



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE 28 L. DE B.T.:

FASE 1	RED BT	1.1	:	295 m	AEREA
	RED BT	1.2	:	325 m	AEREA
	RED BT	1.3	:	335 m	AEREA
	RED BT	1.4	:	380 m	AEREA
	RED BT	1.5	:	365 m	AEREA
	RED BT	1.6	:	300 m	AEREA
	RED BT	1.7	:	120 m	SUBTERRANEA
	RED BT	3.1	:	305 m	AEREA
	RED BT	3.2	:	370 m	AEREA
	RED BT	3.3	:	265 m	AEREA
	RED BT	3.4	:	305 m	AEREA
	RED BT	3.5	:	320 m	AEREA
	RED BT	3.6	:	250 m	AEREA
	RED BT	3.7	:	155 m	AEREA
	RED BT	3.9	:	330 m	AEREA
	RED BT	3.10	:	305 m	AEREA
	RED BT	3.11	:	290 m	AEREA

FASE 2	RED BT	2.1	:	235 m	SUBTERRANEA
	RED BT	2.2	:	165 m	SUBTERRANEA
	RED BT	2.3	:	190 m	SUBTERRANEA
	RED BT	2.4	:	185 m	SUBTERRANEA
	RED BT	2.5	:	215 m	SUBTERRANEA
	RED BT	2.6	:	35 m	SUBTERRANEA
	RED BT	2.7	:	15 m	SUBTERRANEA
	RED BT	2.8	:	65 m	SUBTERRANEA
	RED BT	2.9	:	100 m	SUBTERRANEA
	CIRCUITO	0	:	160 m	SUBTERRANEA
	RED BT	3.8	:	200 m	SUBTERRANEA

**Y L. SUBT. M.T. DE 200m D/C Y CT PREFABRICADO DE 2X630KVA
SITO EN SECTOR SR-3 DE PEÑAFLO (SEVILLA).**

PETICIONARIO:
AYUNTAMIENTO DE PEÑAFLO
PLAZA ESPAÑA Nº 6
41470 PEÑAFLO
C.I.F.: P-4107400F

PROYECTISTA:
AMAYA JIMÉNEZ ORTEGA.
ING. TÉCN. INDUSTRIAL.
COLEGIADO 10.803.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

MEMORIA DESCRIPTIVA.....	5
1. ANTECEDENTES Y FINALIDAD DE LA INSTALACION.	6
2. OBJETO DEL PROYECTO.	6
3. REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES.....	6
4. EMPLAZAMIENTO.....	7
5. SUMINISTRO DE LA ENERGIA.....	7
6. PREVISION DE POTENCIA EN LA ZONA DE ACTUACION.....	7
7. TRAZADO DE LAS REDES ELECTRICAS.	9
7.1 REDES SUBTERRANEAS DE BAJA TENSIÓN.....	9
7.2 REDES AEREAS DE BAJA TENSIÓN.....	22
8. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	35
8.1. UBICACIÓN Y ACCESOS.....	35
8.2. DIMENSIONES.....	36
8.2 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LA INSTALACIÓN.....	36
8.3 OBRA CIVIL.....	38
8.4 INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	38
8.5. PROTECCIONES.....	41
8.6. MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.....	42
8.7 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.....	42
8.8 LIMITACIONES AL CAMPO MAGNÉTICO.....	46
8.9 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....	47
8.10. EXTINTORES MOVILES.....	47
8.11 VENTILACIÓN.....	47
8.12. INSONORIZACIÓN Y MEDIDAS ANTI VIBRACIONES.....	48
8.13. PROTECCIÓN CONTRA LA CONTAMINACIÓN.....	48
8.15. OTROS SERVICIOS.....	49
9. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN.....	49
10-ELEMENTOS DE LAS LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE MT.....	49
10.1 CABLE AISLADO DE POTENCIA.....	49
10.2 TERMINACIONES.....	50
10.3.-EMPALMES.....	50
11. CANALIZACIÓN SUBTERRANEA.....	51
11.1.-DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO.....	51
11.2.-ARQUETAS.....	52
12.-CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS.....	52
13.-PUESTA A TIERRA DE LA RED.....	56
14. PLANOS.....	56
15. CONCLUSIÓN.....	56
ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	57
1. PREVENCION DE RIESGOS LABORALES.....	58
1.1. INTRODUCCION.....	58
1.2. DERECHOS Y OBLIGACIONES.....	58



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

1.3. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.....	61
1.4. CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.....	61
2.1. INTRODUCCIÓN.....	62
2.2. OBLIGACIÓN GENERAL DEL EMPRESARIO.....	62
3.1. INTRODUCCIÓN.....	63
3.2. OBLIGACIÓN GENERAL DEL EMPRESARIO.....	63
4.1. INTRODUCCIÓN.....	66
4.2. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	67
4.3. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	72
5. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.....	72
5.1. INTRODUCCIÓN.....	72
5.2. OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO.....	72
ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS.....	74
1. INTRODUCCIÓN.....	75
2. DATOS DE LA OBRA.....	76
3. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA.....	76
4. REFERENCIAS.....	76
5. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN QUE SE GENERAN EN LA OBRA (SEGÚN ORDEN MNM/304/2002).....	76
5.3. MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS.....	79
5.4. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN DE LOS RESIDUOS QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA.....	79
5.5. MEDIDAS DE SEGREGACIÓN “IN SITU” PREVISTAS.....	80
5.6. VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS.....	81
ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS.....	82
1. OBJETO.....	83
2. NORMATIVA VIGENTE.....	83
3. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE CAMPOS MAGNÉTICOS.....	84
4. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN INTERIOR PREFABRICADO DE SUPERFICIE 2 TRANSFORMADORES.....	84
4.1 CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN Y DATOS DE CÁLCULO.....	85
4.2 RESULTADOS.....	88
4.3 CONCLUSIONES.....	89
4.4 ANEXO.....	89
MEMORIA DE CÁLCULO.....	91
ANEXO DE CÁLCULOS LSBT.....	92
Características eléctricas del conductor.....	92
2. Intensidad máxima admisible para el cable en servicio permanente.....	93
3. Intensidad máxima admisible para el cable en cortocircuito.....	95
4. Pérdidas de potencia.....	96
5. Caída de tensión.....	97



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

6. Protecciones.....	98
ANEXO DE CALCULOS LABT	108
Características eléctricas del conductor.....	108
2. Intensidad máxima admisible para el cable en servicio permanente	109
3. Intensidad máxima admisible para el cable en cortocircuito	111
4. Perdidas de potencia	112
5. Caída de tensión	113
6. Protecciones.....	114
ANEXO DE CALCULOS CT PREF. Y L.SUBT. M.T. FASE 1	139
PRESUPUESTO	162
FASE 1	163
CAPITULO 1.- REDES DE BAJA TENSIÓN AEREAS.....	163
CAPITULO 2.- RED DE BAJA TENSIÓN SUBTERRANEA.....	163
FASE 2	163
CAPITULO 3.- LÍNEA SUBTERRÁNEA DE M.T.....	163
CAPITULO 4.- NUEVO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CT 2	164
CAPITULO 5.- REDES DE BAJA TENSIÓN SUBTERRANEAS.....	164
PLANOS	166
PLIEGO DE CONDICIONES	167
Condiciones Generales.....	174
Condiciones Técnicas para la Ejecución de Redes Subterráneas de Distribución en Baja Tensión.....	179
Condiciones para la Obra Civil y Montaje de las líneas eléctricas de Alta Tensión con conductores aislados....	187
Condiciones para la Obra Civil y Montaje de las líneas eléctricas de Alta Tensión con conductores aislados....	204
Condiciones Técnicas para la Obra Civil y Montaje de Centros de Transformación de Interior prefabricados...	220



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

MEMORIA DESCRIPTIVA



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

MEMORIA DESCRIPTIVA

1. ANTECEDENTES Y FINALIDAD DE LA INSTALACION.

Se redacta el presente proyecto de "REDES DE BAJA TENSION Y CT PREFABRICADO" a petición **AYUNTAMIENTO DE PEÑAFLO**r con C.I.F: P-4107400F y domicilio social en Plaza España nº 6 de Peñaflo (Sevilla), y a instancia de la Consejería de Política Industrial y Energía de Sevilla.

La finalidad de la red en proyecto es la de garantizar el suministro eléctrico a **viviendas, colegio e industria** tal y como se muestra en anexo de planos.

La instalación se va desarrollar en 2 fases.

En la Fase 1 se instalara todas las redes aéreas de B.T y la red subterránea 1.7.

En la Fase 2 se instalara la línea subterránea de M.T., el CT prefabricado, las redes subterráneas de B.T. 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, Circuito 0 y 3.8.

2. OBJETO DEL PROYECTO.

El objeto del presente proyecto es el de exponer ante los Organismos Competentes que la red eléctrica de distribución en baja tensión que nos ocupa reúne 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 dicha red.

