térmico se deben modificar las condiciones de trabajo, con el fin de disminuir su esfuerzo físico, mejorar la circulación de aire, apantallar el calor por radiación, dotar al trabajador de vestimenta adecuada (sombrero, gafas de sol, cremas y lociones solares), vigilar que la ingesta de agua tenga cantidades moderadas de sal y establecer descansos de recuperación si las soluciones anteriores no son suficientes.

El aporte alimentario calórico debe ser suficiente para compensar el gasto derivado de la actividad y de las contracciones musculares.

Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada a las condiciones de humedad y resistencia de tierra de la instalación provisional).

Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad.

El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de emergencia dependerán del uso, de los equipos y de las dimensiones de la obra y de los locales, así como el número máximo de personas que puedan estar presentes en ellos.

En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello.

8.4.2.3. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER PARTICULAR PARA CADA OFICIO

Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.

- ✓ Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.
- ✓ Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación, para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno, señalizándose además mediante una línea esta distancia de seguridad.
- ✓ Se eliminarán todos los bolos o viseras de los frentes de la excavación que por su situación ofrezcan el riesgo de desprendimiento.
- ✓ La maquinaria estará dotada de peldaños y asidero para subir o bajar de la cabina de control. No se utilizará como apoyo para subir a la cabina las llantas, cubiertas, cadenas y guardabarros.
- ✓ Los desplazamientos por el interior de la obra se realizarán por caminos señalizados.
- ✓ Se utilizarán redes tensas o mallazo electrosoldado situadas sobre los taludes, con un solape mínimo de 2 m.
- ✓ La circulación de los vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de la excavación no superior a los 3 m. para vehículos ligeros y de 4 m para pesados.

Se conservarán los caminos de circulación interna cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante zahorras.

- ✓ El acceso y salida de los pozos y zanjas se efectuará mediante una escalera sólida, anclada en la parte superior del pozo, que estará provista de zapatas antideslizantes.
- ✓ Cuando la profundidad del pozo sea igual o superior a 1,5 m., se entibará (o encamisará) el perímetro en prevención de derrumbamientos.

- ✓ Se efectuará el achique inmediato de las aguas que afloran (o caen) en el interior de las zanjas, para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.

En presencia de líneas eléctricas en servicio se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

- ✓ Se procederá a solicitar de la compañía propietaria de la línea eléctrica el corte de fluido y puesta a tierra de los cables, antes de realizar los trabajos.
- ✓ La línea eléctrica que afecta a la obra será desviada de su actual trazado al límite marcado en los planos.
- ✓ La distancia de seguridad con respecto a las líneas eléctricas que cruzan la obra, queda fijada en 5 m., en zonas accesibles durante la construcción.
- ✓ Se prohíbe la utilización de cualquier calzado que no sea aislante de la electricidad en proximidad con la línea eléctrica.

Relleno de tierras.

- ✓ Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en el interior.
- ✓ Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar las polvaredas. Especialmente si se debe conducir por vías públicas, calles y carreteras.
- ✓ Se instalará, en el borde de los terraplenes de vertido, sólidos topes de limitación de recorrido para el vertido en retroceso.
- ✓ Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5 m. en torno a las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento.
- ✓ Los vehículos de compactación y apisonado, irán provistos de cabina de seguridad de protección en caso de vuelco.

Encofrados.

- ✓ Se prohíbe la permanencia de operarios en las zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado de tablonas, sopandas, puntales y ferralla; igualmente se procederá durante la elevación de viguetas, nervios, armaduras, pilares, bovedillas, etc.
- ✓ El ascenso y descenso del personal a los encofrados, se efectuará a través de escaleras de mano reglamentarias.

Se instalarán barandillas reglamentarias en los frentes de losas horizontales, para impedir la caída al vacío de las personas.

- ✓ Los clavos o puntas existentes en la madera usada, se extraerán o remacharán, según casos.

- ✓ Queda prohibido encofrar sin antes haber cubierto el riesgo de caída desde altura mediante la ubicación de redes de protección.

Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.

- ✓ Los paquetes de redondos se almacenarán en posición horizontal sobre durmientes de madera capa a capa, evitándose alturas de las pilas superiores al 1'50 m.

Se efectuará un barrido diario de puntas, alambres y recortes de ferralla en torno al banco (o bancos, borriquetas, etc.) de trabajo.

Queda prohibido el transporte aéreo de armaduras de pilares en posición vertical.

- ✓ Se prohíbe trepar por las armaduras en cualquier caso.
- ✓ Se prohíbe el montaje de zunchos perimetrales, sin antes estar correctamente instaladas las redes de protección.
- ✓ Se evitará, en lo posible, caminar por los fondillos de los encofrados de jácenas o vigas.

Trabajos de manipulación del hormigón.

- ✓ Se instalarán fuertes topes final de recorrido de los camiones hormigonera, en evitación de vuelcos.
- ✓ Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigoneras a menos de 2 m. del borde de la excavación.
- ✓ Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.
- ✓ Se procurará no golpear con el cubo los encofrados, ni las entibaciones.
- ✓ La tubería de la bomba de hormigonado, se apoyará sobre caballetes, arriostrándose las partes susceptibles de movimiento.
- ✓ Para vibrar el hormigón desde posiciones sobre la cimentación que se hormigona, se establecerán plataformas de trabajo móviles formadas por un mínimo de tres tablones, que se dispondrán perpendicularmente al eje de la zanja o zapata.
- ✓ El hormigonado y vibrado del hormigón de pilares, se realizará desde "castilletes de hormigonado"
- ✓ En el momento en el que el forjado lo permita, se izará en torno a los huecos el peto definitivo de fábrica, en prevención de caídas al vacío.
- ✓ Se prohíbe transitar pisando directamente sobre las bovedillas (cerámicas o de hormigón), en prevención de caídas a distinto nivel.

Montaje de prefabricados.

- ✓ El riesgo de caída desde altura, se evitará realizando los trabajos de recepción e instalación del prefabricado desde el interior de una plataforma de trabajo rodeada de barandillas de 90 cm., de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm., sobre andamios (metálicos, tubulares de borriquetas).
- ✓ Se prohíbe trabajar o permanecer en lugares de tránsito de piezas suspendidas en prevención del riesgo de desplome.
- ✓ Los prefabricados se acopiarán en posición horizontal sobre durmientes dispuestos por capas de tal forma que no dañen los elementos de enganche para su izado.
- ✓ Se paralizará la labor de instalación de los prefabricados bajo régimen de vientos superiores a 60 Km/h.

Albañilería.

- ✓ Los grandes huecos (patios) se cubrirán con una red horizontal instalada alternativamente cada dos plantas, para la prevención de caídas.
- ✓ Se prohíbe concentrar las cargas de ladrillos sobre vanos. El acopio de palets, se realizará próximo a cada pilar, para evitar las sobrecargas de la estructura en los lugares de menor resistencia.
- ✓ Los escombros y cascotes se evacuarán diariamente mediante trompas de vertido montadas al efecto, para evitar el riesgo de pisadas sobre materiales.
- ✓ Las rampas de las escaleras estarán protegidas en su entorno por una barandilla sólida de 90 cm. de altura, formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm.

Cubiertas.

- ✓ El riesgo de caída al vacío, se controlará instalando redes de horca alrededor del edificio. No se permiten caídas sobre red superiores a los 6 m. de altura.
- ✓ Se paralizarán los trabajos sobre las cubiertas bajo régimen de vientos superiores a 60 km/h., lluvia, helada y nieve.

Enfoscados y enlucidos.

- ✓ Las "miras", reglas, tablones, etc., se cargarán a hombro en su caso, de tal forma que al caminar, el extremo que va por delante, se encuentre por encima de la altura del casco de quién lo transporta, para evitar los golpes a otros operarios, los tropezones entre obstáculos, etc.
- ✓ Se acordonará la zona en la que pueda caer piedra durante las operaciones de proyección de "garbancillo" sobre morteros, mediante cinta de banderolas y letreros de prohibido el paso.

Carpintería de madera, metálica y cerrajería.

- ✓ Los recortes de madera y metálicos, objetos punzantes, cascotes y serrín producidos durante los ajustes se recogerán y se eliminarán mediante las tolvas de vertido, o mediante bateas o plataformas emplintadas amarradas del gancho de la grúa.
- ✓ Los cercos serán recibidos por un mínimo de una cuadrilla, en evitación de golpes, caídas y vuelcos.
- ✓ Los listones horizontales inferiores contra deformaciones, se instalarán a una altura en torno a los 60 cm. Se ejecutarán en madera blanca, preferentemente, para hacerlos más visibles y evitar los accidentes por tropiezos.
- ✓ El "cuelgue" de hojas de puertas o de ventanas, se efectuará por un mínimo de dos operarios, para evitar accidentes por desequilibrio, vuelco, golpes y caídas.

Pintura y barnizados.

- ✓ Se prohíbe almacenar pinturas susceptibles de emanar vapores inflamables con los recipientes mal o incompletamente cerrados, para evitar accidentes por generación de atmósferas tóxicas o explosivas.
- ✓ Se prohíbe realizar trabajos de soldadura y oxicorte en lugares próximos a los tajos en los que se empleen pinturas inflamables, para evitar el riesgo de explosión o de incendio.
- ✓ Se tenderán redes horizontales sujetas a puntos firmes de la estructura, para evitar el riesgo de caída desde alturas.
- ✓ Se prohíbe la conexión de aparatos de carga accionados eléctricamente (puentes grúa por ejemplo) durante las operaciones de pintura de carriles, soportes, topes, barandillas, etc., en prevención de atrapamientos o caídas desde altura.
- ✓ Se prohíbe realizar "pruebas de funcionamiento" en las instalaciones, tuberías de presión, equipos motobombas, calderas, conductos, etc. durante los trabajos de pintura de señalización o de protección de conductos.

Instalación eléctrica provisional de obra.

- ✓ El montaje de aparatos eléctricos será ejecutado por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.
- ✓ El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar.
- ✓ Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos.
- ✓ La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios o de planta, se efectuará mediante manguera eléctrica antihumedad.

- ✓ El tendido de los cables y mangueras, se efectuará a una altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m. en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.
- ✓ Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad.
- ✓ Las mangueras de "alargadera" por ser provisionales y de corta estancia pueden llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los paramentos verticales.
- ✓ Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.
- ✓ Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.
- ✓ Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a "pies derechos" firmes.
- ✓ Las maniobras a ejecutar en el cuadro eléctrico general se efectuarán subido a una banqueta de maniobra o alfombrilla aislante.
- ✓ Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie.
- ✓ La tensión siempre estará en la clavija "hembra", nunca en la "macho", para evitar los contactos eléctricos directos.

Los interruptores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:

- ✓ 300 mA. Alimentación a la maquinaria.
- ✓ 30 mA. Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.
- ✓ 30 mA. Para las instalaciones eléctricas de alumbrado.
- ✓ Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.
- ✓ El neutro de la instalación estará puesto a tierra.
- ✓ La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.
- ✓ El hilo de toma de tierra, siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos.

La iluminación mediante portátiles cumplirá la siguiente norma:

- ✓ Portalámparas estanco de seguridad con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada estanca de seguridad, alimentados a 24 V.

- ✓ La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 m., medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.
- ✓ La iluminación de los tajos, siempre que sea posible, se efectuará cruzada con el fin de disminuir sombras.
- ✓ Las zonas de paso de la obra, estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.
- ✓ No se permitirá las conexiones a tierra a través de conducciones de agua.
- ✓ No se permitirá el tránsito de carretillas y personas sobre mangueras eléctricas, pueden pelarse y producir accidentes.
- ✓ No se permitirá el tránsito bajo líneas eléctricas de las compañías con elementos longitudinales transportados a hombro (pértigas, reglas, escaleras de mano y asimilables). La inclinación de la pieza puede llegar a producir el contacto eléctrico.

8.4.2.4. MEDIDAS ESPECÍFICAS PARA TRABAJOS EN LA PROXIMIDAD DE INSTALACIONES ELECTRICAS DE ALTA TENSION.

Los Oficios más comunes en las instalaciones de alta tensión son los siguientes.

- ✓ Instalación de apoyos metálicos o de hormigón.
- ✓ Instalación de conductores desnudos.
- ✓ Instalación de aisladores cerámicos.
- ✓ Instalación de crucetas metálicas.
- ✓ Instalación de aparatos de seccionamiento y corte (interruptores, seccionadores, fusibles, etc).
- ✓ Instalación de limitadores de sobretensión (autoválvulas pararrayos).
- ✓ Instalación de transformadores tipo intemperie sobre apoyos.
- ✓ Instalación de dispositivos antivibraciones.
- ✓ Medida de altura de conductores.
- ✓ Detección de partes en tensión.
- ✓ Instalación de conductores aislados en zanjas o galerías.
- ✓ Instalación de envolventes prefabricadas de hormigón.
- ✓ Instalación de celdas eléctricas (seccionamiento, protección, medida, etc).
- ✓ Instalación de transformadores en envolventes prefabricadas a nivel del terreno.
- ✓ Instalación de cuadros eléctricos y salidas en B.T.
- ✓ Interconexión entre elementos.

- ✓ Conexión y desconexión de líneas o equipos.
- ✓ Puestas a tierra y conexiones equipotenciales.
- ✓ Reparación, conservación o cambio de los elementos citados.

Los Riesgos más frecuentes durante estos oficios son los descritos a continuación.

- ✓ Deslizamientos, desprendimientos de tierras por diferentes motivos (no emplear el talud adecuado, por variación de la humedad del terreno, etc).
- ✓ Riesgos derivados del manejo de máquinas-herramienta y maquinaria pesada en general.
- ✓ Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- ✓ Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles.
- ✓ Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc).
- ✓ Golpes.
- ✓ Cortes por objetos y/o herramientas.
- ✓ Arco eléctrico.
- ✓ Incendio y explosiones. Electroclusiones y quemaduras.
- ✓ Ventilación e Iluminación.
- ✓ Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- ✓ Contacto o manipulación de los elementos aislantes de los transformadores (aceites minerales, aceites a la silicona y piraleno). El aceite mineral tiene un punto de inflamación relativamente bajo (130º) y produce humos densos y nocivos en la combustión. El aceite a la silicona posee un punto de inflamación más elevado (400º). El piraleno ataca la piel, ojos y mucosas, produce gases tóxicos a temperaturas normales y arde mezclado con otros productos.
- ✓ Contacto directo con una parte del cuerpo humano y contacto a través de útiles o herramientas.
- ✓ Contacto a través de maquinaria de gran altura.
- ✓ Maniobras en centros de transformación privados por personal con escaso o nulo conocimiento de la responsabilidad y riesgo de una instalación de alta tensión.
- ✓ Agresión de animales.

Las Medidas Preventivas de carácter general se describen a continuación.

- ✓ Se realizará un diseño seguro y viable por parte del técnico proyectista.
- ✓ Se inspeccionará el estado del terreno.

- ✓ Se realizará el ascenso y descenso a zonas elevadas con medios y métodos seguros (escaleras adecuadas y sujetas por su parte superior).
- ✓ Se evitarán posturas inestables con calzado y medios de trabajo adecuados.
- ✓ Se utilizarán cuerdas y poleas (si fuese necesario) para subir y bajar materiales.
- ✓ Se evitarán zonas de posible caída de objetos, respetando la señalización y relimitación.
- ✓ No se almacenarán objetos en el interior del CT.
- ✓ Se ubicarán protecciones frente a sobreintensidades y contra incendios: fosos de recogida de aceites, muros cortafuegos, paredes, tabiques, pantallas, extintores fijos, etc.
- ✓ Se evitarán derrames, suelos húmedos o resbaladizos (canalizaciones, desagües, pozos de evacuación, aislamientos, calzado antideslizante, etc).
- ✓ Se utilizará un sistema de iluminación adecuado: focos luminosos correctamente colocados, interruptores próximos a las puertas de acceso, etc.
- ✓ Se utilizará un sistema de ventilación adecuado: entradas de aire por la parte inferior y salidas en la superior, ya sea ventilación natural o forzada, huecos de ventilación protegidos, salidas de ventilación que no molesten a los usuarios, etc.
- ✓ La señalización será la idónea: puertas con rótulos indicativos, máquinas, celdas, paneles de cuadros y circuitos diferenciados y señalizados, carteles de advertencia de peligro en caso necesario, esquemas unifilares actualizados e instrucciones generales de servicio, carteles normalizados (normas de trabajo A.T., distancias de seguridad, primeros auxilios, etc).
- ✓ Los trabajadores recibirán una formación específica referente a los riesgos en alta tensión.
- ✓ Para evitar el riesgo de contacto eléctrico se alejarán las partes activas de la instalación a distancia suficiente del lugar donde las personas habitualmente se encuentran o circulan, se recubrirán las partes activas con aislamiento apropiado, de tal forma que conserven sus propiedades indefinidamente y que limiten la corriente de contacto a un valor inocuo (1 mA) y se interpondrán obstáculos aislantes de forma segura que impidan todo contacto accidental.
- ✓ La distancia de seguridad para líneas eléctricas aéreas de alta tensión y los distintos elementos, como maquinaria, grúas, etc no será inferior a 3 m. Respecto a las edificaciones no será inferior a 5 m.
- ✓ Conviene determinar con la suficiente antelación, al comenzar los trabajos o en la utilización de maquinaria móvil de gran altura, si existe el riesgo derivado de la proximidad de líneas eléctricas aéreas. Se indicarán dispositivos que limiten o indiquen la altura máxima permisible.
- ✓ Será obligatorio el uso del cinturón de seguridad para los operarios encargados de realizar trabajos en altura.