3. REGLAMENTACIÓN 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:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- 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.
- Reglamento (UE) 2024/573 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 7 de febrero de 2024, sobre los gases fluorados de efecto invernadero, por el que se modifica la Directiva (UE) 2019/1937, y se deroga el Reglamento (UE) nº 517/2014.
- Normas particulares y de normalización de la Cía. Suministradora de Energía Eléctrica.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- 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.
- 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 223/2008 de 15 de Febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus ITC.
- Normas particulares y de normalización de la Cía. Suministradora de Energía Eléctrica.
- Recomendaciones UNESA.
- Normalización Nacional. Normas UNE.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

- 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.
- Normas Tecnológicas de la Edificación NTE IER.

4. EMPLAZAMIENTO.

Se proyectan 28 líneas de baja tensión, cuyo trazado discurre tal como se muestra en el anexo de planos por terrenos de dominio público, así como línea subterránea de media tensión de 200mD/C que dará servicio a nuevo CT prefabricado de 2x630KVA denominado en planos como CT-2.

5. SUMINISTRO DE LA ENERGIA.

A las redes de baja tensión se les suministrará a la tensión de 230/400V, procedente de dos centros de transformación que se encuentra en las inmediaciones y del CT proyectado de 2x630KVA (denominado en planos como CT -2).

6. PREVISION DE POTENCIA EN LA ZONA DE ACTUACION.

La potencia total prevista en la zona de actuación P_t en kW, se obtiene mediante la expresión:

$$P_t = P_v + P_c$$

Considerando:

P_v = Potencia correspondiente a viviendas; se determina según ITC-BT-10 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

P_c = Potencia correspondiente a locales comerciales; se determina a razón de 100 W/m² de superficie construida, y con el coeficiente de simultaneidad que se estime necesario (previsión mínima por local 3,45 kW), según ITC-BT-10 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

		Longitud				Nº	Coef.	Pot.	Pot.	POT.	
						Viviendas	Simultaneidad	Unitaria		RED BT	
FASE 1	AEREAS	CT 1	RED BT	1.1	:	295 m	17 Unif.	0,8	5.750	78.200	78.200
			RED BT	1.2	:	325 m	18 Unif.	0,8	5.750	82.800	82.800
			RED BT	1.3	:	335 m	17 Unif.	0,8	5.750	78.200	78.200
			RED BT	1.4	:	380	18 Unif.	0,8	5.750	82.800	86.800
							AP 1			4.000	
			RED BT	1.5	:	365 m	16 Unif.	0,8	5.750	73.600	73.600
		RED BT	1.6	:	300 m	18 Unif.	0,8	5.750	82.800	82.800	
		CT 3	RED BT	3.1	:	305 m	19 Unif.	0,8	5.750	87.400	87.400
			RED BT	3.2	:	370 m	17 Unif.	0,8	5.750	78.200	78.200
			RED BT	3.3	:	265 m	16 Unif.	0,8	5.750	73.600	73.600
			RED BT	3.4	:	305 m	19 Unif.	0,8	5.750	87.400	87.400
			RED BT	3.5	:	320 m	17 Unif.	0,8	5.750	78.200	78.200
			RED BT	3.6	:	250 m	13 Unif.	0,8	5.750	59.800	59.800
			RED BT	3.7	:	155 m	AP 3 F1			4.000	50.000
							10 Unif.	0,8	5.750	46.000	
			RED BT	3.9	:	330 m	19 Unif.	0,8	5.750	87.400	87.400
			RED BT	3.10	:	305 m	17 Unif.	0,8	5.750	78.200	78.200
			RED BT	3.11	:	290 m	19 Unif.	0,8	5.750	87.400	87.400
	SUBT.	CT 1	RED BT	1.7	:	120 m	COLEGIO			100.000	100.000

FASE 2	SUBTERRANEAS	CT 2	RED BT	2.1	:	235 m	14 Central.	11,3	5.750	64.975	129.950
							14 Central.	11,3	5.750	64.975	
			RED BT	2.2	:	165 m	14 Central.	11,3	5.750	64.975	129.950
							14 Central.	11,3	5.750	64.975	
			RED BT	2.3	:	190 m	3 Unif.	0,8	5.750	13.800	143.750
							14 Central.	11,3	5.750	64.975	
							14 Central.	11,3	5.750	64.975	
			RED BT	2.4	:	185 m	3 Unif.	0,8	5.750	13.800	98.900
							20 Central.	14,8	5.750	85.100	
			RED BT	2.5	:	215 m	3 Unif.	0,8	5.750	13.800	104.900
							20 Central.	14,8	5.750	85.100	
							AP 2.1			4.000	
							AP 1 F3			2.000	
			RED BT	2.6	:	35 m	20 Central.	14,8	5.750	85.100	85100
			RED BT	2.7	:	15 m	IND			140.000	140.000
			RED BT	2.8	:	65 m	22 Central.	15,8	5.750	90.850	90.850
			RED BT	2.9	:	100 m	22 Central.	15,8	5.750	90.850	90.850
			CIRCUITO	0	:	160 m					



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

		CT 3	RED BT	3.8	:	200 m	14 Central.	11,3	5.750	64.975	129.950
							14 Central.	11,3	5.750	64.975	

TOTAL POTENCIA FASE 1: 1.350KW
TOTAL POTENCIA FASE 2: 1.144KW
TOTAL POTENCIA INSTALADA FINAL: 2.494KW

7. TRAZADO DE LAS REDES ELECTRICAS.

Para la dotación de suministro eléctrico en baja tensión se han diseñado 16 circuitos aéreos de sección 150 mm² y 12 circuitos subterráneos en anillo de sección 240 mm².

El trazado de dichas redes se puede observar en el documento adjunto de Planos y discurre en su totalidad por terrenos de uso público.

El Centro de Transformación se alimentará del tramo de M.T. que pasa por la Avenida Miguel de Cervantes, la conexión se realizará mediante 2 celdas de línea y 2 celdas de protección.

7.1 REDES SUBTERRANEAS DE BAJA TENSIÓN

La tensión nominal de las nuevas redes de BT será 400 V entre fases y 230 V entre fase y neutro, a la frecuencia de 50 Hz.

CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO.

La intensidad de cortocircuito máxima prevista en la red de distribución será de 20 kA eficaces.

CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO:

Las líneas con origen en el centro de transformación (CT), se establece, que la caída de tensión desde el CT hasta cualquier caja general de protección, no sea superior al 5 %.

El sistema de tensión alterna será trifásico con neutro puesto a tierra (sistema TT).

En las redes de BT deberá quedar asegurada la continuidad del neutro en todo momento.

Las redes de BT estarán protegidas frente a sobrecargas y cortocircuitos.

CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO DE LÍNEAS SUBTERRANEAS DE BT

- Las LSBT se estructurarán a partir del centro de transformación donde se instalarán los dispositivos de protección o en caso de extensiones de red, a partir de LSBT, armarios y cajas de distribución existentes o de LABT.
- Con carácter general los cables se instalarán bajo tubo, directamente enterrado u hormigonado. Excepcionalmente se podrán alojar los cables directamente enterrados, cuando la legislación o la Administración local así lo establezcan y también cuando la trayectoria de la canalización sea demasiado compleja y sinuosa.
- Las LSBT principales serán de sección uniforme. Igualmente, las derivaciones serán de sección uniforme, aunque ésta pueda ser inferior a la del eje principal.
- En líneas principales, o derivaciones susceptibles de ser malladas, se emplearán cables de 240 mm² o 150 mm² de Al para las fases y para el neutro, como mínimo, 150 mm² o 95 mm² de Al respectivamente.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. Nº 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

En el resto de líneas y acometidas se utilizarán las secciones de 50 mm² , 95 mm² , 150 mm² o 240 mm² de Al.

Las extensiones de red en zonas consolidadas se ejecutarán con cables de la misma sección, o sección equivalente, que la de la red existente.

- En todas las redes de baja tensión el cable de neutro estará perfectamente identificado.
- Con carácter general, para la conexión de las parcelas o suministros a las LSBT se instalarán cajas o armarios de seccionamiento con entrada-salida.
- Excepcionalmente, se podrá prever conexión en “T” en los siguientes casos:
 - Conexión de acometidas para uno o dos suministros individuales conectados en tramos de red tales que:
 - El tramo de red disponga de cajas o armarios de seccionamiento con entrada-salida al menos cada 100 metros.
 - En dicho tramo la suma de las potencias de los suministros a conectar en “T” no supere 100 kW.
 - Conexiones para suministros provisionales de obra.
 - Con objeto de minimizar el espacio necesario en fachadas para ubicar las cajas y armarios de seccionamiento y/o protección, se permitirán conexiones en “T” en soterramientos y actuaciones en entornos histórico-artísticos, con espacios limitados en entornos urbanos consolidados, contado para ello con el acuerdo previo de e-distribución.
 - Suministros singulares, de hasta 15 kW, a conectar en redes consolidadas (alumbrados públicos, casetas tipo ONCE, cargadores para vehículo eléctrico, equipos de señalización vial como radares, semáforos, etc.)

En cualquier caso, las derivaciones en “T” deberán realizarse siempre en el interior de una arqueta que estará ubicada a no más de 5 metros de la vertical de la caja general de protección.

- Cuando se prevea la conexión de acometidas en “T” en polígonos de nueva urbanización en los que no se ejecute de inicio la totalidad de la red de distribución, el urbanizador, deberá dejar ejecutada la totalidad de la obra civil prevista para la conexión de dichas acometidas, incluyendo la arqueta y la canalización necesaria hasta la ubicación de la caja general de protección en el límite de la parcela, dejando el tubo de la canalización soterrado y sellado en sus extremos.
- Excepto en las conexiones en “T” indicadas anteriormente, la acometida a consumidores se realizará a través de la correspondiente caja de seccionamiento o de distribución.
- Con carácter general en las cajas de seccionamiento y cajas de distribución no se colocarán fusibles de protección, excepto en aquellos casos en los que se justifique su necesidad para una correcta protección de la red, conforme a los criterios definidos en el apartado 8.6. En este caso los fusibles serán de un calibre adecuado que asegure la selectividad con los dispositivos de protección del centro de transformación.
- La carga máxima de transporte de las LSBT se determinará en función de la intensidad máxima admisible del cable.

Adicionalmente la capacidad de la línea también se limitará por el calibre de los dispositivos de protección utilizados para asegurar una correcta protección frente a sobrecargas y cortocircuitos.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

- Las acometidas serán siempre trifásicas y su sección adecuada a la previsión de potencia del consumidor. Sólo se permite la instalación de acometidas monofásicas en aquellos supuestos de conexión de una caja de protección y medida (CPM) monofásica desde una caja de seccionamiento (CS) o desde una caja de distribución urbana (CDU). Las acometidas directas en "T" serán siempre trifásicas y conectarán con cajas también trifásicas (CGP o CPM).
- En el trazado de las LSBT se cumplirán las distancias reglamentarias establecidas en la ITC-BT-07, en las presentes Especificaciones Particulares, así como las que puedan establecer otros Organismos y/o empresas de servicios afectadas por el trazado que se pueda proyectar.
- En el diseño de las nuevas redes se evitará o minimizará la realización de empalmes.

Se proyectan redes subterráneas en anillo de sección uniforme de 240mm² para las fases y 150mm² para el neutro con derivaciones en "T" a las CPM y Cajas de seccionamiento al menos cada 100m. Como se puede comprobar, en cada tramo la suma de las potencias de los suministros a conectar en "T" no supera 100 kW.

7.1.1. ELEMENTOS DE LA LSBT.

7.1.1.1 CABLE AISLADO DE POTENCIA

Los cables aislados de potencia serán adecuados a la tensión nominal y asignadas indicadas en la tabla

Tabla 1. Tensión nominal y asignada de los cables

U_n (kV)	U_0/U (kV eficaces)	U_m (kV eficaces)
0,4	0,6/1,0	1,2

1:

Siendo:

U_n Valor eficaz de la tensión nominal de la red.

Y las tensiones asignadas, la combinación de los valores siguientes:

U_0 Valor eficaz de la tensión entre un conductor aislado cualquiera y tierra.

U Valor eficaz de la tensión entre dos conductores aislados cualesquiera de una red de cables unipolares.

U_m Valor máximo eficaz de la tensión más elevada de la red para la que el material puede ser utilizado

Los cables a utilizar serán cables subterráneos unipolares de aluminio, con aislamiento seco termoestable (polietileno reticulado XLPE), y con cubierta poliolefina (DMO1), del tipo XZ1.

Se ajustarán a lo indicado en la norma UNE-HD 603-5X, y se tomará como referencia el documento informativo **CNL001 Cables unipolares redes subterráneas de distribución BT tensión asignada 0.6/1kV.**

Los circuitos de las LSBT se compondrán de cuatro cables unipolares, tres de fase y uno de neutro de las características siguientes:

Características del cable	
Características	Valores
Nivel de aislamiento	0,6/1 (kV)
Naturaleza del conductor	Aluminio
Sección del conductor de fase	240 mm ²
Sección del conductor neutro	150 mm ²



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

7.1.1.2 TERMINALES

La conexión de la LSBT a los cuadros de baja tensión, cajas y armarios de distribución y cajas generales de protección se realizará siempre mediante terminales de aluminio macizo estañado adecuados al tipo de conductor empleado en cada caso, atendiendo a las características de la instalación, tensión de aislamiento (0,6/1 kV), sección y naturaleza de los cables.

Si se instalan terminales de compresión el documento de referencia informativo será el **NNZ014 Terminales rectos de aleación de aluminio para conductores de aluminio y de almelec-instalación interior**. Serán de aleación de aluminio y su unión con el conductor se realizará mediante doble punzonado profundo. La huella del punzonado quedará visible desde la parte frontal de la envolvente y se aislará mediante un recubrimiento que aporte un nivel de aislamiento como mínimo igual al del cable.

Si se instalan terminales preaislados con apriete mediante tornillo fusible, se considerará como referencia el documento informativo **BNL006 Accesorios de conexión aislados para instalaciones subterráneas de BT**. Estarán constituidos por una aleación de aluminio, dispondrán de los elementos necesarios para la unión al conductor mediante apriete por tornillería fusible y un aislamiento envolvente para reconstruir, de forma simultánea, el aislamiento y la cubierta exterior del cable en la zona de la caña (quedando la pala descubierta). La conexión del terminal a la instalación fija se realizará a presión por tornillería.

7.1.1.3 EMPALMES

Los empalmes serán adecuados para el tipo de conductores y sección empleados y aptos igualmente para la tensión de servicio.

Si se instalan manguitos preaislados integrarán todos los elementos necesarios para realizar la conexión eléctrica y reconstitución del aislamiento y de la cubierta exterior del cable de forma simultánea. El apriete será por tornillería fusible y tomarán como referencia el documento informativo **BNL006 Accesorios de conexión aislados para instalaciones subterráneas de BT**.

En caso de instalarse manguitos desnudos serán de aleación de aluminio y se ajustarán a lo indicado en las normas UNE 21021 y UNE-EN 61238-1 tomando como referencia el documento informativo **NNZ036 Manguitos de aleación de aluminio para unión conductores Al-Al, Al-Cu, Al-Almelec y Almelec-Almelec**. Sobre el manguito desnudo se colocará un aislamiento envolvente para reconstruir el aislamiento y la cubierta exterior del cable de forma simultánea, para ello se instalarán manguitos contráctiles en frío (Salvo casos debidamente justificados, y con la autorización previa de e-distribución, no se permite el uso de manguitos termo-retráctiles).

En aquellos casos en los que requiera el uso de otro tipo de empalmes (cables de distintas tecnologías, etc.) será necesario el acuerdo previo de e-distribución.

7.1.1.4 CONECTORES PARA DERIVACIONES EN "T"

Para las derivaciones en "T" se emplearán conectores adecuados al tipo de conductor, sección y a su tensión de servicio.

Se emplearán conectores preaislados que integrarán todos los elementos necesarios para realizar la conexión eléctrica y reconstitución del aislamiento y de la cubierta exterior del cable de forma simultánea. El apriete será por tornillería fusible, el contacto mediante perforación de aislamiento y tomarán como referencia el documento informativo **BNL006 Accesorios de conexión aislados para instalaciones subterráneas de BT**.

7.1.1.5 CAJAS Y ARMARIOS DE DISTRIBUCIÓN

En las LSBT se emplearán cajas o armarios para permitir la conexión de la acometida a los suministros y facilitar los trabajos de operación y mantenimiento en la red de distribución.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

El diseño de estas cajas o armarios será adecuado a las tensiones nominal y asignada indicadas en la tabla 3.

Tabla 3. Tensión nominal y asignada de cajas y armarios de distribución

U_n (kV)	U (kV eficaces) (*)	U_{imp} (kV eficaces)
0,4	0,5	8

(*) Ensayo a frecuencia industrial: 2.500 V entre partes activa 5.250 V entre partes activas y masa

Siendo:

- U_n** Valor eficaz de la tensión nominal de la red.
U Tensión asignada del conjunto.
U_{imp} Tensión asignada soportada al impulso.

Todas las cajas y armarios de distribución estarán equipados con bases cerradas para fusibles tipo cuchilla, unipolares o verticales tripolares (BUC/BTV), de tamaño acorde con el calibre de los fusibles a instalar. Los documentos de referencia informativos son **NNL017 Bases unipolares para fusibles de baja tensión del tipo cuchilla con dispositivo extintor de arco** y **NNL012 Bases tripolares verticales cerradas para fusibles de baja tensión del tipo cuchilla con dispositivo extintor de arco** respectivamente.

Con carácter general para la conexión en entrada-salida de acometidas se instalarán cajas de seccionamiento (CS). Se dispondrán cajas de modelo *ancho* que permitan una manipulación óptima de los cables, limitándose el uso de cajas de seccionamiento de modelo *estrecho* a situaciones excepcionales, con el acuerdo previo de e-distribución, donde exista una limitación de espacio, así como para acometidas especiales (monolitos alumbrado, cargadores urbanos de vehículo eléctrico, etc.).

Las características de las CS tomarán como referencia los documentos informativos **CNL003 Caja de seccionamiento para líneas subterráneas en BT** y **CNL006 Caja seccionamiento para líneas subterráneas de BT con salidas por parte inferior**.

En zonas residenciales o urbanizaciones de viviendas unifamiliares, para suministros individuales se podrán instalar Cajas de Distribución para Urbanizaciones (CDU). Este tipo de caja permite hacer entrada y hasta dos salidas de la LSBT principal, así como las acometidas a las cajas generales de protección y medida de los clientes (CPM).