- ✓ Todos los apoyos, herrajes, autoválvulas, seccionadores de puesta a tierra y elementos metálicos en general estarán conectados a tierra, con el fin de evitar las tensiones de paso y de contacto sobre el cuerpo humano. La puesta a tierra del neutro de los transformadores será independiente de la especificada para herrajes. Ambas serán motivo de estudio en la fase de proyecto.
- ✓ Es aconsejable que en centros de transformación el pavimento sea de hormigón ruleteado antideslizante y se ubique una capa de grava alrededor de ellos (en ambos casos se mejoran las tensiones de paso y de contacto).
- ✓ Se evitará aumentar la resistividad superficial del terreno.
- ✓ En centros de transformación tipo intemperie se revestirán los apoyos con obra de fábrica y mortero de hormigón hasta una altura de 2 m y se aislarán las empuñaduras de los mandos.
- ✓ En centros de transformación interiores o prefabricados se colocarán suelos de láminas aislantes sobre el acabado de hormigón.
- ✓ Las pantallas de protección contra contacto de las celdas, aparte de esta función, deben evitar posibles proyecciones de líquidos o gases en caso de explosión, para lo cual deberán ser de chapa y no de malla.
- ✓ Los mandos de los interruptores, seccionadores, etc, deben estar emplazados en lugares de fácil manipulación, evitándose postura forzadas para el operador, teniendo en cuenta que éste lo hará desde el banquillo aislante.
- ✓ Se realizarán enclavamientos mecánicos en las celdas, de puerta (se impide su apertura cuando el aparato principal está cerrado o la puesta a tierra desconectada), de maniobra (impide la maniobra del aparato principal y puesta a tierra con la puerta abierta), de puesta a tierra (impide el cierre de la puesta a tierra con el interruptor cerrado o viceversa), entre el seccionador y el interruptor (no se cierra el interruptor si el seccionador está abierto y conectado a tierra y no se abrirá el seccionador si el interruptor está cerrado) y enclavamiento del mando por candado.
- ✓ Como recomendación, en las celdas se instalarán detectores de presencia de tensión y mallas protectoras quitamiedos para comprobación con pértiga.
- ✓ En las celdas de transformador se utilizará una ventilación optimizada de mayor eficacia situando la salida de aire caliente en la parte superior de los paneles verticales. La dirección del flujo de aire será obligada a través del transformador.
- ✓ El alumbrado de emergencia no estará concebido para trabajar en ningún centro de transformación, sólo para efectuar maniobras de rutina.
- ✓ Los centros de transformación estarán dotados de cerradura con llave que impida el acceso a personas ajenas a la explotación.

- ✓ Las maniobras en alta tensión se realizarán, por elemental que puedan ser, por un operador y su ayudante. Deben estar advertidos que los seccionadores no pueden ser maniobrados en carga. Antes de la entrada en un recinto en tensión deberán comprobar la ausencia de tensión mediante pértiga adecuada y de forma visible la apertura de un elemento de corte y la puesta a tierra y en cortocircuito del sistema. Para realizar todas las maniobras será obligatorio el uso de, al menos y a la vez, dos elementos de protección personal: pértiga, guantes y banqueta o alfombra aislante, conexión equipotencial del mando manual del aparato y plataforma de maniobras.
- ✓ Se colocarán señales de seguridad adecuadas, delimitando la zona de trabajo.

8.4.3. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCION DE LAS OBRAS.

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor designará un coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, que será un técnico competente integrado en la dirección facultativa.

Cuando no sea necesaria la designación de coordinador, las funciones de éste serán asumidas por la dirección facultativa.

En aplicación del estudio básico de seguridad y salud, cada contratista elaborará un plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio desarrollado en el proyecto, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

Antes del comienzo de los trabajos, el promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente.

8.5. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL.

8.5.1. INTRODUCCION.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Así son las normas de desarrollo reglamentario las que deben fijar las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre ellas se encuentran las destinadas a garantizar la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual que los protejan adecuadamente de aquellos riesgos para su salud o su seguridad que no puedan evitarse o limitarse suficientemente mediante la utilización de medios de protección colectiva o la adopción de medidas de organización en el trabajo.

8.5.2. OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO.

Hará obligatorio el uso de los equipos de protección individual que a continuación se desarrollan.

8.5.2.1. PROTECTORES DE LA CABEZA.

- ✓ Cascos de seguridad, no metálicos, clase N, aislados para baja tensión, con el fin de proteger a los trabajadores de los posibles choques, impactos y contactos eléctricos.
- ✓ Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección.
- ✓ Gafas de montura universal contra impactos y antipolvo.
- ✓ Mascarilla antipolvo con filtros protectores.
- ✓ Pantalla de protección para soldadura autógena y eléctrica.

8.5.2.2. PROTECTORES DE MANOS Y BRAZOS.

- ✓ Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- ✓ Guantes de goma finos, para operarios que trabajen con hormigón.
- ✓ Guantes dieléctricos para B.T.
- ✓ Guantes de soldador.
- ✓ Muñequeras.
- ✓ Mango aislante de protección en las herramientas.

8.5.2.3. PROTECTORES DE PIES Y PIERNAS.

- ✓ Calzado provisto de suela y puntera de seguridad contra las agresiones mecánicas.
- ✓ Botas dieléctricas para B.T.
- ✓ Botas de protección impermeables.
- ✓ Polainas de soldador.
- ✓ Rodilleras.

8.5.2.4. PROTECTORES DEL CUERPO.

- ✓ Crema de protección y pomadas.
- ✓ Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para protección de las agresiones mecánicas.
- ✓ Traje impermeable de trabajo.
- ✓ Cinturón de seguridad, de sujeción y caída, clase A.
- ✓ Fajas y cinturones antivibraciones.
- ✓ Pértiga de B.T.
- ✓ Banqueta aislante clase I para maniobra de B.T.
- ✓ Linterna individual de situación.
- ✓ Comprobador de tensión.

8.5.2.5. EQUIPOS ADICIONALES DE PROTECCION PARA TRABAJOS EN LA PROXIMIDAD DE INSTALACIONES ELECTRICAS DE ALTA TENSION.

- ✓ Casco de protección aislante clase E-AT.
- ✓ Guantes aislantes clase IV.
- ✓ Banqueta aislante de maniobra clase II-B o alfombra aislante para A.T.
- ✓ Pértiga detectora de tensión (salvamento y maniobra).
- ✓ Traje de protección de menos de 3 kg, bien ajustado al cuerpo y sin piezas descubiertas eléctricamente conductoras de la electricidad.
- ✓ Gafas de protección.
- ✓ Insuflador boca a boca.
- ✓ Tierra auxiliar.
- ✓ Esquema unifilar
- ✓ Placa de primeros auxilios.
- ✓ Placas de peligro de muerte y E.T.
- ✓ Material de señalización y relimitación (cintas, señales, etc).

Ingeniería Torné S.L.
Paseo Alberto Casañal Shakery, nº3, local. Zaragoza
Tlf.: 976189498 - 976189499

Zaragoza, Diciembre 2019

El Ingeniero Industrial



Sergio Torné Darriba

Colegiado nº 1836



9. PLIEGO DE CONDICIONES

9.1. CONDICIONES GENERALES

9.1.1. OBJETO.

Este Pliego de Condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de instalaciones para la distribución de energía eléctrica cuyas características técnicas estarán especificadas en el correspondiente Proyecto.

9.1.2. CAMPO DE APLICACION.

Este Pliego de Condiciones se refiere a la construcción de redes aéreas o subterráneas de alta tensión hasta 132 kV, así como a centros de transformación.

Los Pliegos de Condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

9.1.3. DISPOSICIONES GENERALES.

El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y de vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 24042 "Contratación de Obras. Condiciones Generales", siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

El Contratista deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda. Igualmente deberá ser Instalador, provisto del correspondiente documento de calificación empresarial.

9.1.3.1. CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES.

Las obras del Proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por lo especificado en:

- ✓ Reglamentación General de Contratación según Decreto 3410/75, de 25 de noviembre.
- ✓ Pliego de Condiciones Generales para la Contratación de Obras Públicas aprobado por Decreto 3854/70, de 31 de diciembre.

- ✓ Artículo 1588 y siguientes del Código Civil, en los casos que sea procedente su aplicación al contrato de que se trate.
- ✓ Decreto de 12 de marzo de 1954 por el que se aprueba el Reglamento de Verificaciones eléctricas y Regularidad en el suministro de energía.
- ✓ Real Decreto 3275/1982 de 12 de Noviembre, sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, así como las Ordenes de 6 de julio de 1984, de 18 de octubre de 1984 y de 27 de noviembre de 1987, por las que se aprueban y actualizan las Instrucciones Técnicas Complementarias sobre dicho reglamento.
- ✓ Real Decreto 223/2008 de 15 de Febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- ✓ Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- ✓ Normas particulares y de normalización de la Cía. Suministradora de Energía Eléctrica.
- ✓ Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos laborales y RD 162/97 sobre Disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- ✓ Normas UNE de obligado cumplimiento según reglamentación vigente.

9.1.3.2. SEGURIDAD EN EL TRABAJO.

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en el apartado "i" del párrafo 3.1. de este Pliego de Condiciones y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

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

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

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

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

El Director de Obra podrá exigir del Contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

9.1.3.3. SEGURIDAD PÚBLICA.

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

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

9.1.4. ORGANIZACION DEL TRABAJO.

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

9.1.4.1. DATOS DE LA OBRA.

Se entregará al Contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra.

El Contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

El Contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

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

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

9.1.4.2. REPLANTEO DE LA OBRA.

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

Se levantará por duplicado Acta, en la que constarán, claramente, los datos entregados, firmado por el Director de Obra y por el representante del Contratista.

Los gastos de replanteo serán de cuenta del Contratista.

9.1.4.3. MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO.

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

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

9.1.4.4. RECEPCION DEL MATERIAL.

El Director de Obra de acuerdo con el Contratista dará a su debido tiempo su aprobación sobre el material suministrado y confirmará que permite una instalación correcta.

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

9.1.4.5. ORGANIZACION.

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

Dentro de lo estipulado en el Pliego de Condiciones, la organización de la Obra, así como la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, estará a cargo del Contratista a quien corresponderá la responsabilidad de la seguridad contra accidentes.

El Contratista deberá, sin embargo, informar al Director de Obra de todos los planes de organización técnica de la Obra, así como de la procedencia de los materiales y cumplimentar cuantas órdenes le de éste en relación con datos extremos.

En las obras por administración, el Contratista deberá dar cuenta diaria al Director de Obra de la admisión de personal, compra de materiales, adquisición o alquiler de elementos auxiliares y cuantos gastos haya de efectuar. Para los contratos de trabajo, compra de material o alquiler de elementos auxiliares, cuyos salarios, precios o cuotas sobrepasen en más de un 5% de los normales en el mercado,

solicitará la aprobación previa del Director de Obra, quien deberá responder dentro de los ocho días siguientes a la petición, salvo casos de reconocida urgencia, en los que se dará cuenta posteriormente.

9.1.4.6. FACILIDADES PARA LA INSPECCION.

El Contratista proporcionará al Director de Obra o Delegados y colaboradores, toda clase de facilidades para los replanteos, reconocimientos, mediciones y pruebas de los materiales, así como la mano de obra necesaria para los trabajos que tengan por objeto comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas, permitiendo el acceso a todas las partes de la obra e incluso a los talleres o fábricas donde se produzcan los materiales o se realicen trabajos para las obras.

9.1.4.7. ENSAYOS.

Los ensayos, análisis y pruebas que deban realizarse para comprobar si los materiales reúnen las condiciones exigibles, se verificarán por la Dirección Técnica, o bien, si ésta lo estima oportuno, por el correspondiente Laboratorio Oficial.

Todos los gastos de pruebas y análisis serán de cuenta del Contratista.

9.1.4.8. LIMPIEZA Y SEGURIDAD EN LAS OBRAS.

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus inmediaciones de escombros y materiales, y hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean precisas, así como adoptar las medidas y ejecutar los trabajos necesarios para que las obras ofrezcan un buen aspecto a juicio de la Dirección técnica.

Se tomarán las medidas oportunas de tal modo que durante la ejecución de las obras se ofrezca seguridad absoluta, en evitación de accidentes que puedan ocurrir por deficiencia en esta clase de precauciones; durante la noche estarán los puntos de trabajo perfectamente alumbrados y cercados los que por su índole fueran peligrosos.

9.1.4.9. MEDIOS AUXILIARES.

No se abonarán en concepto de medios auxiliares más cantidades que las que figuren explícitamente consignadas en presupuesto, entendiéndose que en todos los demás casos el costo de dichos medios está incluido en los correspondientes precios del presupuesto.

9.1.4.10. EJECUCION DE LAS OBRAS.

Las obras se ejecutarán conforme al Proyecto y a las condiciones contenidas en este Pliego de Condiciones y en el Pliego Particular si lo hubiera y de acuerdo con las especificaciones señaladas en el de Condiciones Técnicas.

El Contratista, salvo aprobación por escrito del Director de Obra, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza tanto en la ejecución de la obra en relación con el Proyecto como en las Condiciones Técnicas especificadas, sin perjuicio de lo que en cada momento pueda ordenarse por el Director de Obra a tenor de lo dispuesto en el último párrafo del apartado 11.1.4.1.

El Contratista no podrá utilizar en los trabajos personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo, salvo lo indicado en el apartado 11.1.4.3.

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

El Contratista deberá tener al frente de los trabajos un técnico suficientemente especializado a juicio del Director de Obra.

9.1.4.11.SUBCONTRATACION DE LAS OBRAS.

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

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

- ✓ Que se dé conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.
- ✓ Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no exceda del 50% del presupuesto total de la obra principal.

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

9.1.4.12.PLAZO DE EJECUCION.

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

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

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

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

9.1.4.13.RECEPCION PROVISIONAL.

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del Contratista se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si este es el caso. Dicho Acta será firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

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

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

9.1.4.14.PERIODOS DE GARANTIA.

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

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

Durante este periodo, el Contratista garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

9.1.4.15.RECEPCION DEFINITIVA.

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

9.1.4.16.PAGO DE OBRAS.

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

Serán de cuenta del Contratista las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido al Director de Obra oportunamente para su medición, los gastos de replanteo, inspección y liquidación de las mismas, con arreglo a las disposiciones vigentes, y los gastos que se originen por inspección y vigilancia facultativa, cuando la Dirección Técnica estime preciso establecerla.

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

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

9.1.4.17.ABONO DE MATERIALES ACOPIADOS.

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

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

9.1.5. DISPOSICION FINAL.

La concurrencia a cualquier Subasta, Concurso o Concurso-Subasta cuyo Proyecto incluya el presente Pliego de Condiciones Generales, presupone la plena aceptación de todas y cada una de sus cláusulas.

9.2. CONDICIONES PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS DE ALTA TENSION CON CONDUCTORES AISLADOS

9.2.1. PREPARACION Y PROGRAMACION DE LA OBRA.

Para la buena marcha de la ejecución de un proyecto de línea eléctrica de alta tensión, conviene hacer un análisis de los distintos pasos que hay que seguir y de la forma de realizarlos.

Inicialmente y antes de comenzar su ejecución, se harán las siguientes comprobaciones y reconocimientos:

- ✓ Comprobar que se dispone de todos los permisos, tanto oficiales como particulares, para la ejecución del mismo (Licencia Municipal de apertura y cierre de zanjas, Condicionados de Organismos, etc.).
- ✓ Hacer un reconocimiento, sobre el terreno, se del trazado de la canalización, fijándose en la existencia de bocas de riego, servicios telefónicos, de agua, alumbrado público, etc. que normalmente se puedan apreciar por registros en vía pública.
- ✓ Una vez realizado dicho reconocimiento establecerá contacto con los Servicios Técnicos de las Compañías Distribuidoras afectadas (Agua, Gas, Teléfonos, Energía Eléctrica, etc.), para que señalen sobre el plano de planta del proyecto, las instalaciones más próximas que puedan resultar afectadas.
- ✓ El Contratista, antes de empezar los trabajos de apertura de zanjas hará un estudio de la canalización, de acuerdo con las normas municipales, así como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc., así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos, etc.

Todos los elementos de protección y señalización los tendrá que tener dispuestos el contratista de la obra antes de dar comienzo a la misma.

9.2.2. ZANJAS.

9.2.2.1. ZANJAS EN TIERRA.

Ejecución.

Su ejecución comprende:

- ✓ Apertura de las zanjas.
- ✓ Suministro y colocación de protección de arena.
- ✓ Suministro y colocación de protección de rasillas y ladrillo.

- ✓ Colocación de la cinta de Atención al cable.
- ✓ Tapado y apisonado de las zanjas.
- ✓ Carga y transporte de las tierras sobrantes.
- ✓ Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.

Apertura de las zanjas.

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajo las aceras, evitando ángulos pronunciados.

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

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

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

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

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar, de forma que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable.

Las zanjas se ejecutarán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

Se dejará un paso de 50 cm entre las tierras extraídas y la zanja, todo a lo largo de la misma, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

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

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

En los pasos de carruajes, entradas de garajes, etc., tanto existentes como futuros, los cruces serán ejecutados con tubos, de acuerdo con las recomendaciones del apartado correspondiente y previa autorización del Supervisor de Obra.

Suministro y colocación de protecciones de arenas.

La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará o lavará convenientemente.

Se utilizará indistintamente de cantera o de río, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente y las dimensiones de los granos serán de dos o tres milímetros como máximo.

Cuando se emplee la procedente de la zanja, además de necesitar la aprobación del Supervisor de la Obra, será necesario su cribado.

En el lecho de la zanja irá una capa de 10 cm. de espesor de arena, sobre la que se situará el cable. Por encima del cable irá otra capa de 15 cm. de arena. Ambas capas de arena ocuparán la anchura total de la zanja.

Suministro y colocación de protección de rasilla y ladrillo.

Encima de la segunda capa de arena se colocará una capa protectora de rasilla o ladrillo, siendo su anchura de un pie (25 cm.) cuando se trate de proteger un solo cable o terna de cables en mazos. La anchura se incrementará en medio pie (12,5 cm.) por cada cable o terna de cables en mazos que se añada en la misma capa horizontal.

Los ladrillos o rasillas serán cerámicos, duros y fabricados con buenas arcillas. Su cocción será perfecta, tendrá sonido campanil y su fractura será uniforme, sin caliches ni cuerpos extraños. Tanto los ladrillos huecos como las rasillas estarán fabricados con barro fino y presentará caras planas con estrías.

Cuando se tiendan dos o más cables tripolares de M.T. o una o varias ternas de cables unipolares, entonces se colocará, a todo lo largo de la zanja, un ladrillo en posición de canto para separar los cables cuando no se pueda conseguir una separación de 25 cm. entre ellos.

Colocación de la cinta de Atención al cable.

En las canalizaciones de cables de media tensión se colocará una cinta de cloruro de polivinilo, que denominaremos Atención a la existencia del cable, tipo UNESA. Se colocará a lo largo de la canalización una tira por cada cable de media tensión tripolar o terna de unipolares en mazos y en la vertical del mismo a una distancia mínima a la parte superior del cable de 30 cm. La distancia mínima de la cinta a la parte inferior del pavimento será de 10 cm.

Tapado y apisonado de las zanjas.

Una vez colocadas las protecciones del cable, señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de la excavación (previa eliminación de piedras gruesas, cortantes o escombros que puedan llevar), apisonada, debiendo realizarse los 20 primeros cm. de forma manual, y para el resto es conveniente apisonar mecánicamente.

El tapado de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de diez centímetros de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas, si fuese necesario, con el fin de que quede suficientemente consolidado el

terreno. La cinta de Atención a la existencia del cable, se colocará entre dos de estas capas, tal como se ha indicado en d). El contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiencia de esta operación y por lo tanto serán de su cuenta posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

Carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes.

Las tierras sobrantes de la zanja, debido al volumen introducido en cables, arenas, rasillas, así como el esponje normal del terreno serán retiradas por el contratista y llevadas a vertedero.

El lugar de trabajo quedará libre de dichas tierras y completamente limpio.

Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.

Durante la ejecución de las obras, éstas estarán debidamente señalizadas de acuerdo con los condicionamientos de los Organismos afectados y Ordenanzas Municipales.

Dimensiones y Condiciones Generales de Ejecución.

Zanja normal para media tensión.

Se considera como zanja normal para cables de media tensión la que tiene 0,60 m. de anchura media y profundidad 1,10 m., tanto en aceras como en calzada. Esta profundidad podrá aumentarse por criterio exclusivo del Supervisor de Obras.

La separación mínima entre ejes de cables tripolares, o de cables unipolares, componentes de distinto circuito, deberá ser de 0,20 m. separados por un ladrillo, o de 25 cm. entre capas externas sin ladrillo intermedio.

La distancia entre capas externas de los cables unipolares de fase será como mínimo de 8 cm. con un ladrillo o rasilla colocado de canto entre cada dos de ellos a todo lo largo de las canalizaciones.

Al ser de 10 cm. el lecho de arena, los cables irán como mínimo a 1 m. de profundidad. Cuando esto no sea posible y la profundidad sea inferior a 0,70 m. deberán protegerse los cables con chapas de hierro, tubos de fundición u otros dispositivos que aseguren una resistencia mecánica equivalente, siempre de acuerdo y con la aprobación del Supervisor de la Obra.

Zanja para media tensión en terreno con servicios.

Cuando al abrir calas de reconocimiento o zanjas para el tendido de nuevos cables aparezcan otros servicios se cumplirán los siguientes requisitos.

- ✓ Se avisará a la empresa propietaria de los mismos. El encargado de la obra tomará las medidas necesarias, en el caso de que estos servicios queden al aire, para sujetarlos con seguridad de forma que no sufran ningún deterioro. Y en el caso en que haya que correrlos, para poder ejecutar los trabajos, se hará siempre de acuerdo con la empresa propietaria de las canalizaciones. Nunca se deben dejar los cables suspendidos, por necesidad de la canalización,

de forma que estén en tracción, con el fin de evitar que las piezas de conexión, tanto en empalmes como en derivaciones, puedan sufrir.

- ✓ Se establecerán los nuevos cables de forma que no se entrecrucen con los servicios establecidos, guardando, a ser posible, paralelismo con ellos.
- ✓ Se procurará que la distancia mínima entre servicios sea de 30 cm. en la proyección horizontal de ambos.
- ✓ Cuando en la proximidad de una canalización existan soportes de líneas aéreas de transporte público, telecomunicación, alumbrado público, etc., el cable se colocará a una distancia mínima de 50 cm. de los bordes extremos de los soportes o de las fundaciones. Esta distancia pasará a 150 cm. cuando el soporte esté sometido a un esfuerzo de vuelco permanente hacia la zanja. En el caso en que esta precaución no se pueda tomar, se utilizará una protección mecánica resistente a lo largo de la fundación del soporte, prolongada una longitud de 50 cm. a un lado y a otro de los bordes extremos de aquella con la aprobación del Supervisor de la Obra.

Zanja con más de una banda horizontal.

Cuando en una misma zanja se coloquen cables de baja tensión y media tensión, cada uno de ellos deberá situarse a la profundidad que le corresponda y llevará su correspondiente protección de arena y rasilla.

De este modo se logrará prácticamente una independencia casi total entre ambas canalizaciones.

La distancia que se recomienda guardar en la proyección vertical entre ejes de ambas bandas debe ser de 25 cm.

Los cruces en este caso, cuando los haya, se realizarán de acuerdo con lo indicado en los planos del proyecto.

9.2.2.2. ZANJAS EN ROCA.

Se tendrá en cuenta todo lo dicho en el apartado de zanjas en tierra. La profundidad mínima será de 2/3 de los indicados anteriormente en cada caso. En estos casos se atenderá a las indicaciones del Supervisor de Obra sobre la necesidad de colocar o no protección adicional.

9.2.2.3. ZANJAS ANORMALES Y ESPECIALES.

La separación mínima entre ejes de cables multipolares o mazos de cables unipolares, componentes del mismo circuito, deberá ser de 0,20 m. separados por un ladrillo o de 0,25 m. entre caras sin ladrillo y la separación entre los ejes de los cables extremos y la pared de la zanja de 0,10 m.; por tanto, la anchura de la zanja se hará con arreglo a estas distancias mínimas y de acuerdo con lo ya indicado cuando, además, haya que colocar tubos.

También en algunos casos se pueden presentar dificultades anormales (galerías, pozos, cloacas, etc.). Entonces los trabajos se realizarán con precauciones y normas pertinentes al caso y las generales dadas para zanjas de tierra.

9.2.2.4. ROTURA DE PAVIMENTOS.

Además de las disposiciones dadas por la Entidad propietaria de los pavimentos, para la rotura, deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

- ✓ La rotura del pavimento con maza (Almádena) está rigurosamente prohibida, debiendo hacer el corte del mismo de una manera limpia, con lajadera.
- ✓ En el caso en que el pavimento esté formado por losas, adoquines, bordillos de granito u otros materiales, de posible posterior utilización, se quitarán éstos con la precaución debida para no ser dañados, colocándose luego de forma que no sufran deterioro y en el lugar que molesten menos a la circulación.

9.2.2.5. REPOSICION DE PAVIMENTOS.

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.

Deberá lograrse una homogeneidad, de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción con piezas nuevas si está compuesto por losas, losetas, etc. En general serán utilizados materiales nuevos salvo las losas de piedra, bordillo de granito y otros similares.

9.2.3. CRUCES (CABLES ENTUBADOS).

El cable deberá ir en el interior de tubos en los casos siguientes:

- ✓ Para el cruce de calles, caminos o carreteras con tráfico rodado.
- ✓ En las entradas de carruajes o garajes públicos.
- ✓ En los lugares en donde por diversas causas no debe dejarse tiempo la zanja abierta.
- ✓ En los sitios en donde esto se crea necesario por indicación del Proyecto o del Supervisor de la Obra.

9.2.3.1. MATERIALES.

Los materiales a utilizar en los cruces normales serán de las siguientes cualidades y condiciones:

- ✓ Los tubos podrán ser de cemento, fibrocemento, plástico, fundición de hierro, etc. provenientes de fábricas de garantía, siendo el diámetro que se señala en estas normas el correspondiente

al interior del tubo y su longitud la más apropiada para el cruce de que se trate. La superficie será lisa.

- ✓ Los tubos se colocarán de modo que en sus empalmes la boca hembra esté situada antes que la boca macho siguiendo la dirección del tendido probable, del cable, con objeto de no dañar a éste en la citada operación.
- ✓ El cemento será Portland o artificial y de marca acreditada y deberá reunir en sus ensayos y análisis químicos, mecánicos y de fraguado, las condiciones de la vigente instrucción española del Ministerio de Obras Públicas. Deberá estar envasado y almacenado convenientemente para que no pierda las condiciones precisas. La dirección técnica podrá realizar, cuando lo crea conveniente, los análisis y ensayos de laboratorio que considere oportunos. En general se utilizará como mínimo el de calidad P-250 de fraguado lento.
- ✓ La arena será limpia, suelta, áspera, crujendo al tacto y exenta de sustancias orgánicas o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará y lavará convenientemente. Podrá ser de río o miga y la dimensión de sus granos será de hasta 2 ó 3 mm.
- ✓ Los áridos y gruesos serán procedentes de piedra dura silíceas, compacta, resistente, limpia de tierra y detritus y, a ser posible, que sea canto rodado. Las dimensiones serán de 10 a 60 mm. con granulometría apropiada.
- ✓ Se prohíbe el empleo del llamado revoltón, o sea piedra y arena unida, sin dosificación, así como cascotes o materiales blandos.
- ✓ AGUA - Se empleará el agua de río o manantial, quedando prohibido el empleo de aguas procedentes de ciénagas.
- ✓ MEZCLA - La dosificación a emplear será la normal en este tipo de hormigones para fundaciones, recomendándose la utilización de hormigones preparados en plantas especializadas en ello.

9.2.3.2. DIMENSIONES Y CARACTERÍSTICAS GENERALES DE EJECUCION.

Los trabajos de cruces, teniendo en cuenta que su duración es mayor que los de apertura de zanjas, empezarán antes, para tener toda la zanja a la vez, dispuesta para el tendido del cable.

Estos cruces serán siempre rectos, y en general, perpendiculares a la dirección de la calzada. Sobresaldrán en la acera, hacia el interior, unos 20 cm. del bordillo (debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación).

El diámetro de los tubos será de 20 cm. Su colocación y la sección mínima de hormigonado responderán a lo indicado en los planos. Estarán recibidos con cemento y hormigonados en toda su longitud.

Cuando por imposibilidad de hacer la zanja a la profundidad normal los cables estén situados a menos de 80 cm. de profundidad, se dispondrán en vez de tubos de fibrocemento ligero, tubos metálicos o de resistencia análoga para el paso de cables por esa zona, previa conformidad del Supervisor de Obra.

Los tubos vacíos, ya sea mientras se ejecuta la canalización o que al terminarse la misma se quedan de reserva, deberán taparse con rasilla y yeso, dejando en su interior un alambre galvanizado para guiar posteriormente los cables en su tendido.

Los cruces de vías férreas, cursos de agua, etc. deberán proyectarse con todo detalle.

Se debe evitar posible acumulación de agua o de gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil altimétrico.

En los tramos rectos, cada 15 ó 20 m., según el tipo de cable, para facilitar su tendido se dejarán calas abiertas de una longitud mínima de 3 m. en las que se interrumpirá la continuidad del tubo. Una vez tendido el cable estas calas se taparán cubriendo previamente el cable con canales o medios tubos, recibiendo sus uniones con cemento o dejando arquetas fácilmente localizables para ulteriores intervenciones, según indicaciones del Supervisor de Obras.

Para hormigonar los tubos se procederá del modo siguiente:

Se hecha previamente una solera de hormigón bien nivelada de unos 8 cm. de espesor sobre la que se asienta la primera capa de tubos separados entre sí unos 4 cm. procediéndose a continuación a hormigonarlos hasta cubrirlos enteramente. Sobre esta nueva solera se coloca la segunda capa de tubos, en las condiciones ya citadas, que se hormigona igualmente en forma de capa. Si hay más tubos se procede como ya se ha dicho, teniendo en cuenta que, en la última capa, el hormigón se vierte hasta el nivel total que deba tener.

En los cambios de dirección se construirán arquetas 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 90º y aún éstos se limitarán a los indispensables. En general los cambios de dirección se harán con ángulos grandes. Como norma general, en alineaciones superiores a 40 m. serán necesarias las arquetas intermedias que promedien los tramos de tendido y que no estén distantes entre sí más de 40 m.

Las arquetas sólo estarán permitidas en aceras o lugares por las que normalmente no debe haber tránsito rodado; si esto excepcionalmente fuera imposible, se reforzarán marcos y tapas.

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 queda situado en la parte superior del tubo. La arqueta se rellenará con arena hasta cubrir el cable como mínimo.

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

Las arquetas podrán ser registrables o cerradas. En el primer caso deberán tener tapas metálicas o de hormigón 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.

Si las arquetas no son registrables se cubrirán con los materiales necesarios para evitar su hundimiento. Sobre esta cubierta se echará una capa de tierra y sobre ella se reconstruirá el pavimento.

9.2.3.3. CARACTERISTICAS PARTICULARES DE EJECUCION DE CRUZAMIENTO Y PARALELISMO CON DETERMINADO TIPO DE INSTALACIONES.

El cruce de líneas eléctricas subterráneas con ferrocarriles o vías férreas deberá realizarse siempre bajo tubo. Dicho tubo rebasará las instalaciones de servicio en una distancia de 1,50 m. y a una profundidad mínima de 1,30 m. con respecto a la cara inferior de las traviesas. En cualquier caso se seguirán las instrucciones del condicionado del organismo competente.

En el caso de cruzamientos entre dos líneas eléctricas subterráneas directamente enterradas, la distancia mínima a respetar será de 0,25 m.

La mínima distancia entre la generatriz del cable de energía y la de una conducción metálica no debe ser inferior a 0,30 m. Además entre el cable y la conducción debe estar interpuesta una plancha metálica de 3 mm de espesor como mínimo u otra protección mecánica equivalente, de anchura igual al menos al diámetro de la conducción y de todas formas no inferior a 0,50 m.

Análoga medida de protección debe aplicarse en el caso de que no sea posible tener el punto de cruzamiento a distancia igual o superior a 1 m. de un empalme del cable.

En el paralelismo entre el cable de energía y conducciones metálicas enterradas se debe mantener en todo caso una distancia mínima en proyección horizontal de:

- ✓ 0,50 m. para gaseoductos.
- ✓ 0,30 m. para otras conducciones.

En el caso de cruzamiento entre líneas eléctricas subterráneas y líneas de telecomunicación subterránea, el cable de energía debe, normalmente, estar situado por debajo del cable de telecomunicación. La distancia mínima entre la generatriz externa de cada uno de los dos cables no debe ser inferior a 0,50 m. El cable colocado superiormente debe estar protegido por un tubo de hierro de 1m. de largo como mínimo y de tal forma que se garantice que la distancia entre las generatrices exteriores de los cables en las zonas no protegidas, sea mayor que la mínima establecida en el caso de paralelismo, que indica a continuación, medida en proyección horizontal. Dicho tubo de hierro debe estar protegido contra la corrosión y presentar una adecuada resistencia mecánica; su espesor no será inferior a 2 mm.