Las características de las CDU tomarán como referencia el documento informativo **CNL004 Caja de distribución para urbanizaciones con tendido subterráneo en BT**

Actualmente ya hay proveedores que comercializan apartamentada adecuada a los requisitos definidos en la presente especificación, por lo tanto, ya pueden instalarse. Se trata de los siguientes productos:

- CS tipo ancho.
- CS con salida a cliente por la parte inferior con bases BUC.
- CDU con bases BUC.

Se establecen las siguientes fases de implantación con objeto de realizar una transición adecuada:

- Aquellas instalaciones que inicien su solicitud o tramitación a partir del 01/01/2025 deberán cumplir con los nuevos requisitos.
- En instalaciones tramitadas con anterioridad al 01/01/2025 no será obligatorio el cumplimiento de estos requisitos.

Las CS y CDU se instalarán en el interior de hornacinas de dimensiones adecuadas, realizadas in situ con fábrica de bloque, mortero y enfoscado (pared mínima de 15 cm de grosor) o prefabricadas de hormigón reforzado con fibra (pared mínima 4,5 cm).



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

Con carácter general las hornacinas se colocarán empotradas en las fachadas o cerramientos de los inmuebles a alimentar. Cuando su colocación se realice con anterioridad a la construcción de estos las hornacinas se colocarán en el límite de la propiedad.

Tanto las CS como las CDU se colocarán a una altura de 45 cm desde su parte inferior hasta el suelo. En todos los casos, y con objeto de proteger el tramo de cables entre la canalización y las cajas, estas incluirán, como una parte integrante del conjunto, una canal destinada a proteger dichos cables.

Los cables de acometida se alojarán en el interior de tubos aislantes (rígidos, curvables o flexibles que cumplan con los requisitos de las normas UNE-EN 61386-21, 61386-22 o 61386-23) o en el interior de canales aislantes acordes a la norma UNE-EN 50085.

Los tubos de conexión con la canalización subterránea quedarán empotrados en la vertical de la entrada de cables de las cajas y tras la conexión de la LSBT se colocará la correspondiente canal protectora.

Las hornacinas se cerrarán con una puerta preferentemente metálica de acero galvanizado en caliente, con bisagras resistentes a la corrosión, con grado de protección IK10 según UNE-EN 50102, revestida exteriormente de acuerdo con las características del entorno y protegida contra la corrosión, disponiendo de una cerradura metálica de llave triangular de 11 mm de lado o con dispositivos que permitan su bloqueo mediante candado con llave maestra. La dimensión de la puerta será la adecuada para poder acceder correctamente a las envolventes colocadas en el interior y realizar trabajos en las misma. Su parte inferior se encontrará a un mínimo de 0,3 m del suelo, y cuando la anchura de la puerta sea superior a 1 m, obligatoriamente tendrá que ser de doble hoja, sin que tenga bastidores internos

Actualmente los fabricantes y proveedores de armarios prefabricados de hormigón reforzado con fibra están desarrollando productos que cumplan los nuevos requerimientos (nuevas dimensiones).

Con carácter general, y tal y como establece la Resolución de aprobación de la norma NRZ002, hasta el 15 de agosto de 2021 estos nuevos requerimientos no serán exigibles, y si a partir de esa fecha todavía no hay material disponible en el mercado se ampliará dicho periodo de excepción o moratoria.

Además, cuando por necesidades de explotación de la red se requiera, principalmente en soterramientos de instalaciones existentes, se podrán instalar Armarios de Distribución Urbana (ADU). Se emplearán para efectuar derivaciones importantes de la red principal de BT, constituyendo puntos de reparto con seccionamiento y/o protección. Su montaje será intemperie sobre zócalo de hormigón y estarán adosadas a las fachadas de las fincas o en línea con los alcorques, según anchura de acera y normas municipales.

Las características de los ADU tomarán como referencia el documento informativo **CNL005 Armario de distribución intemperie para líneas subterráneas de BT.**

En nuestro caso se instalaran cajas de seccionamiento y 2 ADU en el lugar indicado en el anexo de planos .

7.1.1.6 CAJAS GENRALES DE PROTECCIÓN Y MEDIDA

Las cajas generales de protección serán trifásicas (3F+N) excepto cuando se alimenten desde cajas de seccionamiento, donde podrán ser también monofásicas.

En cualquier caso, atenderán a lo indicado en el documento *NRZ103 Instalaciones de enlace conectadas a la red de distribución. Consumidores en BT.*

En la linde de cada parcela se instala CPM alojada en monolito.

7.1.1. 7. ACOMETIDAS.

La conexión será desde la correspondiente arqueta.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

La sección recomendada de los cables de la acometida será:

Sección recomendada acometidas

Sección conductor fase AI (mm ²)	Red III – 400V Potencia máxima demandada (kW)	Red III – 230V Potencia máxima demandada (kW)
50	$P \leq 50 \text{ kW}$	$P \leq 20 \text{ kW}$
95	$50 \text{ kW} < P \leq 75 \text{ kW}$	$20 \text{ kW} < P \leq 30 \text{ kW}$
150	$75 \text{ kW} < P \leq 100 \text{ kW}$	$30 \text{ kW} < P \leq 50 \text{ kW}$
240	$100 \text{ kW} < P \leq 180 \text{ kW}$	$50 \text{ kW} < P \leq 100 \text{ kW}$

Cualquier otra sección deberá ser justificada por el proyectista/instalador. En caso de discrepancia resolverá el órgano competente de la Administración.

7.1.2. CANALIZACION SUBTERRANEA.

7.1.2.1 DESCRIPCION DE LA CANALIZACIÓN

La canalización se ejecutará por terrenos de dominio público, bajo las aceras o calzadas, preferentemente bajo las aceras evitándose los ángulos pronunciados. El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales.

Al marcar el trazado de las zanjas, se tendrán en cuenta los radios de curvatura mínimos.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas, se abrirán catas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto en el proyecto por las posibles interferencias con las empresas de servicio público y con otros posibles propietarios de servicios.

Las LSBT se dispondrá en canalización entubada, bajo tubo de diámetro exterior mínimo de 160 mm, libres de halógenos, su interior será liso y poseerán una resistencia adecuada a las solicitudes a las que se han de someter durante su instalación. Se emplearán barras de tubo ("rígidas") de hasta 6 metros de longitud para los tramos de canalización general (rectilíneos) y rollos de tubo ("flexible") para la acometida a las cajas y armarios de seccionamiento. Se tomarán como referencia la norma UNE-EN 61386-24 y el documento informativo **CNL002 Tubos polietileno (Libres de halógenos) para canalizaciones subterráneas.**

Se dispondrá de 5 tubos como máximo en las canalizaciones, uno de ellos de reserva, este quedará a disposición de las necesidades de distribución.

Con el objeto de unificar criterios en las profundidades de las zanjas entre el Reglamento electrotécnico de baja tensión y Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias, se establece un criterio único de profundidad hasta la parte superior de los cables (directamente enterrados) o de los tubos más próximos a la superficie, que no será menor de 0,6 m en acera o tierra, ni de 0,8 m en calzada medidos desde la parte superior del pavimento.

Cuando existan impedimentos debidamente justificados que no permitan alcanzar las anteriores profundidades, y con el acuerdo previo de e-distribución, éstas podrán reducirse si se añaden protecciones mecánicas suficientes tal y como se especifica en la ITC-BT-07. En estos casos se considera adecuada la instalación de una plancha de acero de al menos 3 mm de espesor. En cualquier caso, esta particularidad deberá reflejarse en la documentación de legalización de la instalación.

Se dispondrán los puntos de acceso suficientes que faciliten la realización de los trabajos de tendido y mantenimiento de la LSBT.

Las canalizaciones podrán llevar tubos de control para cables de comunicaciones ubicados encima de los tubos de cables eléctricos, con el fin de facilitar el acceso de operadores de comunicaciones a la red de distribución en cumplimiento de lo exigido en el RD 330/2016. Dichos tubos tendrán continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de comunicaciones, inclusive en las arquetas y calas de tiro si las hubiera. Las derivaciones de cable de



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

comunicaciones se realizarán en arquetas independientes a las de la red eléctrica. Estos tubos de control se instalarán en aquellas canalizaciones con origen en un centro de transformación, o con origen en otro punto de la red en donde ya existan tubos de control con objeto de dar continuidad a los mismos.

Los tubos de control serán bitubos de 40 mm. de diámetro exterior, fabricados de polietileno de alta densidad y pigmentados de color verde. El resto de características se detallan en la norma de referencia informativa **CNL010 Tubos de comunicaciones para líneas subterráneas**.

En aquellos casos en los que se requiera la instalación de tubo(s) de control se seguirá el siguiente criterio en cuanto a su disposición en la canalización:

- 1) El tubo discurrirá a lo largo de la canalización principal sin hacer entrada/salida en las cajas o armarios de distribución.
- 2) Si la red es mallada el tubo finalizará en el CT con el que se realiza el mallado.
- 3) Si la red es radial el tubo finalizará al final de la canalización principal.
- 4) El detalle de los tubos de control deberá reflejarse en el correspondiente plano as-built.
- 5) En cualquier caso, el tubo de control quedará debidamente sellado en ambos extremos.