En donde por justificadas exigencias técnicas no pueda ser respetada la mencionada distancia mínima, sobre el cable inferior debe ser aplicada una protección análoga a la indicada para el cable superior. En todo caso la distancia mínima entre los dos dispositivos de protección no debe ser inferior a 0,10 m. El

cruzamiento no debe efectuarse en correspondencia con una conexión del cable de telecomunicación, y no debe haber empalmes sobre el cable de energía a una distancia inferior a 1 m.

En el caso de paralelismo entre líneas eléctricas subterráneas y líneas de telecomunicación subterráneas, estos cables deben estar a la mayor distancia posible entre sí. En donde existan dificultades técnicas importantes, se puede admitir una distancia mínima en proyección sobre un plano horizontal, entre los puntos más próximos de las generatrices de los cables, no inferior a 0,50 m. en los cables interurbanos o a 0,30 m. en los cables urbanos.

9.2.4. TENDIDO DE CABLES BAJO TUBO.

Cuando el cable se tienda a mano o con cabrestantes y dinamómetro, y haya que pasar el mismo por un tubo, se facilitará esta operación mediante una cuerda, unida a la extremidad del cable, que llevará incorporado un dispositivo de manga tiracables, teniendo cuidado de que el esfuerzo de tracción sea lo más débil posible, con el fin de evitar alargamiento de la funda de plomo, según se ha indicado anteriormente.

Se situará un hombre en la embocadura de cada cruce de tubo, para guiar el cable y evitar el deterioro del mismo o rozaduras en el tramo del cruce.

Los cables de media tensión unipolares de un mismo circuito, pasarán todos juntos por un mismo tubo dejándolos sin encintar dentro del mismo.

Nunca se deberán pasar dos cables trifásicos de media tensión por un tubo.

En aquellos casos especiales que a juicio del Supervisor de la Obra se instalen los cables unipolares por separado, cada fase pasará por un tubo y en estas circunstancias los tubos no podrán ser nunca metálicos.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el proyecto, o en su defecto donde indique el Supervisor de Obra (según se indica en el apartado CRUCES (cables entubados)).

Una vez tendido el cable, los tubos se taparán perfectamente con cinta de yute Pirelli Tupir o similar, para evitar el arrastre de tierras, roedores, etc., por su interior y servir a la vez de almohadilla del cable. Para ello se sierra el rollo de cinta en sentido radial y se ajusta a los diámetros del cable y del tubo quitando las vueltas que sobren.

9.2.5. MONTAJES.

9.2.5.1. EMPALMES.

Se ejecutarán los tipos denominados reconstruidos indicados en el proyecto, cualquiera que sea su aislamiento: papel impregnado, polímero o plástico.

Para su confección se seguirán las normas dadas por el Director de Obra o en su defecto las indicadas por el fabricante del cable o el de los empalmes.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en no romper el papel al doblar las venas del cable, así como en realizar los baños de aceite con la frecuencia necesaria para evitar coqueas. El corte de los rollos de papel se hará por rasgado y no con tijera, navaja, etc.

En los cables de aislamiento seco, se prestará especial atención a la limpieza de las trazas de cinta semiconductora pues ofrecen dificultades a la vista y los efectos de una deficiencia en este sentido pueden originar el fallo del cable en servicio.

9.2.5.2. BOTELLAS TERMINALES SIMÉTRICAS.

Se utilizará el tipo indicado en el proyecto, siguiendo para su confección las normas que dicte el Director de Obra o en su defecto el fabricante del cable o el de las botellas terminales.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en las soldaduras, de forma que no queden poros por donde pueda pasar humedad, así como en el relleno de las botellas, realizándose éste con calentamiento previo de la botella terminal y de forma que la pasta rebase por la parte superior.

Asimismo, se tendrá especial cuidado en el doblado de los cables de papel impregnado, para no rozar el papel, así como en la confección del cono difusor de flujos en los cables de campo radial, prestando atención especial a la continuidad de la pantalla.

Se recuerdan las mismas normas sobre el corte de los rollos de papel, y la limpieza de los trozos de cinta semiconductora dadas en el apartado anterior de Empalmes.

9.2.5.3. AUTOVALVULAS Y SECCIONADOR.

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico serán pararrayos autovalvulares tal y como se indica en la memoria del proyecto, colocados sobre el apoyo de entronque A/S, inmediatamente después del Seccionador según el sentido de la corriente. El conductor de tierra del pararrayo se colocará por el interior del apoyo resguardado por las caras del angular del montaje y hasta tres metros del suelo e irá protegido mecánicamente por un tubo de material no ferromagnético.

El conductor de tierra a emplear será de cobre aislado para la tensión de servicio, de 50 mm² de sección y se unirá a los electrodos de barra necesarios para alcanzar una resistencia de tierra inferior a 20.

La separación de ambas tomas de tierra será como mínimo de 5 m.

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

Los conductores de tierra atravesarán la cimentación del apoyo mediante tubos de fibrocemento de 6 cm. inclinados de manera que partiendo de una profundidad mínima de 0,60 m. emerjan lo más recto posible de la peana en los puntos de bajada de sus respectivos conductores.

9.2.5.4. HERRAJES Y CONEXIONES.

Se procurará que los soportes de las botellas terminales queden fijos tanto en las paredes de los centros de transformación como en las torres metálicas y tengan la debida resistencia mecánica para soportar el peso de los soportes, botellas terminales y cable.

Asimismo, se procurará que queden completamente horizontales.

9.2.5.5. COLOCACION DE SOPORTES Y PALOMILLAS.

Soportes y palomillas para cables sobre muros de hormigón.

Antes de proceder a la ejecución de taladros, se comprobará la buena resistencia mecánica de las paredes, se realizará asimismo el replanteo para que una vez colocados los cables queden bien sujetos sin estar forzados.

El material de agarre que se utilice será el apropiado para que las paredes no queden debilitadas y las palomillas soporten el esfuerzo necesario para cumplir la misión para la que se colocan.

Soportes y palomillas para cables sobre muros de ladrillo.

Igual al apartado anterior, pero sobre paredes de ladrillo.

9.2.6. VARIOS.

9.2.6.1. Colocación de cables en tubos y engrapado en columna (entronques aéreo-subterráneos para M.T.).

Los tubos serán de poliéster y se colocarán de forma que no dañen a los cables y queden fijos a la columna, poste u obra de fábrica, sin molestar el tránsito normal de la zona, con 0,50 m. aproximadamente bajo el nivel del terreno, y 2,50 m. sobre él. Cada cable unipolar de M.T. pasará por un tubo.

El engrapado del cable se hará en tramos de uno o dos metros, de forma que se repartan los esfuerzos sin dañar el aislamiento del cable.

El taponado del tubo será hermético y se hará con un capuchón de protección de neopreno o en su defecto, con cinta adhesiva o de relleno, pasta que cumpla su misión de taponar, no ataque el aislamiento del cable y no se estropee o resquebraje con el tiempo para los cables con aislamiento seco. Los de aislamiento de papel se taponarán con un rollo de cinta Tupir adaptado a los diámetros del cable y del tubo.

9.2.7. TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLES.

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado, asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque.

9.3. CONDICIONES TECNICAS PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE CENTROS DE TRANSFORMACION DE INTERIOR

9.3.1. OBJETO.

Este Pliego de Condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de construcción y montaje de centros de transformación, así como de las condiciones técnicas del material a emplear.

9.3.2. OBRA CIVIL.

Corresponde al Contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

9.3.2.1. EMPLAZAMIENTO.

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

El emplazamiento del centro debe ser tal que esté protegido de inundaciones y filtraciones.

En el caso de terrenos inundables el suelo del centro debe estar, como mínimo, 0,20 m por encima del máximo nivel de aguas conocido, o si no al centro debe proporcionársele una estanquidad perfecta hasta dicha cota.

El local que contiene el centro debe estar construido en su totalidad con materiales incombustibles.

9.3.2.2. EXCAVACION.

Se efectuará la excavación, si fuera necesario, con arreglo a las dimensiones y características del centro y hasta la cota necesaria indicada en el Proyecto.

La carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes será por cuenta del Contratista.

9.3.2.3. ACONDICIONAMIENTO.

Como norma general, una vez realizada la excavación se extenderá una capa de arena de 15 cm de espesor aproximadamente, procediéndose a continuación a su nivelación y compactación.

En caso de ubicaciones especiales, y previo a la realización de la nivelación mediante el lecho de arena, habrá que tener presente las siguientes medidas:

- ✓ Terrenos no compactados. Será necesario realizar un asentamiento adecuado a las condiciones del terreno, pudiendo incluso ser necesaria la construcción de una bancada de hormigón de forma que distribuya las cargas en una superficie más amplia.
- ✓ Terrenos en ladera. Se realizará la excavación de forma que se alcance una plataforma de asiento en zona suficientemente compactada y de las dimensiones necesarias para que el asiento sea completamente horizontal. Puede ser necesaria la canalización de las aguas de lluvia de la parte alta, con objeto de que el agua no arrastre el asiento del CT.
- ✓ Terrenos con nivel freático alto. En estos casos, o bien se eleva la capa de asentamiento del CT por encima del nivel freático, o bien se protege al CT mediante un revestimiento impermeable que evite la penetración de agua en el hormigón.

9.3.2.4. EDIFICIO PREFABRICADO DE HORMIGON.

Los distintos edificios prefabricados de hormigón se ajustarán íntegramente a las distintas Especificaciones de Materiales de la compañía suministradora, verificando su diseño los siguientes puntos:

- ✓ Los suelos estarán previstos para las cargas fijas y rodantes que implique el material.
- ✓ Se preverán, en lugares apropiados del edificio, orificios para el paso del interior al exterior de los cables destinados a la toma de tierra, y cables de B.T. y M.T. Los orificios estarán inclinados y desembocarán hacia el exterior a una profundidad de 0,40 m del suelo como mínimo.
- ✓ También se preverán los agujeros de empotramiento para herrajes del equipo eléctrico y el emplazamiento de los carriles de rodamiento de los transformadores. Asimismo se tendrán en cuenta los pozos de aceite, sus conductos de drenaje, las tuberías para conductores de tierra, registros para las tomas de tierra y canales para los cables A.T. y B.T. En los lugares de paso, estos canales estarán cubiertos por losas amovibles.
- ✓ Los muros prefabricados de hormigón podrán estar constituidos por paneles convenientemente ensamblados, o bien formando un conjunto con la cubierta y la solera, de forma que se impida totalmente el riesgo de filtraciones.
- ✓ La cubierta estará debidamente impermeabilizada de forma que no quede comprometida su estanquidad, ni haya riesgo de filtraciones. Su cara interior podrá quedar como resulte después

del desencofrado. No se efectuará en ella ningún empotramiento que comprometa su estanquidad.

- ✓ El acabado exterior del centro será normalmente liso y preparado para ser recubierto por pinturas de la debida calidad y del color que mejor se adapte al medio ambiente. Cualquier otra terminación: canto rodado, recubrimientos especiales, etc., podrá ser aceptada. Las puertas y recuadros metálicos estarán protegidos contra la oxidación.
- ✓ La cubierta estará calculada para soportar la sobrecarga que corresponda a su destino, para lo cual se tendrá en cuenta lo que al respecto fija la Norma UNE-EN 61330.
- ✓ Las puertas de acceso al centro de transformación desde el exterior cumplirán íntegramente lo que al respecto fija la Norma UNE-EN 61330. En cualquier caso, serán incombustibles, suficientemente rígidas y abrirán hacia afuera de forma que puedan abatirse sobre el muro de fachada.

Se realizará el transporte, la carga y descarga de los elementos constitutivos del edificio prefabricado, sin que éstos sufran ningún daño en su estructura. Para ello deberán usarse los medios de fijación previstos por el fabricante para su traslado y ubicación, así como las recomendaciones para su montaje.

De acuerdo con la Recomendación UNESA 1303-A, el edificio, una vez instalado, su interior será una superficie equipotencial. Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial, estarán unidas entre sí mediante soldaduras eléctricas. Las conexiones entre varillas metálicas pertenecientes a diferentes elementos, se efectuarán de forma que se consiga la equipotencialidad entre éstos.

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial podrá ser accesible desde el exterior del edificio, excepto las piezas que, insertadas en el hormigón, estén destinadas a la manipulación de las paredes y de la cubierta, siempre que estén situadas en las partes superiores de éstas.

Cada pieza de las que constituyen el edificio deberán disponer de dos puntos metálicos, lo más separados entre sí, y fácilmente accesibles, para poder comprobar la continuidad eléctrica de la armadura. La continuidad eléctrica podrá conseguirse mediante los elementos mecánicos del ensamblaje.

9.3.2.5. EVACUACION Y EXTINCION DEL ACEITE AISLANTE.

Las paredes y techos de las celdas que han de alojar aparatos con baño de aceite, deberán estar construidas con materiales resistentes al fuego, que tengan la resistencia estructural adecuada para las condiciones de empleo.

Con el fin de permitir la evacuación y extinción del aceite aislante, se preverán pozos con revestimiento estanco, teniendo en cuenta el volumen de aceite que puedan recibir. En todos los pozos se preverán apagafuegos superiores, tales como lechos de guijarros de 5 cm de diámetro aproximadamente, sifones

en caso de varios pozos con colector único, etc. Se recomienda que los pozos sean exteriores a la celda y además inspeccionables.

9.3.2.6. VENTILACION.

Los locales estarán provistos de ventilación para evitar la condensación y, cuando proceda, refrigerar los transformadores.

Normalmente se recurrirá a la ventilación natural, aunque en casos excepcionales podrá utilizarse también la ventilación forzada.

Cuando se trate de ubicaciones de superficie, se empleará una o varias tomas de aire del exterior, situadas a 0,20 m. del suelo como mínimo, y en la parte opuesta una o varias salidas, situadas lo más altas posible.

En ningún caso las aberturas darán sobre locales a temperatura elevada o que contengan polvo perjudicial, vapores corrosivos, líquidos, gases, vapores o polvos inflamables.

Todas las aberturas de ventilación estarán dispuestas y protegidas de tal forma que se garantice un grado de protección mínimo de personas contra el acceso a zonas peligrosas, contra la entrada de objetos sólidos extraños y contra la entrada del agua IP23D, según Norma UNE-EN 61330.

9.3.3. INSTALACION ELECTRICA.

9.3.3.1. APARAMENTA A.T.

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica y tipo "modular". De esta forma, en caso de avería, será posible retirar únicamente la celda dañada, sin necesidad de desaprovechar el resto de las funciones.

Utilizarán el hexafluoruro de azufre (SF6) como elemento de corte y extinción. El aislamiento integral en SF6 confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro de transformación por efecto de riadas. Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entrada de agua en el centro. El corte en SF6 resulta también más seguro que el aire, debido a lo expuesto anteriormente.

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

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, dotadas de curvas

CEI normalizadas (bien sean normalmente inversas, muy inversas o extremadamente inversas), y entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

Los cables se conexionarán desde la parte frontal de las cabinas. Los accionamientos manuales irán reagrupados en el frontal de la celda a una altura ergonómica a fin de facilitar la explotación.

El interruptor y el seccionador de puesta a tierra será un único aparato, de tres posiciones (cerrado, abierto y puesto a tierra), asegurando así la imposibilidad de cierre simultáneo del interruptor y seccionador de puesta a tierra. La posición de seccionador abierto y seccionador de puesta a tierra cerrado serán visibles directamente a través de mirillas, a fin de conseguir una máxima seguridad de explotación en cuanto a la protección de personas se refiere.

Las celdas responderán en su concepción y fabricación a la definición de apartamento bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE 20099. Se deberán distinguir al menos los siguientes compartimentos:

- ✓ Compartimiento de aparellaje. Estará relleno de SF6 y sellado de por vida. El sistema de sellado será comprobado individualmente en fabricación y no se requerirá ninguna manipulación del gas durante toda la vida útil de la instalación (hasta 30 años). Las maniobras de cierre y apertura de los interruptores y cierre de los seccionadores de puesta a tierra se efectuarán con la ayuda de un mecanismo de acción brusca independiente del operador.
- ✓ Compartimiento del juego de barras. Se compondrá de tres barras aisladas conexionadas mediante tornillos.
- ✓ Compartimiento de conexión de cables. Se podrán conectar cables secos y cables con aislamiento de papel impregnado. Las extremidades de los cables serán simplificadas para cables secos y termorretráctiles para cables de papel impregnado.
- ✓ Compartimiento de mando. Contiene los mandos del interruptor y del seccionador de puesta a tierra, así como la señalización de presencia de tensión. Se podrán montar en obra motorizaciones, bobinas de cierre y/o apertura y contactos auxiliares si se requieren posteriormente.
- ✓ Compartimiento de control. En el caso de mandos motorizados, este compartimiento estará equipado de bornas de conexión y fusibles de baja tensión. En cualquier caso, este compartimiento será accesible con tensión, tanto en barras como en los cables.

Las características generales de las celdas son las siguientes, en función de la tensión nominal (U_n):

$U_n \leq 20 \text{ kV}$

- ✓ Tensión asignada: 24 kV
- ✓ Tensión soportada a frecuencia industrial durante 1 minuto:

- A tierra y entre fases: 50 kV
- A la distancia de seccionamiento: 60 kV.
- Tensión soportada a impulsos tipo rayo (valor de cresta):
- A tierra y entre fases: 125 kV
- A la distancia de seccionamiento: 145 kV.

20 kV < Un ≤ 36 kV

- ✓ Tensión asignada: 36 kV
- ✓ Tensión soportada a frecuencia industrial durante 1 minuto:
 - A tierra y entre fases: 70 kV
 - A la distancia de seccionamiento: 80 kV.
- ✓ Tensión soportada a impulsos tipo rayo (valor de cresta):
 - A tierra y entre fases: 170 kV
 - A la distancia de seccionamiento: 195 kV.

9.3.3.2. EQUIPOS DE MEDIDA.

Cuando el centro de transformación sea tipo "abonado", se instalará un equipo de medida compuesto por transformadores de medida, ubicados en una celda de medida de A.T., y un equipo de contadores de energía activa y reactiva, ubicado en el armario de contadores, así como de sus correspondientes elementos de conexión, instalación y precintado.

Los transformadores de medida deberán tener las dimensiones adecuadas de forma que se puedan instalar en la celda de A.T. guardando las distancias correspondientes a su aislamiento. Por ello será preferible que sean suministrados por el propio fabricante de las celdas, ya instalados en ellas. En el caso de que los transformadores no sean suministrados por el fabricante de las celdas se le deberá hacer la consulta sobre el modelo exacto de transformadores que se van a instalar, a fin de tener la garantía de que las distancias de aislamiento, pletinas de interconexión, etc. serán las correctas.

Los contadores de energía activa y reactiva estarán homologados por el organismo competente.

Los cables de los circuitos secundarios de medida estarán constituidos por conductores unipolares, de cobre de 1 kV de tensión nominal, del tipo no propagador de la llama, de polietileno reticulado o etileno-propileno, de 4 mm² de sección para el circuito de intensidad y para el neutro y de 2,5 mm² para el circuito de tensión. Estos cables irán instalados bajo tubos de acero (uno por circuito) de 36 mm de diámetro interior, cuyo recorrido será visible o registrable y lo más corto posible.

La tierra de los secundarios de los transformadores de tensión y de intensidad se llevarán directamente de cada transformador al punto de unión con la tierra para medida y de aquí se llevará, en un solo hilo, a la regleta de verificación.

La tierra de medida estará unida a la tierra del neutro de Baja Tensión constituyendo la tierra de servicio, que será independiente de la tierra de protección.

En general, para todo lo referente al montaje del equipo de medida, precintabilidad, grado de protección, etc. se tendrán en cuenta lo indicado a tal efecto en la normativa de la compañía suministradora.

9.3.3.3. ACOMETIDAS SUBTERRANEAS.

Los cables de alimentación subterránea entrarán en el centro, alcanzando la celda que corresponda, por un canal o tubo. Las secciones de estos canales y tubos permitirán la colocación de los cables con la mayor facilidad posible. Los tubos serán de superficie interna lisa, siendo su diámetro 1,6 veces el diámetro del cable como mínimo, y preferentemente de 15 cm. La disposición de los canales y tubos será tal que los radios de curvatura a que deban someterse los cables serán como mínimo igual a 10 veces su diámetro, con un mínimo de 0,60 m.

Después de colocados los cables se obstruirá el orificio de paso por un tapón al que, para evitar la entrada de roedores, se incorporarán materiales duros que no dañen el cable.

En el exterior del centro los cables estarán directamente enterrados, excepto si atraviesan otros locales, en cuyo caso se colocarán en tubos o canales. Se tomarán las medidas necesarias para asegurar en todo momento la protección mecánica de los cables, y su fácil identificación.

Los conductores de alta tensión y baja tensión estarán constituidos por cables unipolares de aluminio con aislamiento seco termoestable, y un nivel de aislamiento acorde a la tensión de servicio.

9.3.3.4. ALUMBRADO.

El alumbrado artificial, siempre obligatorio, será preferiblemente de incandescencia.

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de manera que los aparatos de seccionamiento no queden en una zona de sombra; permitirán además la lectura correcta de los aparatos de medida. Se situarán de tal manera que la sustitución de lámparas pueda efectuarse sin necesidad de interrumpir la media tensión y sin peligro para el operario.

Los interruptores de alumbrado se situarán en la proximidad de las puertas de acceso.

La instalación para el servicio propio del CT llevará un interruptor diferencial de alta sensibilidad (30 mA).

9.3.3.5. PUESTAS A TIERRA.

Las puestas a tierra se realizarán en la forma indicada en el proyecto, debiendo cumplirse estrictamente lo referente a separación de circuitos, forma de constitución y valores deseados para las puestas a tierra.

Condiciones de los circuitos de puesta a tierra

- ✓ No se unirán al circuito de puesta a tierra las puertas de acceso y ventanas metálicas de ventilación del CT.
- ✓ La conexión del neutro a su toma se efectuará, siempre que sea posible, antes del dispositivo de seccionamiento B.T.
- ✓ En ninguno de los circuitos de puesta a tierra se colocarán elementos de seccionamiento.
- ✓ Cada circuito de puesta a tierra llevará un borne para la medida de la resistencia de tierra, situado en un punto fácilmente accesible.
- ✓ Los circuitos de tierra se establecerán de manera que se eviten los deterioros debidos a acciones mecánicas, químicas o de otra índole.
- ✓ La conexión del conductor de tierra con la toma de tierra se efectuará de manera que no haya peligro de aflojarse o soltarse.
- ✓ Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea continua, en la que no podrán incluirse en serie las masas del centro. Siempre la conexión de las masas se efectuará por derivación.
- ✓ Los conductores de tierra enterrados serán de cobre, y su sección nunca será inferior a 50 mm².
- ✓ Cuando la alimentación a un centro se efectúe por medio de cables subterráneos provistos de cubiertas metálicas, se asegurará la continuidad de éstas por medio de un conductor de cobre lo más corto posible, de sección no inferior a 50 mm². La cubierta metálica se unirá al circuito de puesta a tierra de las masas.
- ✓ La continuidad eléctrica entre un punto cualquiera de la masa y el conductor de puesta a tierra, en el punto de penetración en el suelo, satisfará la condición de que la resistencia eléctrica correspondiente sea inferior a 0,4 ohmios.

9.3.4. NORMAS DE EJECUCION DE LAS INSTALACIONES.

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 a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

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

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

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

9.3.5. PRUEBAS REGLAMENTARIAS.

La aparatamenta 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 fabricada.

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

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

Las pruebas y ensayos a que serán sometidas las celdas una vez terminada su fabricación serán las siguientes:

- ✓ Prueba de operación mecánica.
- ✓ Prueba de dispositivos auxiliares, hidráulicos, neumáticos y eléctricos.
- ✓ Verificación de cableado.
- ✓ Ensayo de frecuencia industrial.
- ✓ Ensayo dieléctrico de circuitos auxiliares y de control.
- ✓ Ensayo de onda de choque 1,2/50 ms.
- ✓ Verificación del grado de protección.

9.3.6. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.

9.3.6.1. PREVENCIÓNES GENERALES.

Queda terminantemente prohibida la entrada en el local a toda persona ajena al servicio y siempre que el encargado del mismo se ausente, deberá 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 al 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 nunca agua.

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

Todas las maniobras se efectuarán colocándose convenientemente sobre la banqueta.

Cada grupo de celdas llevará una placa de características con los siguientes datos:

- ✓ Nombre del fabricante.
- ✓ Tipo de apartamentada y número de fabricación.
- ✓ Año de fabricación.
- ✓ Tensión nominal.
- ✓ Intensidad nominal.
- ✓ Intensidad nominal de corta duración.
- ✓ Frecuencia industrial.

Junto al accionamiento de la apartamentada de las celdas se incorporarán, de forma gráfica y clara, las marcas e indicaciones necesarias para la correcta manipulación de dicha apartamentada.

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

9.3.6.2. PUESTA EN SERVICIO.

Se conectarán 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.

9.3.6.3. SEPARACION DE SERVICIO.

Se procederá en orden inverso al determinado en el apartado anterior, o sea, desconectando la red de baja tensión y separando después el interruptor de alta y seccionadores.

9.3.6.4. MANTENIMIENTO.

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

A fin de asegurar un buen contacto en las mordazas de los fusibles y cuchillas de los interruptores, así como en las bornas de fijación de las líneas de alta y de baja tensión, la limpieza se efectuará con la debida frecuencia. Esta se hará sobre banqueta, con trapos perfectamente secos, y teniendo muy presente que el aislamiento que es necesario para garantizar la seguridad personal, sólo se consigue teniendo en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.

Si es necesario cambiar los fusibles, se emplearán de las mismas características de resistencia y curva de fusión.

La temperatura del líquido refrigerante no debe sobrepasar los 60°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.

9.3.7. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACION.

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

- ✓ Autorización administrativa.
- ✓ Proyecto, suscrito por técnico competente.
- ✓ Certificado de tensiones de paso y contacto, por parte de empresa homologada.

- ✓ Certificado de Dirección de obra.
- ✓ Contrato de mantenimiento.
- ✓ Escrito de conformidad por parte de la compañía suministradora.

9.3.8. LIBRO DE ÓRDENES.

Se dispondrá en el centro de transformación de un libro de órdenes, en el que se harán constar las incidencias surgidas en el transcurso de su ejecución y explotación, incluyendo cada visita, revisión, etc.

9.3.9. RECEPCION DE LA OBRA.

Durante la obra o una vez finalizada la misma, el Director de Obra podrá verificar 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 incluirán los siguientes conceptos:

- ✓ Aislamiento. Consistirá en la medición de la resistencia de aislamiento del conjunto de la instalación y de los aparatos más importantes.
- ✓ Ensayo dieléctrico. Todo el material que forma parte del equipo eléctrico del centro deberá haber soportado por separado las tensiones de prueba a frecuencia industrial y a impulso tipo rayo.
- ✓ Instalación de puesta a tierra. Se comprobará la medida de las resistencias de tierra, las tensiones de contacto y de paso, la separación de los circuitos de tierra y el estado y resistencia de los circuitos de tierra.
- ✓ Regulación y protecciones. Se comprobará el buen estado de funcionamiento de los relés de protección y su correcta regulación, así como los calibres de los fusibles.
- ✓ Transformadores. Se medirá la acidez y rigidez dieléctrica del aceite de los transformadores.

Zaragoza, Diciembre 2019



El Ingeniero Industrial

Sergio Torné Darriba

Colegiado nº 1836



10. MEDICIONES Y PRESUPUESTO



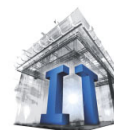
10.1. PRESUPUESTO Y MEDICIONES



PRESUPUESTO Y MEDICIONES

C.E.I.. DE 9 UDS, COMEDOR Y GIMNASIO. PARQUE VENECIA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 01 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y ACOMETIDA MT									
SUBCAPÍTULO 01.01 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN									
APARTADO 01.01.01 OBRA CIVIL									
01.01.01.01	Ud EDIFICIO DE HORMIGÓN Suministro y montaje de Edificio de hormigón compacto modelo EHC3T1DEZ , de dimensiones exteriores 3.760 x 2.500 y altura útil 2.535 mm., incluyendo su transporte y montaje. Completamente montado e instalado	1				1,00	1,00		
							1,00	5.777,45	5.777,45
01.01.01.02	Ud EXCAVACIÓN DE FOSO Excavación de un foso de dimensiones 3.500 x 4.500 mm. para alojar el edificio prefabricado compacto EHC3, con un lecho de arena nivelada de 150 mm. (quedando una profundidad de foso libre de 530 mm.) y acondicionamiento perimetral una vez montado.	1				1,00	1,00		
							1,00	1.230,67	1.230,67
TOTAL APARTADO 01.01.01 OBRA CIVIL									7.008,12
APARTADO 01.01.02 APARAMENTA ALTA TENSIÓN									
01.01.02.01	Ud Compacto Schneider Electric RM6 2IQ (2L+1P) Suministro y montaje de Compacto Schneider Electric gama RM6, modelo RM6 2IQ (2L+1P), referencia RM62LPAEZ, para dos funciones de línea 630 A y una de protección, equipadas con bobina de apertura y fusibles, según memoria, con capotes cubrebornas e indicadores de tensión. completa-mente montado e Instalado.	1				1,00	1,00		
							1,00	5.667,15	5.667,15
01.01.02.02	Ud Juego de 3 conectores apantallados en "T" Suministro y montaje de Juego de 3 conectores apantallados en "T" roscados M16 630 A para celda RM6., completamente montado e instalado	2				2,00	2,00		
							2,00	315,53	631,06
01.01.02.03	Ud Juego de 3 conectores apantallados rectos Suministro y montaje de juego de 3 conectores apantallados enchufables rectos lisos 200 A para celda RM6, completamente montados e instalados.	1				1,00	1,00		
							1,00	174,53	174,53
TOTAL APARTADO 01.01.02 APARAMENTA ALTA TENSIÓN									6.472,74



PRESUPUESTO Y MEDICIONES

C.E.I.. DE 9 UDS, COMEDOR Y GIMNASIO. PARQUE VENECIA

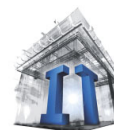
CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
APARTADO 01.01.03 TRANSFORMADOR									
01.01.03.01	Ud	TRANSFORMADOR							
	Suministro y montaje de Ud. Transformador reductor de llenado integral, marcal LAYBOX, de interior y en baño de aceite mineral (según Norma GE FND001 y UE 548/2014 de ecodiseño). Potencia nominal: 400 kVA. Relación: 16/0.42 kV. Tensión secundaria vacío: 420 V. Tensión cortocircuito: 4 %. Regulación: +/-2,5%, +/-5%, +10%. Grupo conexión: Dyn11. Referencia: TRFEND0400-24 Tensión cortocircuito: 4 %. Regulación: +/-2,5%, +/-5%, +10%. Grupo conexión: Dyn11. Completamente montado e instalado	1				1,00	1,00		
							1,00	7.780,74	7.780,74
01.01.03.02	Ud	PASATAPAS							
	Suministro y montaje de Complemento de 3 pasatapas para conexión a bornas enchufables en MT en la tapa del transformador. Completamente montado e instalado	1				1,00	1,00		
							1,00	27,28	27,28
01.01.03.03	Ud	PUENTES							
	Suministro y montaje de Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 12/20 kV, de 95 mm ² en Al con sus correspondientes elementos de conexión. Completamente montados e instalados	1				1,00	1,00		
							1,00	407,27	407,27
01.01.03.04	Ud	PUENTES BT							
	Suministro y montaje de Juego de puentes de cables BT unipolares de aislamiento seco 0.6/1 kV de Al, de 2x240mm ² para las fases y de 1x240mm ² para el neutro y demás características según memoria, completamente montados e instalados.	1				1,00	1,00		
							1,00	1.552,80	1.552,80
01.01.03.05	Ud	TERMÓMETRO							
	Suministro y montaje de Termómetro para protección térmica de transformador, incorporado en el mismo, y sus conexiones a la alimentación y al elemento disparador de la protección correspondiente, debidamente protegidas contra sobreintensidades, completamente montados e instalados.	1				1,00	1,00		
							1,00	90,88	90,88
TOTAL APARTADO 01.01.03 TRANSFORMADOR									9.858,97



PRESUPUESTO Y MEDICIONES

C.E.I.. DE 9 UDS, COMEDOR Y GIMNASIO. PARQUE VENECIA

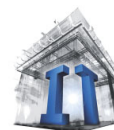
CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
APARTADO 01.01.04 EQUIPOS BAJA TENSION									
01.01.04.01	Ud CUADRO DE DISTRIBUCIÓN BT Suministro y montaje de Cuadro de distribución baja tensión modelo CBT4SND, con fusibles NH, completamente montado e instalado.	1				1,00	1,00		
							1,00	1.254,51	1.254,51
TOTAL APARTADO 01.01.04 EQUIPOS BAJA TENSION.....									1.254,51
APARTADO 01.01.05 PUESTA A TIERRA									
01.01.05.01	Ud TIERRAS EXTERIORES 5/62 UNESA Suministro y montaje de tierras exteriores código 5/62 Unesa, incluyendo 6 picas de 2,00 m. de longitud, cable de cobre desnudo, cable de cobre aislado de 0,6/1kV y elementos de conexión, instalado, según se describe en proyecto. Se incluye en esta partida el mallazo equipotencial necesario embebido en la solera de hormigon del centro Herrajes centro de transformacion	1				1,00	1,00		
							1,00	736,69	736,69
01.01.05.02	Ud TIERRAS INTERIORES Suministro y montaje de tierras interiores para poner en continuidad con las tierras exteriores, formado por cable de 50mm2 de Cu desnudo para la tierra de protección y aislado para la de servicio, con sus conexiones y cajas de seccionamiento, instalado, según memoria. Todo ello completamente montado e instalado	1				1,00	1,00		
							1,00	611,62	611,62
01.01.05.03	Ud TIERRAS EXTERIORES 40-30/5/42 UNESA Suministro y montaje de de tierras exteriores código 40-30/5/42 Unesa, incluyendo 4 picas de 2,00 m. de longitud, cable de cobre desnudo, cable de cobre aislado de 0,6/1kV y elementos de conexión, instalado, según se describe en proyecto. Neutro Transformador	1				1,00	1,00		
							1,00	591,85	591,85
TOTAL APARTADO 01.01.05 PUESTA A TIERRA									1.940,16