Donde de prevea la conexión de la canalización con cajas y armarios de distribución los tubos quedarán perfectamente alineados verticalmente a su parte inferior.

En el correspondiente plano se detallan las distintas secciones de zanjas y la disposición de todos sus elementos.

En los cruces de calzada y acceso a garajes los cables se instalarán en canalizaciones entubadas hormigonadas. En aquellos tramos que excepcionalmente se realicen bajo cualquier suelo con tráfico rodado, o en los que haya previsión de circulación o trabajo de vehículos agrícolas en suelo rural, se instalarán igualmente en canalización entubada hormigonada.

7.1.2.2 PUNTOS DE ACCESO

Se dispondrán puntos de acceso a lo largo de la canalización con objeto de:

- Ayudar al tendido y a las posibles reparaciones o sustituciones del cable subterráneo en tramos largos.
- Facilitar la ejecución de los empalmes de red, y su reparación en caso de avería.
- Permitir el tendido del cable en caso de grandes cambios de dirección.

El número de puntos de acceso a instalar en la canalización será limitado y estará justificado en el diseño, pudiendo ser calas de tendido o arquetas ocultas. Excepcionalmente, y con el acuerdo previo de e-distribución, se podrán colocar arquetas vistas con tapas practicables.

Las arquetas con tapas practicables en ningún caso se podrán instalar en zonas de tráfico rodado.

Los aspectos principales a tener en cuenta en el diseño son los siguientes:

- En tramos rectos el número de puntos de acceso se dispondrá en función de la máxima tensión de tiro indicada por el fabricante del cable, sin perjuicio de lo indicado en la ITC- BT 07.
- En los cambios de dirección se tendrá en cuenta el radio de curvatura mínimo de los cables por lo que no se admitirá que el ángulo que forme el cable en el cambio de dirección sea inferior a 90°.

A la entrada y salida de los puntos de acceso, los tubos en uso y los de reserva deben quedar sellados.

En ningún caso se dejarán en los puntos de acceso lazos de cables sin que cumplan con el radio de curvatura mínimo de los cables.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

7.1.2.3 EMPLAZAMIENTO DE EMPALMES

Los empalmes se realizarán en tramos rectos, nunca en cambios de dirección ni en lazos.

El tipo de punto de acceso donde se realice el empalme dependerá de la zona por donde discurra la canalización según se indica en el apartado Puntos de acceso. Los empalmes podrán ubicarse en calas, arquetas ocultas o zanjas.

Las dimensiones mínimas de los puntos de acceso donde se ubiquen los empalmes serán aquellas que faciliten su ejecución y que se indican a continuación:

- Calas:** el largo de la cala deberá tener una dimensión mínima de 1 metro.

- Arquetas:** la dimensión longitudinal mínima de la arqueta necesaria para la ejecución de empalmes deberá ser, como mínimo, de 1 metro. En caso de resultar insuficiente se optará por la solución en cala.

- Zanjas abiertas:** esta solución sólo se aplicará en los casos en que por problemas de disponibilidad de espacio no sea posible ejecutar una cala ni instalar una arqueta. En este caso los empalmes se alojarán en la propia zanja de la canalización.

Los empalmes se ejecutarán en un mismo plano y en todos los casos dicho plano debe coincidir con el de acceso a los tubos de la canalización para lo cual se dispondrá del relleno necesario para cumplir con esta condición.

7.1.2.4. ARQUETAS.

Si se instalan arquetas, en caso de ser prefabricadas, tomarán como referencia el documento informativo **NNH001 Arquetas Prefabricadas para Canalizaciones Subterráneas**. El montaje de las arquetas de material plástico se realizará tomando como referencia el documento informativo **NMH001 Guía de Montaje e Instalación de Arquetas Prefabricadas de Poliéster, Polietileno o Polipropileno para Canalizaciones Subterráneas**.

Se podrán construir también de ladrillo, sin fondo para favorecer la filtración de agua, siendo sus dimensiones las indicadas en los planos.

Los marcos y las tapas de las arquetas serán preferentemente de fundición cuyo documento de referencia informativo es **NNH002 Marcos y tapas de fundición para canalizaciones subterráneas**.

En las arquetas, los tubos quedarán como mínimo a 25 cm por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Se sellarán con material expansible e ignífugo, o solución equivalente (tanto los tubos de reserva como los tubos con cables), de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La ubicación de los orificios de entrada a las arquetas será tal que permita un radio de curvatura superior al mínimo exigido para los cables.

Las arquetas se construirán de forma que sean inaccesibles con objeto de reducir el vandalismo y la accidentabilidad, para ello la tapa de la arqueta se ubicará bajo el nivel del suelo quedando cubierta con el mismo acabado superficial del pavimento anexo. En el plano correspondiente se detallan las características constructivas.

Para garantizar la localización de la arqueta se colocará sobre el pavimento un clavo normalizado de identificación que deberá reflejarse también en el correspondiente plano as-built.

7.1.3. CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS.

Los cables subterráneos deberán cumplir los requisitos señalados en el apartado 2.2 de la ITCBT- 07, los indicados en las presentes Especificaciones Particulares y las condiciones que pudieran imponer Otros órganos competentes de la Administración o empresas de servicios, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables subterráneos de BT.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

Cuando no se puedan respetar aquellas distancias, deberán añadirse las protecciones mecánicas especificadas en el propio reglamento.

A continuación se resumen las distancias entre servicios subterráneos para cruces, paralelismos y proximidades.

Resumen de distancias entre servicios subterráneos para cruces, paralelismos y proximidades

Instalaciones u obstáculos	Distancia		Condiciones
	Cruzamiento	Paralelismo	
Calles y carreteras	La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie será:		Los cables se colocaran en canalizaciones entubadas hormigonadas en toda su longitud.
	≥ 80m		
	El cruce será perpendicular al vial, siempre que sea posible		
Ferrocarriles	La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, respecto a la cara inferior de la traviesa, será:		Los cables se colocaran en canalizaciones entubadas hormigonadas en toda su longitud.
	≥ 1,30m		
	El cruce será perpendicular a la vía, siempre que sea posible. La canalización rebasará la vía férrea en 1,5 m por cada extremo.		



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

Instalaciones u obstáculos	Distancia		Condiciones
	Cruzamiento	Paralelismo	
Otros cables de energía eléctrica	Distancia entre cables: $\geq 0,25\text{m AT}$ $\geq 0,10\text{m BT}$ La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 m.	Distancia entre cables de diferentes empresas: $\geq 0,25\text{m AT}$ $\geq 0,10\text{m BT}$ Si los cables son de la misma empres pueden reducirse	Cuando no pueda respetarse alguna de estas distancias, el cable que se tienda en último lugar se dispondrá separado mediante tubos de adecuada resistencia mecánica.
Cables de telecomunicación (cables conductores)	Distancia entre cables: $\geq 0,20\text{m}$ La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicación, será superior a 1 m.	Distancia entre cables: $\geq 0,20\text{m}$	Cuando no pueda respetarse alguna de estas distancias, el cable que se tienda en último lugar se dispondrá separado mediante tubos de adecuada resistencia mecánica.
Canalizaciones de agua	Distancia entre cables y canalización: $\geq 0,20\text{m}$ Se evitara el cruce por la vertical de las juntas de la canalización de agua. La distancia del punto de cruce a los empalmes o a las juntas será superior a 1 m.	Distancia entre cables y canalización: $\geq 0,20\text{m}$ En arterias importantes esta distancia será de 1 m como mínimo. Se procurará mantener dicha distancia en proyección horizontal y que la canalización del agua quede por debajo del nivel del cable. La distancia mínima entre empalmes y juntas será de 1 m.	Cuando no pueda respetarse alguna de estas distancias, el cable que se tienda en último lugar se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.
Canalizaciones de gas	Distancia entre cables y canalización: $\geq 0,20\text{m}$ Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de la canalización de gas. La distancia del punto de cruce a los empalmes o a las juntas será superior a 1 m.	Distancia entre cables y canalización: $AP \geq 0,40\text{m}$ $MP \text{ y } BP \geq 0,25\text{m}$ En arterias importantes esta distancia será de 1 m como mínimo. Se procurará mantener dicha distancia en proyección horizontal y que la canalización del agua quede por debajo del nivel del cable. La distancia mínima entre empalmes y juntas será de 1 m. AP, Alta presión, > 4 bar. MP y BP, Media y baja presión, ≤ 4 bar.	Cuando no pueda respetarse alguna de estas distancias, el cable que se tienda en último lugar se dispondrá separado mediante tubos de adecuada resistencia mecánica.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

Instalaciones u obstáculos	Distancia		Condiciones
	Cruzamiento	Paralelismo	
Conducciones de alcantarillado	Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado. No se admitirá incidir en su interior y se podrá incidir en su pared siempre que se asegure que ésta no quede debilitada.		Cuando no sea posible, el cable se pasará por debajo y se dispondrán separados mediante tubos de adecuada resistencia mecánica.
Depósitos de carburante	La distancia de los tubos al depósito será: $\geq 0,20\text{m}$		Los cables de BT se dispondrán dentro de tubos o conductos de adecuada resistencia mecánica.
	La canalización rebasará al depósito en 1,5 m por cada extremo.		
Acometidas o Conexiones de servicio a un edificio	Distancia entre servicios: $MT \geq 0,30\text{m}$ Otros servicios: $\geq 0,20\text{m}$		Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción que se establezca en último lugar se dispondrá separada mediante tubos de adecuada resistencia mecánica. La entrada de las conexiones de servicio a los edificios deberá taponarse hasta conseguir una estanqueidad perfecta.