PRESUPUESTO Y MEDICIONES

C.E.I.. DE 9 UDS, COMEDOR Y GIMNASIO. PARQUE VENECIA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
APARTADO 01.01.06 VARIOS									
01.01.06.01	Ud					BANQUETA			
	Suministro y montaje de Banqueta aislante para maniobrar apartamenta.	1				1,00	1,00		
								122,36	122,36
01.01.06.02	Ud					GUANTES			
	Suministro de Par de guantes de maniobra.	1				1,00	1,00		
								61,67	61,67
01.01.06.03	Ud					PLACA PELIGRO DE MUERTE			
	Suministro y montaje de Placa reglamentaria PELIGRO DE MUERTE, instaladas.	2				2,00	2,00		
								17,24	34,48
01.01.06.04	Ud					PLACA P.AUX.			
	Suministro y montaje de Placa reglamentaria PRIMEROS AUXILIOS, instalada.	1				1,00	1,00		
								17,24	17,24
01.01.06.05	Ud					INSTALACIÓN INCENDIOS			
	Suministro y montaje de Instalación de protección contra incendios compuesta por un extintor de CO2 y otro de polvo polivalente eficacia 21A-113B, con soporte y elementos necesarios según normas UNE, certificados, letreros. Medida la unidad instalada.	1				1,00	1,00		
								142,17	142,17
01.01.06.06	Ud					PUNTO DE LUZ			
	Suministro y montaje de Punto de luz incandescente adecuado para proporcionar nivel de iluminación suficiente para la revisión y manejo del centro, incluidos sus elementos de mando y protección, y equipos de iluminación y emergencias montado e instalado.	1				1,00	1,00		
								288,68	288,68
01.01.06.07	LEGALIZACION INSTALACION								
	Legalizacion completa del centro de transformacion, en Industria y en Compañia suministradora hasta la obtencion de la autorizacion administrativa de puesta en funcionamiento incluyendo proyecto, certificados, visados, protocolos tasas de tramitacion, y todo completamente legalizado	1				1,00	1,00		
								827,76	827,76
TOTAL APARTADO 01.01.06 VARIOS									1.494,36
TOTAL SUBCAPÍTULO 01.01 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN									28.028,86



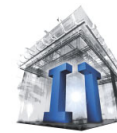
PRESUPUESTO Y MEDICIONES

C.E.I.. DE 9 UDS, COMEDOR Y GIMNASIO. PARQUE VENECIA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 01.02 P.A. CONEXIÓN S/CC.SS.									
01.02.01	Ud	PAGO DE CONDICIONES DE SUMINISTRO ERZ ENDESA							
	Ejecucion completa y legalizada de acometida de Media Tension para dar servicio al Centro de transformacion comprendiendo los siguientes trabajos: - Pago de Condiciones de Suministro de ERZ ENDESA. Supervision y trabajos de adecuacion de instalaciones - Ejecucion de los trabjos de obra civil de apertura y cierre de zanjas y pavimento en los puntos de entronque con la red de compañía segun sus condiciones. (El pavimento se repondrá como estaba) - Realizacion del proyecto, certificado, ejecucion de las obras completas y tramitacion y legalizacion de la nueva red subterranea de acometida de MT , con cable RH5Z1 3x1x240 mm2 12/20 KV AL, doble circuito desde el punto de conexion que aparece en las condiciones de suministro hasta el nuevo centro de seccionamiento, transformacion y medida, incluyendo los trabajos de obra civil necesarios tanto de apertura de zanja como de relleno y reposicion de las mismas , y acabado de pavimento, asi como la instalacion electrica del cable , todo ello segun condiciones de compañía suministradora, completamente montado, instalado , tramitado y legalizado								
	Medida la unidad ejecutada.	1				1,00		1,00	
							1,00	8.894,01	8.894,01
01.02.02	MI LÍNEA RH5Z1 12/20 KV 400 mm Al								
	Suministro y Tendido de cables unipolares con tres conductores RHZ1 12/24 KV 400 mm² de aluminio, bajo tubo de P.V.C. y sobre lecho de arena u hormigón según acera o cruce de calzada. Colocación del cable según normas de compañía suministradora, incluso carga y transporte de bobinas y devolución de las mismas hasta el almacén. Completamente montado e instalado								
		1	130,00			130,00		130,00	
							130,00	32,38	4.209,40
TOTAL SUBCAPÍTULO 01.02 P.A. CONEXIÓN S/CC.SS.....									13.103,41
TOTAL CAPÍTULO 01 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y ACOMETIDA MT									41.132,27
TOTAL.....									41.132,27



10.2. PRECIOS DESCOMPUESTOS



CUADRO DE DESCOMPUESTOS

C.E.I.. DE 9 UDS, COMEDOR Y GIMNASIO. PARQUE VENECIA

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
--------	-------------	---------	--------	----------	---------

CAPÍTULO 01 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y ACOMETIDA MT

SUBCAPÍTULO 01.01 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

APARTADO 01.01.01 OBRA CIVIL

01.01.01.01	Ud	EDIFICIO DE HORMIGÓN			
		Suministro y montaje de Edificio de hormigón compacto modelo EHC3T1DEZ , de dimensiones exteriores 3.760 x 2.500 y altura útil 2.535 mm., incluyendo su transporte y montaje.			
		Completamente montado e instalado			
mo020	2,200 h	Oficial de primera	20,70	45,54	
mo072	2,200 h	Ayudante especializado	17,97	39,53	
CARR	1,000 ud	Edificio de hormigón	5.417,26	5.417,26	
%0500	5,000 %	Medios auxiliares y costes indirectos	5.502,30	275,12	
		Sin descomposición			
			TOTAL PARTIDA	5.777,45	

01.01.01.02	Ud	EXCAVACIÓN DE FOSO			
		Excavación de un foso de dimensiones 3.500 x 4.500 mm. para alojar el edificio prefabricado compacto EHC3, con un lecho de arena nivelada de 150 mm. (quedando una profundidad de foso libre de 530 mm.) y acondicionamiento perimetral una vez montado.			
mo020	3,500 h	Oficial de primera	20,70	72,45	
mo072	3,500 h	Ayudante especializado	17,97	62,90	
EXCFOSO	1,000 ud	Excavación foso	1.036,71	1.036,71	
%0500	5,000 %	Medios auxiliares y costes indirectos	1.172,10	58,61	
		Sin descomposición			
			TOTAL PARTIDA	1.230,67	

APARTADO 01.01.02 APARAMENTA ALTA TENSIÓN

01.01.02.01	Ud	Compacto Schneider Electric RM6 2IQ (2L+1P)			
		Suministro y montaje de Compacto Schneider Electric gama RM6, modelo RM6 2IQ (2L+1P), referencia RM62LPA-EZ, para dos funciones de línea 630 A y una de protección, equipadas con bobina de apertura y fusibles, según memoria, con capotes cubrebomas e indicadores de tensión. completamente montado e instalado.			
celdaCT	1,000 ud	Compacto Schneider Electric RM6 2IQ (2L+1P)	5.316,09	5.316,09	
O01OB200	2,000 h	Oficial 1ª electricista	20,70	41,40	
O01OB210	2,000 h	Oficial 2ª electricista	19,26	38,52	
P01DW090	1,000 u	Pequeño material	1,27	1,27	
%0500	5,000 %	Medios auxiliares y costes indirectos	5.397,30	269,87	
		Sin descomposición			
			TOTAL PARTIDA	5.667,15	

01.01.02.02	Ud	Juego de 3 conectores apantallados en "T"			
		Suministro y montaje de Juego de 3 conectores apantallados en "T" roscados M16 630 A para celda RM6., completamente montado e instalado			
CONECTMT2	1,000 ud	Juego 3 conectores apantallados en "T"	280,52	280,52	
O01OB200	0,500 h	Oficial 1ª electricista	20,70	10,35	
O01OB210	0,500 h	Oficial 2ª electricista	19,26	9,63	
%0500	5,000 %	Medios auxiliares y costes indirectos	300,50	15,03	
		Sin descomposición			
			TOTAL PARTIDA	315,53	

01.01.02.03	Ud	Juego de 3 conectores apantallados rectos			
		Suministro y montaje de juego de 3 conectores apantallados enchufables rectos lisos 200 A para celda RM6, completamente montados e instalados.			
CONECTMT1	1,000 ud	Juego 3 conectores apantallados rectos	146,24	146,24	
O01OB200	0,500 h	Oficial 1ª electricista	20,70	10,35	
O01OB210	0,500 h	Oficial 2ª electricista	19,26	9,63	
%0500	5,000 %	Medios auxiliares y costes indirectos	166,20	8,31	
		Sin descomposición			
			TOTAL PARTIDA	174,53	



CUADRO DE DESCOMPUESTOS

C.E.I.. DE 9 UDS, COMEDOR Y GIMNASIO. PARQUE VENECIA

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
APARTADO 01.01.03 TRANSFORMADOR					
01.01.03.01	Ud	TRANSFORMADOR			
		Suministro y montaje de Ud. Transformador reductor de llenado integral, marca LAYBOX, de interior y en baño de aceite mineral (según Norma GE FND001 y UE 548/2014 de ecodiseño). Potencia nominal: 400 kVA. Relación: 16/0.42 kV. Tensión secundaria vacío: 420 V. Tensión cortocircuito: 4 %. Regulación: +/-2,5%, +/-5%, +10%. Grupo conexión: Dyn11. Referencia: TRFEND0400-24			
		Tensión cortocircuito: 4 %. Regulación: +/-2,5%, +/-5%, +10%. Grupo conexión: Dyn11.			
		Completamente montado e instalado			
O01OB200	2,000 h	Oficial 1ª electricista	20,70	41,40	
O01OB210	2,000 h	Oficial 2ª electricista	19,26	38,52	
P15BC070	1,000 ud	Transformador	6.971,62	6.971,62	
P15BC220	1,000 ud	Rejilla de protección	358,69	358,69	
%0500	5,000 %	Medios auxiliares y costes indirectos	7.410,20	370,51	
		Sin descomposición			
TOTAL PARTIDA					7.780,74
01.01.03.02	Ud	PASATAPAS			
		Suministro y montaje de Complemento de 3 pasatapas para conexión a bornas enchufables en MT en la tapa del transformador.			
		Completamente montado e instalado			
O01OB200	0,100 h	Oficial 1ª electricista	20,70	2,07	
PEWF	1,000 ud	Pasatapas	23,91	23,91	
%0500	5,000 %	Medios auxiliares y costes indirectos	26,00	1,30	
		Sin descomposición			
TOTAL PARTIDA					27,28
01.01.03.03	Ud	PUENTES			
		Suministro y montaje de Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 12/20 kV, de 95 mm2 en Al con sus correspondientes elementos de conexión.			
		Completamente montados e instalados			
O01OB200	0,500 h	Oficial 1ª electricista	20,70	10,35	
O01OB210	0,500 h	Oficial 2ª electricista	19,26	9,63	
PER	1,000 ud	Puentes	367,89	367,89	
%0500	5,000 %	Medios auxiliares y costes indirectos	387,90	19,40	
		Sin descomposición			
TOTAL PARTIDA					407,27
01.01.03.04	Ud	PUENTES BT			
		Suministro y montaje de Juego de puentes de cables BT unipolares de aislamiento seco 0.6/1 kV de Al, de 2x240mm2 para las fases y de 1x240mm2 para el neutro y demás características según memoria, completamente montados e instalados.			
O01OB200	2,000 h	Oficial 1ª electricista	20,70	41,40	
O01OB210	2,000 h	Oficial 2ª electricista	19,26	38,52	
PBT	1,000 ud	Puentes BT	1.398,93	1.398,93	
%0500	5,000 %	Medios auxiliares y costes indirectos	1.478,90	73,95	
		Sin descomposición			
TOTAL PARTIDA					1.552,80
01.01.03.05	Ud	TERMÓMETRO			
		Suministro y montaje de Termómetro para protección térmica de transformador, incorporado en el mismo, y sus conexiones a la alimentación y al elemento disparador de la protección correspondiente, debidamente protegidas contra sobrecorrientes, completamente montados e instalados.			
O01OB210	0,100 h	Oficial 2ª electricista	19,26	1,93	
PTERM	1,000 ud	Termómetro	84,62	84,62	
%0500	5,000 %	Medios auxiliares y costes indirectos	86,60	4,33	
		Sin descomposición			
TOTAL PARTIDA					90,88



CUADRO DE DESCOMPUESTOS

C.E.I.. DE 9 UDS, COMEDOR Y GIMNASIO. PARQUE VENECIA

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
APARTADO 01.01.04 EQUIPOS BAJA TENSION					
01.01.04.01	Ud	CUADRO DE DISTRIBUCIÓN BT			
		Suministro y montaje de Cuadro de distribución baja tensión modelo CBT4SND, con fusibles NH, completamente montado e instalado.			
O01OB200	1,000 h	Oficial 1ª electricista	20,70	20,70	
O01OB220	1,000 h	Ayudante electricista	18,84	18,84	
CUADRODISTBT	1,000 ud	Cuadro distribución baja tensión	1.214,97	1.214,97	
		Sin descomposición			
TOTAL PARTIDA					1.254,51
APARTADO 01.01.05 PUESTA A TIERRA					
01.01.05.01	Ud	TIERRAS EXTERIORES 5/62 UNESA			
		Suministro y montaje de tierras exteriores código 5/62 Unesa, incluyendo 6 picas de 2,00 m. de longitud, cable de cobre desnudo, cable de cobre aislado de 0,6/1kV y elementos de conexión, instalado, según se describe en proyecto.			
		Se incluye en esta partida el mallazo equipotencial necesario embebido en la solera de hormigon del centro			
O01OB200	2,000 h	Oficial 1ª electricista	20,70	41,40	
O01OB220	2,000 h	Ayudante electricista	18,84	37,68	
PFEW	1,000 ud	Tierras exteriores 5/62	657,61	657,61	
		Sin descomposición			
TOTAL PARTIDA					736,69
01.01.05.02	Ud	TIERRAS INTERIORES			
		Suministro y montaje de tierras interiores para poner en continuidad con las tierras exteriores, formado por cable de 50mm2 de Cu desnudo para la tierra de protección y aislado para la de servicio, con sus conexiones y cajas de seccionamiento, instalado, según memoria.			
		Todo ello completamente montado e instalado			
O01OB200	1,000 h	Oficial 1ª electricista	20,70	20,70	
O01OB220	1,000 h	Ayudante electricista	18,84	18,84	
PRE	1,000 ud	Tierras interiores	572,08	572,08	
		Sin descomposición			
TOTAL PARTIDA					611,62
01.01.05.03	Ud	TIERRAS EXTERIORES 40-30/5/42 UNESA			
		Suministro y montaje de de tierras exteriores código 40-30/5/42 Unesa, incluyendo 4 picas de 2,00 m. de longitud, cable de cobre desnudo, cable de cobre aislado de 0,6/1kV y elementos de conexión, instalado, según se describe en proyecto.			
O01OB200	0,500 h	Oficial 1ª electricista	20,70	10,35	
O01OB220	0,500 h	Ayudante electricista	18,84	9,42	
PFEW2	1,000 ud	Tierras exteriores 40-30/5/42	572,08	572,08	
		Sin descomposición			
TOTAL PARTIDA					591,85