7.1.4. PROTECCIONES.

La LSBT se protegerá mediante dispositivos de protección adecuados (fusibles tipo “gG” de alto poder de ruptura o interruptores automáticos) ubicados en el cuadro de baja tensión del centro de transformación o en cajas y armarios de distribución, con objeto de garantizar la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de la línea.

En caso de que la sección de la línea varíe, se dotará la correspondiente protección intermedia, o bien se dispondrá el calibre de la protección en origen acorde a la menor sección de todo el recorrido.

Si se instalan fusibles se tomará como referencia el documento informativo **NNL011 Fusibles de baja tensión. Bases y fusibles de cuchillas.**

Se instalarán **FUSIBLE CUCHILLA BT NH 2 CLASE “gG” 250 A.**

7.1.5. SISTEMAS DE PROTECCION.

En primer lugar, la red de distribución en baja tensión estará protegida contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en la misma (ITC-BT-22), por lo tanto se utilizarán los siguientes sistemas de protección:

- Protección a sobrecargas: Se utilizarán fusibles o interruptores automáticos calibrados convenientemente, ubicados en el cuadro de baja tensión del centro de transformación, desde donde parten los circuitos, cuando se realiza todo el trazado de los circuitos a sección constante (y queda ésta protegida en inicio de línea), no es necesaria la colocación de elementos de protección en ningún otro punto de la red para proteger las reducciones de sección.
- Protección a cortocircuitos: Se utilizarán fusibles o interruptores automáticos calibrados



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

convenientemente, ubicados en el cuadro de baja tensión del centro de transformación.

En segundo lugar, para la protección contra contactos directos (ITC-BT-22) se han tomado las medidas siguientes:

- Ubicación del circuito eléctrico enterrado bajo tierra en una zanja practicada al efecto, con el fin de resultar imposible un contacto fortuito con las manos por parte de las personas que habitualmente circulan por el acerado.
- Alojamiento de los sistemas de protección y control de la red eléctrica, así como todas las conexiones pertinentes, en cajas o cuadros eléctricos aislantes, los cuales necesitan de útiles especiales para proceder a su apertura.
- Aislamiento de todos los conductores con polietileno reticulado "XLPE", tensión asignada 0,6/1 kV, con el fin de recubrir las partes activas de la instalación.

En tercer lugar, para la protección contra contactos indirectos (ITC-BT-22), la Cía. Suministradora obliga a utilizar en sus redes de distribución en BT el esquema TT, es decir, Neutro de B.T. puesto directamente a tierra y masas de la instalación receptora conectadas a una tierra separada de la anterior, así como empleo en dicha instalación de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada al tipo de local y características del terreno.

Por otra parte, es obligada la conexión del neutro a tierra en el centro de transformación y cada 500 metros (según ITC-BT-06 e ITC-BT-07), sin embargo, aunque la longitud de cada uno de los circuitos sea inferior a la cifra reseñada, el neutro se conectará como mínimo una vez a tierra al final de cada circuito.

7.1.6. PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO.

El cable neutro, además de la puesta a tierra del centro de transformación (tierra de servicio del CT), se colocará a tierra a lo largo de la LSBT en las cajas de Seccionamiento o armarios de distribución al menos cada 200 metros y en todos los finales de línea. En el caso de existir tramos de 200 metros sin cajas de seccionamiento, se colocará el neutro a tierra en la primera caja disponible y al final de línea.

Con objeto de evitar que se transfieran tensiones peligrosas al neutro de la LSBT ante posibles defectos a tierra en MT, no se colocará a tierra el neutro en aquellas cajas de seccionamiento o armarios de distribución ubicados a una distancia del CT inferior a la calculada con la siguiente expresión

$$D > \frac{\rho \cdot I_E}{2 \cdot \pi \cdot U_i} \approx \frac{\rho \cdot I_E}{6.283}$$

Siendo:

D Distancia mínima entre la red de tierra de protección del CT (se considerará el CT en caso de no conocer por donde discurre) y la caja o armario de seccionamiento de la LSBT (m) a partir de la cual se requiere colocar a tierra el neutro en caso de ser final de línea.

ρ Resistividad media del terreno ($\Omega \cdot m$).

I_E Intensidad de defecto por el electrodo seleccionado (A).

U_i Tensión inducida sobre el electrodo de puesta a tierra de neutro (V). Se adopta $U_i = 1.000$ V.

Por ejemplo, para una resistividad media de 250 $\Omega \cdot m$ y considerando la $I_{\text{defecto máxima}}$ en las distintas zonas de distribución se tienen los siguientes valores:



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

Zona de distribución	Aragón		Cataluña	Balears	Andalucía	Canarias
	Neutro aislado	Neutro a tierra				
D(m)	10	20	20	12	40	20

La conexión a tierra de estos puntos de la red se realizará mediante picas de 2 m de acero-cobre, conectadas con cable de aluminio con una sección de 95 mm². Las picas cumplirán la norma UNE 21056 y se tomará como referencia el documento informativo NNZ035 Picas cilíndricas para puesta a tierra.

La unión entre las picas y el cable de tierra podrá realizarse mediante piezas adecuadas de compresión mecánica acordes a la norma UNE-21021 o mediante soldadura aluminotérmica.

En nuestro caso se colocará a tierra el neutro en las cajas de seccionamiento que se encuentran a mas de 40m del CT.

7.2 REDES AEREAS DE BAJA TENSIÓN

Los aspectos que con carácter general deberán tenerse en cuenta en el diseño de las líneas aéreas de BT posadas en fachada o tensadas sobre apoyos, en adelante LABT, serán los siguientes:

- Las LABT se estructurarán a partir del centro de transformación donde se instalarán los dispositivos de protección o en caso de extensiones de red, a partir de LABT o de LSBT existentes.
- Las LABT principales serán de sección uniforme y adecuada a la previsión de carga de la línea. Igualmente, las derivaciones serán de sección uniforme en todo su recorrido.

Las extensiones de red en zonas consolidadas se ejecutarán con cables de la misma sección que la de la red existente.

- En todas las redes de baja tensión el cable de neutro estará perfectamente identificado.
- La carga máxima de transporte de las LABT se determinará en función de la intensidad máxima admisible del cable.

Adicionalmente la capacidad de transporte de la línea también se limitará por el calibre de los dispositivos de protección utilizados para asegurar una correcta protección frente a sobrecargas y cortocircuitos.

- Las acometidas serán siempre trifásicas y su sección adecuada a la previsión de potencia del consumidor.
- En el trazado de las LABT se cumplirán las distancias reglamentarias establecidas en la ITC-BT-06, en las Especificaciones Particulares la empresa suministradora, así como las que puedan establecer otros organismos y/o empresas de servicios afectadas por el trazado que se pueda proyectar.
- Las nuevas LABT deberán proyectarse y ejecutarse previendo la futura instalación, sin modificaciones adicionales, de cable de fibra óptica ADSS con el fin de facilitar el acceso de operadores de comunicaciones a la red de distribución en cumplimiento de lo exigido en el RD 330/2016.
- Con carácter general, y siempre que la protección aguas arriba sea válida para proteger la línea derivada, las derivaciones de LABT se realizarán mediante conectores en "T". En casos especiales en los que se precise proteger específicamente una derivación, se empleará una caja de derivación con fusibles.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

7.2.1. LABT SOBRE APOYOS.

Se intentará reducir al máximo el impacto medio ambiental de las líneas sobre el entorno, procurando que su traza discurra por lugares en que pasen lo más desapercibidas posible. Así, en zonas montañosas discurrirán preferentemente por las laderas de modo que desde los lugares habituales de tránsito queden proyectadas sobre horizontes opacos. Se intentará alejar la línea aérea de núcleos urbanos y parajes de valor cultural, histórico-artístico o arqueológico.

A igualdad de condiciones, se proyectará la línea más directa, sin fuertes cambios de dirección y con menos apoyos de ángulo.

El emplazamiento y la ubicación de los apoyos de la LABT se realizarán, en la medida de lo posible, en zonas de fácil acceso para su construcción y mantenimiento.

7.2.2. LABT SOBRE FACHADA.

El trazado de la red trenzada posada sobre fachada será horizontal, evitando flechas y resaltes importantes. Se elegirá en función de las líneas dominantes de la arquitectura procurando aprovechar cada uno de los salientes de la fachada para asegurar el menor impacto visual.

Los cambios de altura del trazado se harán verticalmente, en el límite del inmueble, aprovechando salientes intermedios.

La red posada sobre fachada no estará sometida a ningún esfuerzo mecánico, a excepción de su propio peso. Los cables se fijarán a las fachadas mediante soportes con abrazaderas de acero plastificadas que hagan que los cables queden a unos 20 mm distanciados de la pared, siendo la distancia entre soportes la indicada en el correspondiente plano.

El paso de esquinas se realizará, dada la manejabilidad del cable, conformando manualmente el haz y fijándolo a los soportes que estarán dispuestos a una distancia mínima de 25 cm del borde o saliente y manteniendo la separación mínima de 20 mm entre estos elementos y el cable.