CUADRO DE DESCOMPUESTOS

C.E.I.. DE 9 UDS, COMEDOR Y GIMNASIO. PARQUE VENECIA

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
APARTADO 01.01.06 VARIOS					
01.01.06.01	Ud	BANQUETA			
		Suministro y montaje de Banqueta aislante para maniobrar apartamenta.			
O01OA050	0,100 h	Ayudante	18,84	1,88	
PBANQ	1,000 ud	Banqueta	120,48	120,48	
		Sin descomposición			
TOTAL PARTIDA					122,36
01.01.06.02	Ud	GUANTES			
		Suministro de Par de guantes de maniobra.			
O01OA050	0,100 h	Ayudante	18,84	1,88	
PGU	1,000 ud	Guantes	59,79	59,79	
		Sin descomposición			
TOTAL PARTIDA					61,67
01.01.06.03	Ud	PLACA PELIGRO DE MUERTE			
		Suministro y montaje de Placa reglamentaria PELIGRO DE MUERTE, instaladas.			
O01OA050	0,200 h	Ayudante	18,84	3,77	
PPLA	1,000 ud	Placa	13,47	13,47	
		Sin descomposición			
TOTAL PARTIDA					17,24
01.01.06.04	Ud	PLACA P.AUX.			
		Suministro y montaje de Placa reglamentaria PRIMEROS AUXILIOS, instalada.			
O01OA050	0,200 h	Ayudante	18,84	3,77	
PPLA	1,000 ud	Placa	13,47	13,47	
		Sin descomposición			
TOTAL PARTIDA					17,24
01.01.06.05	Ud	INSTALACIÓN INCENDIOS			
		Suministro y montaje de Instalación de protección contra incendios compuesta por un extintor de CO2 y otro de polvo polivalente eficacia 21A-113B, con soporte y elementos necesarios según normas UNE, certificados, letre-ros. Medida la unidad instalada.			
O01OA060	0,100 h.	Peón especializado	17,97	1,80	
P23FJ040	1,000 ud	Extintor polvo ABC 9 kg. pr.in.	36,09	36,09	
P23FJ260	2,000 ud	Extintor CO2 5 kg. de acero	52,14	104,28	
		Sin descomposición			
TOTAL PARTIDA					142,17
01.01.06.06	Ud	PUNTO DE LUZ			
		Suministro y montaje de Punto de luz incandescente adecuado para proporcionar nivel de iluminación suficiente pa- ra la revisión y manejo del centro, incluidos sus elementos de mando y protección, y equipos de iluminacion y emergencias montado e instalado.			
O01OB200	0,250 h	Oficial 1ª electricista	20,70	5,18	
O01OB220	0,250 h	Ayudante electricista	18,84	4,71	
PUNTLUZ	1,000 ud	Punto de luz y aparatos	278,79	278,79	
		Sin descomposición			
TOTAL PARTIDA					288,68
01.01.06.07		LEGALIZACION INSTALACION			
		Legalizacion completa del centro de transformacion, en Industria y en Compañia suministradora hasta la obtencion de la autorizacion administrativa de puesta en funcionamiento incluyendo proyecto, certificados, visados, protoco- los tasas de tramitacion, y todo completamente legalizado			
LEGINSTCT	1,000	Legalizacion segun descripcion	827,76	827,76	
		Sin descomposición			
TOTAL PARTIDA					827,76



CUADRO DE DESCOMPUESTOS

C.E.I.. DE 9 UDS, COMEDOR Y GIMNASIO. PARQUE VENECIA

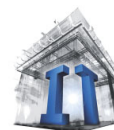
CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
--------	-------------	---------	--------	----------	---------

SUBCAPÍTULO 01.02 P.A. CONEXIÓN S/CC.SS.

01.02.01	Ud	PAGO DE CONDICIONES DE SUMINISTRO ERZ ENDESA			
		Ejecucion completa y legalizada de acometida de Media Tension para dar servicio al Centro de transformacion comprendiendo los siguientes trabajos:			
		- Pago de Condiciones de Suministro de ERZ ENDESA. Supervision y trabajos de adecuacion de instalaciones			
		- Ejecucion de los trbajos de obra civil de apertura y cierre de zanjas y pavimento en los puntos de entronque con la red de compañía segun sus condiciones. (El pavimento se repondrá como estaba)			
		- Realizacion del proyecto, certificado, ejecucion de las obras completas y tramitacion y legalizacion de la nueva red subterranea de acometida de MT , con cable RH5Z1 3x1x240 mm2 12/20 KV AL, doble circuito desde el punto de conexion que aparece en las condiciones de suministro hasta el nuevo centro de seccionamiento, transforma- cion y medida, incluyendo los trabajos de obra civil necesarios tanto de apertura de zanja como de relleno y repo- sicion de las mismas , y acabado de pavimento, asi como la instalacion electrica del cable , todo ello segun condi- ciones de compañía suministradora, completamente montado, instalado , tramitado y legalizado			
		Medida la unidad ejecutada.			
UECONDSUM	1,000 Ud	Pago de condiciones de suministro segun carta condiciones	8.470,48	8.470,48	
U%C03	5,000 %	Costes indirectos y medios aux. de 5%	8.470,50	423,53	
			Sin descomposición		



10.3. RESUMEN DEL PRESUPUESTO



RESUMEN DE PRESUPUESTO

C.E.I.. DE 9 UDS, COMEDOR Y GIMNASIO. PARQUE VENECIA

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
1	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y ACOMETIDA MT	41.132,27	100,00
-01.01	-CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	28.028,86	
--01.01.01	--OBRA CIVIL	7.008,12	
--01.01.02	--APARAMENTA ALTA TENSION	6.472,74	
--01.01.03	--TRANSFORMADOR	9.858,97	
--01.01.04	--EQUIPOS BAJA TENSION	1.254,51	
--01.01.05	--PUESTA A TIERRA	1.940,16	
--01.01.06	--VARIOS	1.494,36	
-01.02	-P.A. CONEXIÓN S/CC.SS.	13.103,41	
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		41.132,27	
	13,00 % Gastos generales	5.347,20	
	6,00 % Beneficio industrial	2.467,94	
SUMA DE G.G. y B.I.		7.815,14	
	21,00 % I.V.A.	10.278,96	
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		59.226,37	
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		59.226,37	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de CINCUENTA Y NUEVE MIL DOSCIENTOS VEINTISEIS EUROS con TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS

ZARAGOZA, a Diciembre de 2019.

11. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

11.1. INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN.

En un sistema trifásico, la intensidad primaria I_p viene determinada por la expresión:

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

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

U = Tensión compuesta primaria en kV = 15 kV.

I_p = Intensidad primaria en Amperios.

Sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del transformador (kVA)	I_p (A)
400	15.4

siendo la intensidad total primaria de 15.4 Amperios.

11.2. INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN.

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

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

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

Wfe= Pérdidas en el hierro.

Wcu= Pérdidas en los arrollamientos.

U = Tensión compuesta en carga del secundario en kilovoltios = 0.4 kV.

Is = Intensidad secundaria en Amperios.

Sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del transformador (kVA)	Pérdidas totales en transformador (kW)	Is (A)
400	5.03	570.09

11.3. CORTOCIRCUITOS.

11.3.1. OBSERVACIONES.

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

11.3.2. CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.

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

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

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

Siendo:

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

U = Tensión primaria en kV.

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

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

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

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

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

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

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

U_s = Tensión secundaria en carga en voltios.

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

11.3.3. CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN.

Utilizando la fórmula expuesta anteriormente con:

$S_{cc} = 500$ MVA.

$U = 15$ kV.

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

$I_{ccp} = 19.25$ kA.

11.3.4. CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN.

Utilizando la fórmula expuesta anteriormente y sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del transformador (kVA)	Ucc (%)	Iccs (kA)
400	4	14.43

Siendo:

- Ucc: Tensión de cortocircuito del transformador en tanto por ciento.
- Iccs: Intensidad secundaria máxima para un cortocircuito en el lado de baja tensión.

11.4. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.

Como resultado de los ensayos que han sido realizados a las celdas fabricadas por Schneider Electric no son necesarios los cálculos teóricos ya que con los certificados de ensayo ya se justifican los valores que se indican tanto en esta memoria como en las placas de características de las celdas.

11.4.1. COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE.

La comprobación por densidad de corriente tiene como objeto verificar que no se supera la máxima densidad de corriente admisible por el elemento conductor cuando por el circule una corriente igual a la corriente nominal máxima.

Para las celdas modelo RM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51167219EA realizado por VOLTA.

11.4.2. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA.

La comprobación por solicitud electrodinámica tiene como objeto verificar que los elementos conductores de las celdas incluidas en este proyecto son capaces de soportar el esfuerzo mecánico derivado de un defecto de cortocircuito entre fase.

Para las celdas modelo RM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51168218XB realizado por VOLTA.

El ensayo garantiza una resistencia electrodinámica de 50kA.

11.4.3. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA. SOBREINTENSIDAD TÉRMICA ADMISIBLE.

La comprobación por solicitud térmica tienen como objeto comprobar que por motivo de la aparición de un defecto o cortocircuito no se producirá un calentamiento excesivo del elemento conductor principal de las celdas que pudiera así dañarlo.

Para las celdas modelo RM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51168218XB realizado por VOLTA.

El ensayo garantiza una resistencia térmica de 20kA 1 segundo.

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

* ALTA TENSIÓN.

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

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

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

Sin embargo, en el caso de utilizar como interruptor de protección del transformador un disyuntor en atmósfera de hexafluoruro de azufre, y ser éste el aparato destinado a interrumpir las corrientes de cortocircuito cuando se produzcan, no se instalarán fusibles para la protección de dicho transformador.

Potencia del transformador (kVA)	Intensidad nominal del fusible de A.T. (A)
-----	-----
400	31.5

* BAJA TENSIÓN.

En el circuito de baja tensión del transformador se instalará un Cuadro de Distribución homologado por la Compañía Suministradora.

Potencia del transformador (kVA)	Nº de Salidas en B.T.
-----	-----
400	4

11.6. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL C.T.

Las rejillas de ventilación de los edificios prefabricados EHC están diseñadas y dispuestas sobre las paredes de manera que la circulación del aire ventile eficazmente la sala del transformador. El diseño se ha realizado cumpliendo los ensayos de calentamiento según la norma UNE-EN 62271-102, tomando como base de ensayo los transformadores de 1000 KVA según la norma UNE 21428-1. Todas las rejillas de ventilación van provistas de una tela metálica mosquitero. El prefabricado ha superado los ensayos de calentamiento realizados en LCOE con número de informe 200506330341.

11.7. DIMENSIONES DEL POZO APAGAFUEGOS.

El foso de recogida de aceite tiene que ser capaz de alojar la totalidad del volumen de agente refrigerante que contiene el transformador en caso de su vaciamiento total.

Potencia del transformador (kVA)	Volumen mínimo del foso (litros)
-----	-----
400	480

Dado que el foso de recogida de aceite del prefabricado será de 760 litros para cada transformador, no habrá ninguna limitación en este sentido.

11.8. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.

11.8.1. INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina una resistividad media superficial $\sigma = 350 \Omega.m$.

11.8.2. DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE DE ELIMINACIÓN DE DEFECTO.

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora (Eléctricas Reunidas de Zaragoza (ERZ)), el tiempo total de eliminación del defecto es de 1 s.

El neutro de la red de distribución en Media Tensión está aislado. Por esto, la intensidad máxima de defecto dependerá de la capacidad entre la red y tierra. Dicha capacidad dependerá no sólo de la línea a la que está conectado el Centro, sino también de todas aquellas líneas tanto aéreas como subterráneas que tengan su origen en la misma subestación de cabecera, ya que en el momento en que se produzca un defecto (y hasta su eliminación) todas estas líneas estarán interconectadas.

En este caso, según datos proporcionados por Eléctricas Reunidas de Zaragoza (ERZ), la intensidad máxima de defecto, es de 1 A.

11.8.3. DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA.

* TIERRA DE PROTECCIÓN.

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

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

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

- Identificación: código 40-30/5/42 del método de cálculo de tierras de UNESA.

- Parámetros característicos:

$$K_r = 0.1 \, \Omega/(\Omega \cdot m).$$

$$K_p = 0.0231 \, V/(\Omega \cdot m \cdot A).$$

- Descripción:

Estará constituida por 4 picas en disposición rectangular unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm. y una longitud de 2.00 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 m. y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3.00 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 14 m., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

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

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

* TIERRA DE SERVICIO.

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

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

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

- Parámetros característicos:

$$K_r = 0.073 \Omega/(\Omega \cdot m).$$

$$K_p = 0.012 V/(\Omega \cdot m \cdot A).$$

- Descripción:

Estará constituida por 6 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm. y una longitud de 2.00 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 m. y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3.00 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 15 m., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

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

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

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

Existirá una separación mínima entre las picas de la tierra de protección y las picas de la tierra de servicio a fin de evitar la posible transferencia de tensiones elevadas a la red de Baja Tensión. Dicha separación está calculada en el apartado 2.8.8.

11.8.4. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRAS.

* TIERRA DE PROTECCIÓN.

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

- Resistencia del sistema de puesta a tierra, R_t :

$$R_t = K_r * \sigma .$$

- Tensión de defecto, Ud:

$$U_d = I_d * R_t .$$

Siendo:

$$\sigma = 350 \Omega.m.$$

$$K_r = 0.1 \Omega/(\Omega.m).$$

$$I_d = 1 A.$$

se obtienen los siguientes resultados:

$$R_t = 35 \Omega.$$

$$U_d = 35 V.$$

El aislamiento de las instalaciones de baja tensión del C.T. deberá ser mayor o igual que la tensión máxima de defecto calculada (Ud), por lo que deberá ser como mínimo de 2000 Voltios.

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

* TIERRA DE SERVICIO.

$$R_t = K_r * \sigma = 0.073 * 350 = 25.6 \Omega.$$

que vemos que es inferior a 37 Ω .



11.8.5. CÁLCULO DE LAS TENSIONES EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN.

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejillas de ventilación metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

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

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

$$U_p = K_p \cdot \sigma \cdot I_d = 0.0231 \cdot 350 \cdot 1 = 8.1 \text{ V.}$$

11.8.6. CÁLCULO DE LAS TENSIONES EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN.

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

El edificio prefabricado de hormigón EHC estará construido de tal manera que, una vez fabricado, su interior sea una superficie equipotencial. Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial estarán unidas entre sí mediante soldadura eléctrica.

Esta armadura equipotencial se conectará al sistema de tierras de protección (excepto puertas y rejillas, que como ya se ha indicado no tendrán contacto eléctrico con el sistema equipotencial; debiendo estar aisladas de la armadura con una resistencia igual o superior a 10.000 ohmios a los 28 días de fabricación de las paredes).

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

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

$$U_p \text{ acceso} = U_d = R_t \cdot I_d = 35 \cdot 1 = 35 \text{ V.}$$

11.8.7. CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS.

La tensión máxima de contacto aplicada, en voltios que se puede aceptar, será conforme a la Tabla 1 de la ITC-RAT 13 de instalaciones de puestas a tierra que se transcribe a continuación:

Duración de la corriente de falta, t_f (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, U_{ca} (V)
0.05	735
0.1	633
0.2	528
0.3	420
0.4	310
0.5	204
1.0	107

El valor de tiempo de duración de la corriente de falta proporcionada por la compañía eléctrica suministradora es de 1 seg., dato que aparece en la tabla adjunta, por lo que la máxima tensión de contacto aplicada admisible al cuerpo humano es:

$$U_{ca} = 107 \text{ V}$$

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

$$U_{P(\text{exterior})} = 10U_{ca} \left(1 + \frac{2R_{a1} + 6\sigma}{1000} \right)$$

$$U_{P(\text{acceso})} = 10U_{ca} \left(1 + \frac{2R_{a1} + 3\sigma + 3\sigma_h}{1000} \right)$$

Siendo:

$$U_{ca} = \text{Tensiones de contacto aplicada} = 107 \text{ V}$$

$$R_{a1} = \text{Resistencia del calzado} = 2.000 \Omega.m$$

$$\sigma = \text{Resistividad del terreno} = 350 \Omega.m$$

$$\sigma_h = \text{Resistividad del hormigón} = 3.000 \Omega.m$$

obtenemos los siguientes resultados:

$$U_{p(\text{exterior})} = 7597 \text{ V}$$

$$U_p(\text{acceso}) = 16103.5 \text{ V}$$

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

- en el exterior:

$$U_p = 8.1 \text{ V.} < U_p(\text{exterior}) = 7597 \text{ V.}$$

- en el acceso al C.T.:

$$U_d = 35 \text{ V.} < U_p(\text{acceso}) = 16103.5 \text{ V.}$$

11.8.8. INVESTIGACIÓN DE TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR.

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio previo para su reducción o eliminación.

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

$$D_{mín} = \frac{\sigma * I_d}{2.000 * \pi}$$

con:

$$\sigma = 350 \Omega.m.$$

$$I_d = 1 \text{ A.}$$

obtenemos el valor de dicha distancia:

$$D_{mín} = 0.06 \text{ m.}$$

11.8.9. CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL ESTABLECIENDO EL DEFINITIVO.

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado. No obstante, si el valor medido de las tomas de tierra resultara elevado y pudiera dar lugar a tensiones de paso o contacto excesivas, se corregirían estas mediante la disposición de una alfombra aislante en el suelo del Centro, o cualquier otro medio que asegure la no peligrosidad de estas tensiones.