Para rebasar las tuberías, canalizaciones u otros obstáculos se pasará el haz por la parte exterior de la misma mediante una separación progresiva de la fachada iniciada unos 40 cm antes del obstáculo.

Con carácter general las LABT irán directamente posadas sobre fachada y no se instalarán por el interior de tubos empotrados, a excepción de las acometidas a CPM donde se permiten tramos entubados de hasta 2 metros

7.2.3. ELEMENTOS DE LAS LABT.

7.2.3.1. APOYOS

- Tipologías de apoyo

En general los apoyos a instalar en las nuevas líneas de BT podrán ser metálicos de celosía, de chapa plegada, de hormigón o de poliéster reforzado con fibra de vidrio.

Atendiendo al tipo de fijación los apoyos se clasifican en la siguiente forma:

•**Apoyos de suspensión:** apoyos con pinzas de suspensión.

•**Apoyos de amarre:** apoyos con pinzas de amarre.

Por otro lado, en función de la posición relativa del apoyo respecto al trazado de la línea, los apoyos se clasifican en:

•**Apoyos de alineación:** apoyos de suspensión o amarre en tramos rectilíneos de la línea.

•**Apoyos de ángulo:** apoyos de amarre colocados en un ángulo del trazado de la línea.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

- **Apoyos de estrellamiento:** apoyos de amarre colocados en un punto del trazado con una o más derivaciones.
- **Apoyos de fin de línea:** apoyos de amarre, situados en el origen y final de la línea cuya función es la soportar en sentido longitudinal, las solicitaciones del cable en un solo sentido.

Atendiendo a su naturaleza constructiva, los apoyos pueden ser de los siguientes tipos:

- **Apoyos metálicos de celosía:** los apoyos de celosía cumplirán la norma UNE 207017 y se tomará como referencia el documento informativo **AND001 Apoyos y armados de perfiles metálicos para líneas de MT hasta 30 kV.**
- **Apoyos de chapa plegada:** los apoyos de chapa plegada cumplirán la norma UNE 207018 y se tomará como referencia el documento informativo **AND004 Apoyos de chapa metálica para líneas aéreas hasta 36 kV.**
- **Apoyos de hormigón:** los apoyos de hormigón cumplirán la norma UNE 207016 y se tomará como referencia el documento informativo **AND002 Postes de hormigón armado vibrado.**
- **Apoyos de poliéster reforzado con fibra de vidrio,** en adelante PRFV: cumplirán la especificación UNE 0059:2017 y se tomará como referencia el documento informativo **AND020 Postes de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV) para líneas aéreas hasta 36 kV.**

En los apoyos metálicos de celosía y de chapa plegada el recubrimiento superficial que se realizará será el de galvanizado en caliente. Si en la ubicación donde se prevé ubicar los apoyos los niveles de contaminación y salinidad ambiental lo requieren se aplicará en campo, de acuerdo con e-distribución y siguiendo las recomendaciones de la norma UNE-EN ISO 12944-5, un tratamiento de pintado adicional.

Excepcionalmente, y con el acuerdo previo de e-distribución, se analizará la posibilidad de instalar otro tipo de soportes, tales como posteletes metálicos, en aquellas situaciones en las que se justifique la imposibilidad técnica (espacio insuficiente, permisos, etc...) de instalar alguno de los anteriores.

7.2.3.2. DIMENSIONES DE LOS APOYOS

La altura elegida de los apoyos se determinará por la distancia mínima de los cables (eléctricos y ADSS) al terreno, u a otros obstáculos, según lo establecido en el presente documento.

7.2.4. CABLES AISLADOS.

El diseño de los cables aislados de potencia será adecuado a la tensión nominal y asignada indicadas en la tabla 1.

Tabla 1. Tensión nominal y asignada de los cables

Un (kV)	U0/U (kV eficaces)	Um (kV eficaces)
0,4	0,6/1,0	1,2

Siendo:

- Un** Valor eficaz de la tensión nominal eficaz de la red.
- Y las tensiones asignadas, la combinación de los valores siguientes:
 - U0** Valor eficaz de la tensión entre un conductor aislado cualquiera y tierra.
 - U** Valor eficaz de la tensión entre dos conductores aislados cualquiera de una red de cables unipolares.
 - Um** Valor máximo eficaz de la tensión más elevada de la red para la que el material puede ser utilizado.

Los cables a utilizar en las LABT objeto de la presente especificación tipo serán cables con una cubierta aislante de polietileno reticulado reunidos en haz.

Se ajustarán a lo indicado en las normas UNE-HD 626.S1 y UNE 21030, y se tomará como referencia el documento informativo **BNL001 Conductores de aluminio aislados cableados en haz para líneas**



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

aéreas de 0,6/1 kV de tensión nominal.

Los circuitos de las LABT se compondrán de cuatro cables unipolares, tres de fase y uno de neutro, de las características que se indican en la tabla 2.

Tabla 2. Características cables aéreos

Características	Valores
Nivel de aislamiento (U0/U)	0,6/1 (kV)
Naturaleza del conductor	Aluminio/Alm
Sección de los conductores / fiador	4x25 Al (*) 3x50 Al / 54.6 Alm 3x95 Al / 54.6 Alm 3x150 Al / 80 Alm

(*) El cable aéreo de 4x25 sólo se empleará para acometidas.

7.2.5. EMPALMES.

Los empalmes se realizarán mediante manguitos adecuados para el tipo de conductor y sección empleado y aptos para la tensión de servicio.

Los manguitos estarán constituidos por una aleación de aluminio y la conexión a los conductores será mediante compresión hexagonal o punzonado profundo.

En general se usarán manguitos preaislados adecuados para la sección de los cables a conectar, y se ajustarán a lo indicado en la norma UNE EN 50483-4 y se tomará como referencia el documento informativo **BNL005 Manguitos preaislados para unión de redes aéreas aisladas trenzadas**. El sistema de unión será por compresión hexagonal.

En caso de instalarse manguitos desnudos serán de aleación de aluminio y se ajustarán a lo indicado en las normas UNE 21021 y UNE-EN 61238-1 tomando como referencia el documento informativo **NNZ036 Manguitos de aleación de aluminio para unión conductores Al-Al, Al- Cu, Al-Almelec y Almelec-Almelec**. Sobre el manguito desnudo se colocará un aislamiento envolvente para reconstruir el aislamiento y la cubierta exterior del cable, sobresaldrá 10 cm. a cada extremo del manguito de empalme y será resistente a las condiciones de intemperie (radiación UV). Una vez ejecutados éstos no presentarán deformación.

7.2.6 PIEZAS DE CONEXIÓN

Las piezas de conexión serán de diseño y naturaleza tal que eviten los efectos electrolíticos.

Las piezas de conexión se dividen en terminales y piezas de derivación. Sus características se ajustarán a las normas UNE 21021, UNE-EN 61238-1 y UNE 50483-4.

Terminales

La conexión de las LABT a los cuadros de baja tensión, cajas de derivación y cajas generales de protección se realizará mediante terminales (La conexión de acometidas de RZ 0,6/1 kV Al 4x25 mm² a cajas generales de protección y medida de 100A podrá realizarse directamente con el cable sin terminal) de aluminio macizo estañado adecuados al tipo de conductor empleado en cada caso, atendiendo a las características de la instalación, tensión de aislamiento (0,6/1 kV), sección y naturaleza de los cables.

Si se instalan terminales de compresión el documento de referencia informativo será el **NNZ014 Terminales rectos de aleación de aluminio para conductores de aluminio y de almelec-instalación interior**. Serán de aleación de aluminio y su unión al conductor mediante doble punzonado profundo. La huella del punzonado quedará visible desde la parte frontal de la envolvente y se aislará



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

mediante un recubrimiento que aporte un nivel de aislamiento como mínimo igual al del cable.

Para cables almelec (neutro de 54,6 y 80 mm²) se realizará la unión con el terminal mediante compresión con matriz hexagonal realizando cuatro entallas.

Si se instalan terminales preaislados con apriete mediante tornillo fusible, se considerará como referencia el documento informativo **BNL006 Accesorios de conexión aislados para instalaciones subterráneas de BT**. Estarán constituidos por una aleación de aluminio previendo su unión al conductor mediante apriete por tornillería fusible y la reconstitución del aislamiento y cubierta exterior del cable (en la zona de la caña) de forma simultánea.

La conexión del terminal a la instalación fija se realizará a presión por tornillería.

Piezas de derivación

La conexión de conductores en las líneas aéreas de BT se realizará en lugares donde el conductor no esté sometido a solicitaciones mecánicas.

En general, la conexión de derivaciones a la línea principal se efectuará mediante conectores de compresión y pleno contacto, con caja aislante minibloc rellena de grasa, y apriete controlado mediante tornillería fusible. Como referencia informativa se considerarán las especificaciones técnicas de e-distribución para este material.

Asimismo, serán admisibles para este cometido conectores que utilicen la técnica de presión mediante cuña cubiertos con funda de protección.

Adicionalmente en las acometidas con cable de RZ 0,6/1 kV Al 4x25 mm² de sección, podrán utilizarse conectores de perforación de aislamiento.