Zaragoza, Diciembre 2019



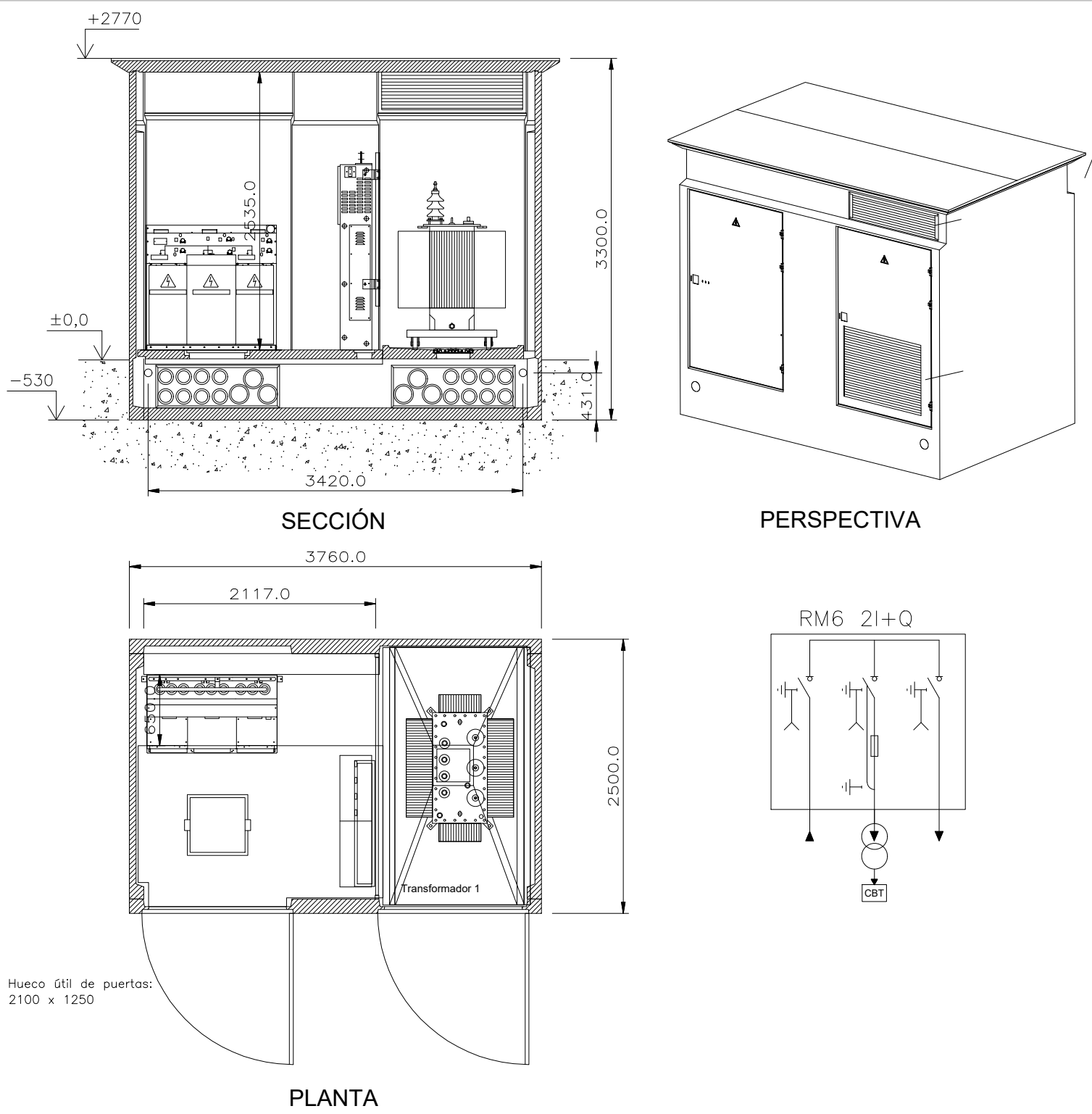
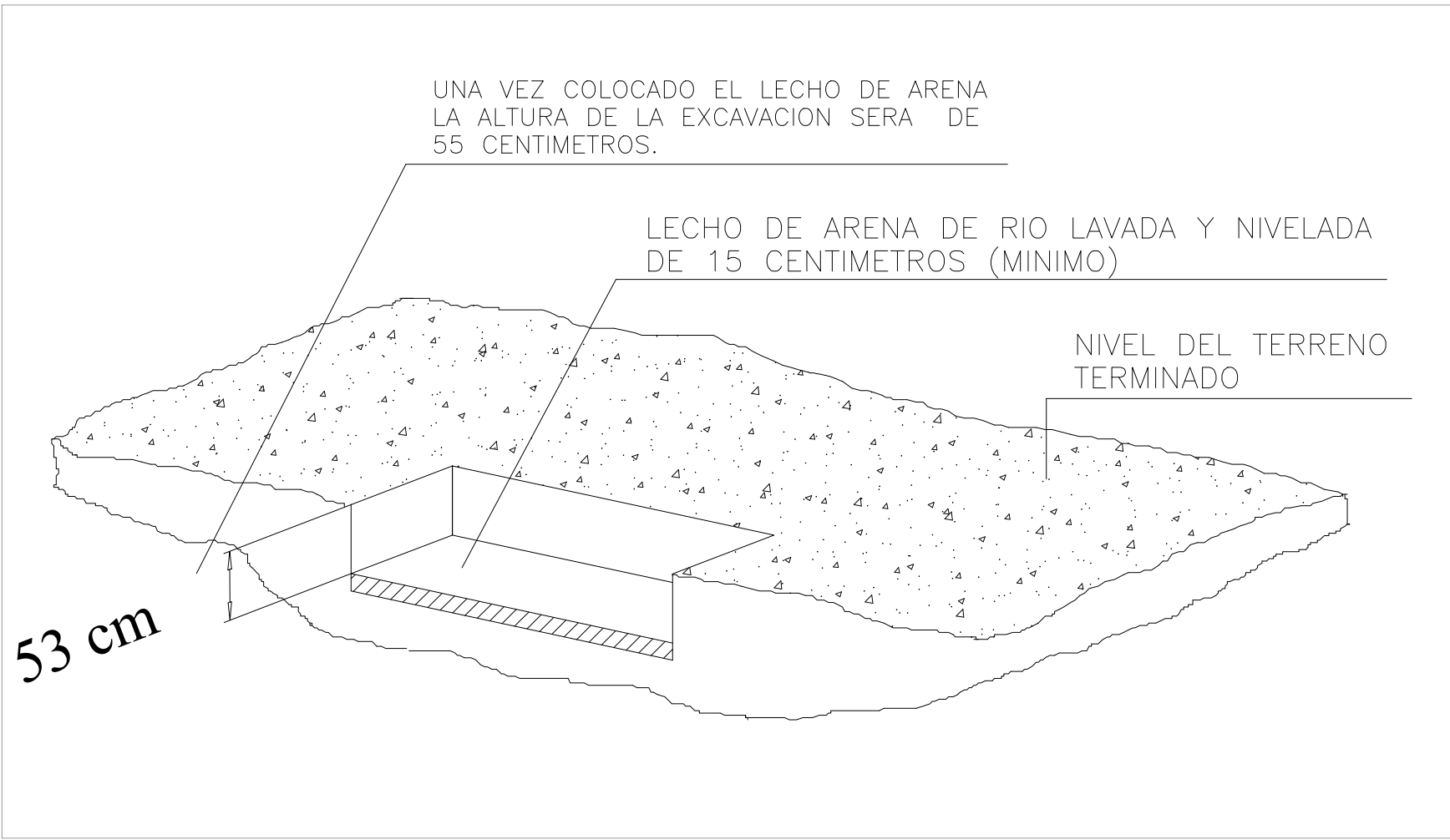
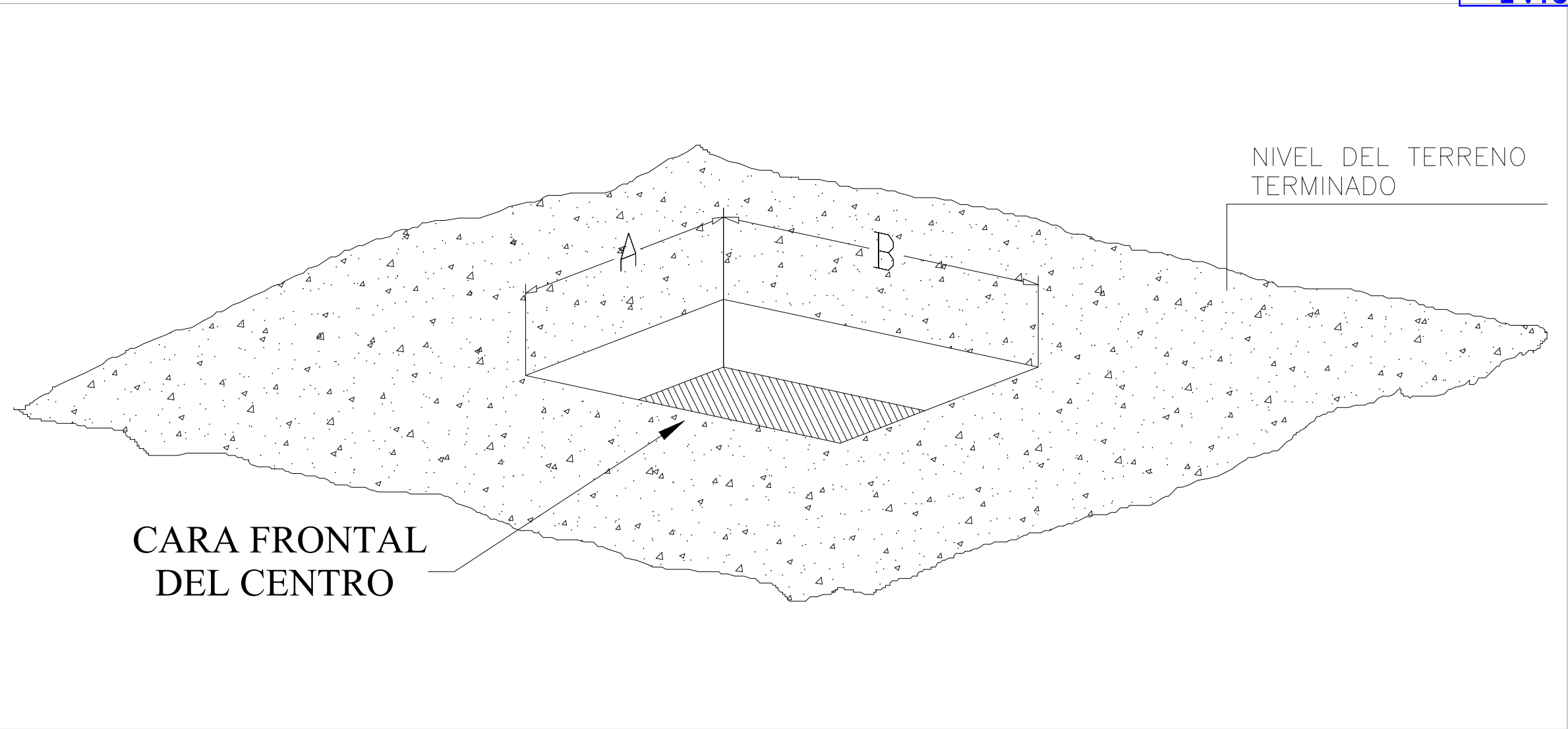
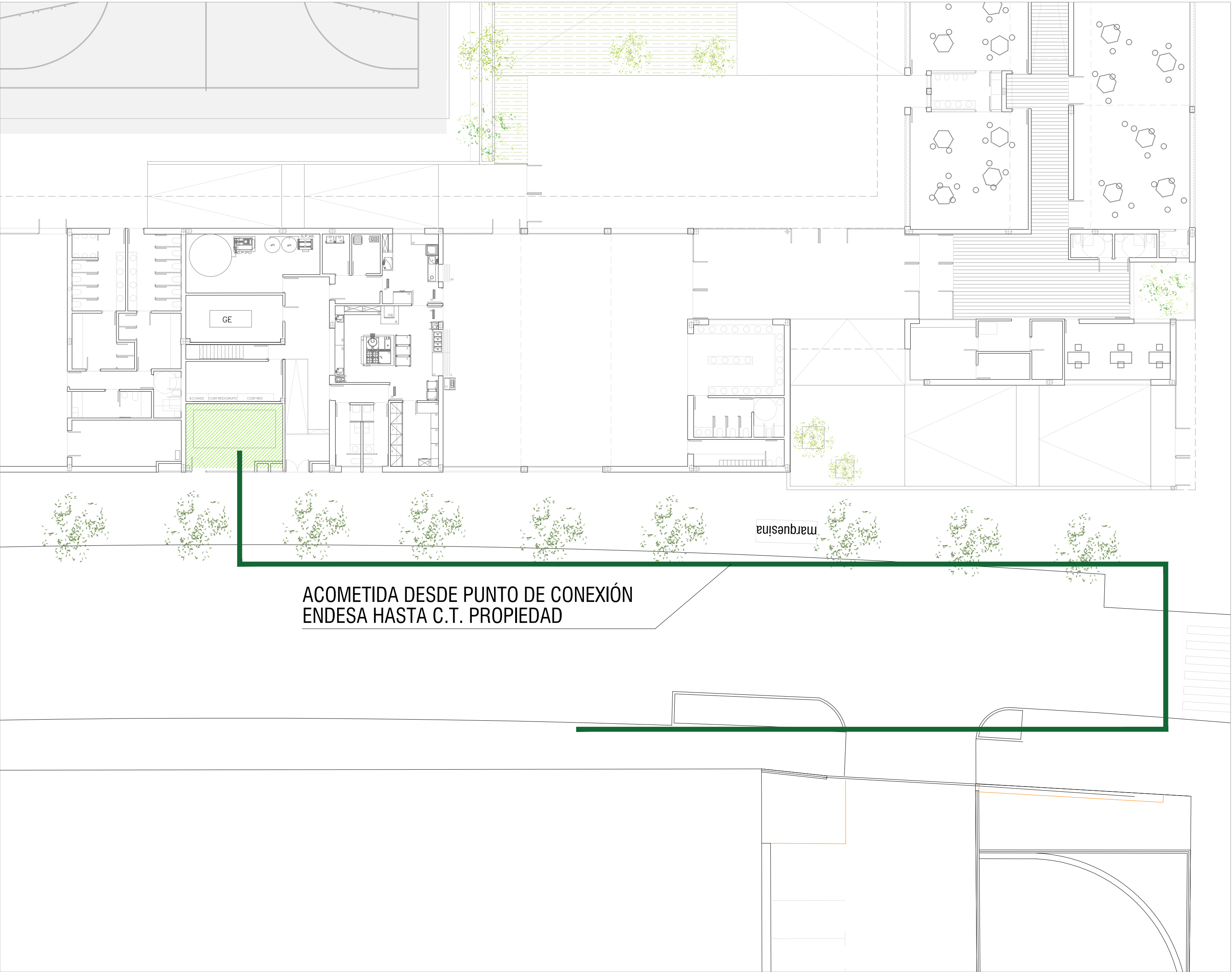
El Ingeniero Industrial

Sergio Torné Darriba

Colegiado nº 1836



12. PLANOS



SITUAR EL MODULO DE HORMIGON CENTRADO EN LA EXCAVACION, DEJANDO 50 cm. POR SU FRENTE Y SU PARTE POSTERIOR, PARA PERMITIR LA EXTRACCION DE LOS UTILES DE IZADO.

CONDICIONES QUE EL CLIENTE DEBERA CUMPLIR CON ANTERIORIDAD A LA INSTALACION:

– Deberá existir un camino hasta la zona de ubicación del centro suficiente para el acceso de un camión-grúa de características: PMA=47 T; TARA=16 T; CARGA=31 T.

– La zona de ubicación del centro poseerá un espacio libre que permita una distancia entre el eje longitudinal o transversal del foso y el eje longitudinal del vehículo pesado más alejado de 7 m. si se emplea camión-grúa y de 14 m. si se utiliza góndola más grúa, de forma que no existan obstáculos que impidan la descarga de los materiales y el montaje del centro. (Ver catálogo. Para distancias menores, consultar)

– El lecho de arena de 150 milímetros de espesor mínimo, será por cuenta del cliente, y deberá estar realizado con anterioridad a la instalación del centro según se indica en el dibujo superior.

DIMENSIONES MINIMAS DE EXCAVACION

TIPO	DIMENSIONES (EN METROS)	
	A	B
PREFABRICADO		
EHC-1	3.50	2.10
EHC-2	3.50	4.00
EHC-3	3.50	4.50
EHC-4	3.50	5.50
EHC-5	3.50	6.00
EHC-6	3.50	7.00
EHC-7	3.50	7.50
EHC-8	3.50	8.00



GOBIERNO DE ARAGON

Departamento de Educación, Cultura y Deporte
Gerencia de Infraestructuras y Equipamiento

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE UN CEIP DE 9 UNIDADES DE INFANTIL EN EL BARRIO PARQUE VENECIA, CEIP "PARQUE VENECIA II"

FEBRERO 2020

INST.ELECTRICIDAD. C.TRANSFORMACIÓN. FASE I

E.08

ARQUITECTO:
JAIME MAGÉN PARDO
MAGÉN ARQUITECTOS S.L.P.

FRANCISCO J. MAGÉN PARDO
MAGÉN ARQUITECTOS S.L.P.

ESCALA:
S/E