7.2.7 ACCESORIOS DE SUJECCIÓN

Se engloban bajo esta denominación todos los elementos necesarios para la fijación de los cables eléctricos a las fachadas. Se utilizarán herrajes y accesorios que deberán estar debidamente protegidos contra la corrosión y el envejecimiento, y resistirán los esfuerzos mecánicos a que puedan estar sometidos, con un coeficiente de seguridad no inferior al que corresponda al dispositivo de anclaje donde se instalen.

Elementos de amarre y sujeción de cables

La fijación de las redes en los cruces en redes posadas sobre fachadas se realizará mediante pinzas de amarre de cuñas aislantes deslizantes y pinzas de suspensión, acopladas al cable del neutro portante. La presión se efectuará sobre el aislamiento del cable de forma que no dañe ni disminuya sus características.

No se admitirá ningún sistema que requiera el apriete de roscas.

Las pinzas de amarre y suspensión deben ser conformes a las normas UNE EN 50483-3 o UNE- EN 50483-2, y tomarán como referencia el documento informativo **BNL002 Elementos de amarre de conductores aislados cableados en haz para líneas aéreas de Baja Tensión** y la especificación técnica informativa 160856 para pinzas de suspensión.

Elementos de fijación de cables a fachadas

La fijación de las redes posadas sobre fachadas se realizará mediante soportes o abrazaderas con tacos.

No se admitirá ningún sistema que requiera el apriete de roscas.

Todas las características técnicas, constructivas, de ensayo, etc. de los elementos de amarre destinados a los cables eléctricos tomarán como referencia las indicadas en el documento informativo **BNL004**



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

Soportes, tacos y abrazaderas de conductores aislados cableados en haz para líneas eléctricas aéreas de Baja Tensión posadas sobre fachadas.

7.2.8 CAJAS DE DERIVACIÓN

Se utilizarán cuando, a partir de una red trenzada pasante de baja tensión posada sobre fachada, se deba efectuar una derivación protegida mediante fusibles.

Las características de las cajas de derivación serán las indicadas en el documento informativo **BNL003 Cajas para derivación con protección para red trenzada en Baja Tensión posada sobre fachada.**

7.2.9. CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN Y CAJAS DE PROTECCIÓN Y MEDIDA

Las cajas generales de protección y las cajas de protección y medida serán siempre trifásicas (3F+N) y atenderán a lo indicado en el documento *NRZ103 Instalaciones de enlace conectadas a la red de distribución. Consumidores en BT.*

7.2.10. TUBOS Y CANALES PROTECTORAS

Cuando, con carácter excepcional no pueden respetarse las distancias en fachada indicadas en el apartado Cruzamientos, proximidades y paralelismos, los cables se protegerán con tubos o canales de protección practicables aislantes cuyas características verificarán los requisitos indicados en la *tabla 2 de la ITC-BT-11.*

Característica	Grado (canales)	Código (tubos)
Resistencia al impacto	Fuerte (6 julios)	4
Temperatura mínima de instalación y servicio	-5 °C	4
Temperatura máxima de instalación y servicio	+60 °C	1
Propiedades eléctricas	Continuidad eléctrica/aislante	1 / 2
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	$\varnothing \geq 1 \text{ mm}$	4
Resistencia a la corrosión (conductos metálicos)	Protección interior media, exterior alta	3
Resistencia a la propagación de la llama	No propagador	1

Tabla 2. Características de los tubos o canales que deben utilizarse cuando la acometida quede a una altura sobre el suelo inferior a 2,5 m.

7.2.11. ACOMETIDAS

Las acometidas de las LABT se ejecutarán, con carácter general, mediante conectores adecuados para derivación en "T". Sin perjuicio de lo indicado en el apartado Criterios generales de diseño de las redes de BT, su sección será adecuada a la potencia prevista en la instalación interior.

La conexión de los cables de la acometida a la CGP se realizará siempre con los correspondientes terminales (La conexión de acometidas de RZ 0,6/1 kV Al 4x25 mm² a cajas generales de protección y medida de 100A podrá realizarse directamente con el cable sin terminal).

Los tramos de la acometida que queden a una altura sobre el suelo inferior a 2,5 m deberán protegerse con tubos rígidos o canales, todos ellos aislantes, cuyas características técnicas se corresponderán con las indicadas en el apartado 1.2.1 de la ITC-BT-11 del REBT.

La sección recomendada de los cables de la acometida seguirá lo indicado en la tabla 3:



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

Tabla 3. Sección recomendada acometidas

Sección conductor fase AI (mm ²)	Red III – 400V Potencia máxima demandada (kW)	Red III – 230V Potencia máxima demandada (kW)
25	$P \leq 20 \text{ kW}$	$P \leq 20 \text{ kW}$
50	$20 \text{ kW} < P \leq 50 \text{ kW}$	$20 \text{ kW} < P \leq 30 \text{ kW}$
95	$50 \text{ kW} < P \leq 75 \text{ kW}$	$30 \text{ kW} < P \leq 50 \text{ kW}$
150	$75 \text{ kW} < P \leq 180 \text{ kW}$	$50 \text{ kW} < P \leq 100 \text{ kW}$

Cualquier otra sección deberá ser justificada por el proyectista/instalador. En caso de discrepancia resolverá el órgano competente de la Administración.

En nuestro caso las redes serán de 150mm².

7.2.12. INSTALACIÓN CABLES AISLADOS.

Cables tensados

Los cables podrán instalarse tensados mediante pinzas adecuadas colocadas sobre apoyos, fachadas o muros, con una tensión mecánica adecuada, sin considerar a estos efectos el aislamiento como elemento resistente. La sujeción de estos cables se realizará siempre sobre el neutro fiador.

La distancia mínima al suelo será acorde lo especificado en el apartado de cruzamientos, proximidades y paralelismos.

Cables posados

Los cables podrán colocarse posados sobre fachadas o muros, mediante abrazaderas fijadas a los mismos y resistentes a las acciones de la intemperie.

En espacios vacíos (cables no posados en fachada o muro) los cables tendrán la condición de tensados y se regirán por lo indicado en el apartado anterior.

En general deberá respetarse una altura mínima al suelo de 2,5 m.

En los recorridos por debajo de la altura mínima al suelo (por ejemplo, acometidas) deberán protegerse mediante elementos adecuados, conforme lo indicado en el apartado 1.2.1 de la ITC- BT-11, evitándose que los cables pasen por delante de cualquier abertura existente en la fachadas o muros.

En las proximidades de aberturas en fachadas deben respetarse las siguientes distancias mínimas:

- Ventanas: 0,30 m. al borde superior de la abertura y 0,50 m. al borde inferior y bordes laterales de la abertura.
- Balcones: 0,30 m. al borde superior de la abertura y 1,00 m. a los bordes laterales del balcón.

Se tendrán en cuenta la existencia de salientes o marquesinas que puedan facilitar el posado de los cables, pudiendo admitir, en estos casos, una disminución de las distancias antes indicadas.

En aquellos lugares en que puedan sufrir deterioro mecánico de cualquier índole los cables se protegerán adecuadamente.

7.2.13. PROTECCIÓN.

Las LABT se protegerán mediante dispositivos de protección adecuados (fusibles tipo “gG” de alto poder de ruptura o interruptores automáticos) ubicados en cuadro de baja tensión del centro de transformación.

Con ello queda garantizada la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de la línea.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

En caso de que la sección de la línea varíe, se dotará la correspondiente protección intermedia, o bien se dispondrá el calibre de la protección en origen acorde a la menor sección de todo el recorrido.

En caso de instalarse fusibles se tomará como referencia el documento informativo **NNL011 Fusibles de baja tensión. Bases y fusibles de cuchillas**.

7.2.14. CIMENTACIONES

La cimentación de los apoyos será de hormigón en masa de calidad HM-20 y deberá cumplir lo especificado en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE 08.

Con carácter general el bloque de cimentación sobresaldrá del terreno, como mínimo 15 cm, formando un zócalo, con el objeto de proteger los extremos inferiores de los montantes y sus uniones. Dicha cimentación se terminará con un vierteaguas de 5 cm de altura para facilitar la evacuación del agua de lluvia. Así mismo, con el objeto de evitar que el agua que queda confinada en los perfiles de los montantes en su inserción con la cimentación, se efectuarán unos pequeños planos inclinados a tal efecto.

Las dimensiones de las cimentaciones variarán en función del coeficiente de compresibilidad del terreno (K). Las dimensiones mínimas de cimentaciones de los apoyos más habituales se detallan en el plano correspondiente.

Excepcionalmente, los apoyos de poliéster reforzado con fibra vidrio, de esfuerzo nominal hasta 250 daN, podrán instalarse directamente empotrados en el terreno siempre que su consistencia lo permita.

7.2.15. PUESTA A TIERRA.

Puesta a tierra de las masas metálicas

Se conectarán a tierra todas las masas metálicas de las LABT que normalmente sean accesibles.

En concreto, en caso de emplearse apoyos metálicos de celosía o de chapa plegada, éstos estarán provistos de una instalación de puesta a tierra, según los requisitos de la ITC-BT 18 del REBT. Esta puesta a tierra deberá asegurar la descarga a tierra de la intensidad homopolar de defecto, contribuyendo a la eliminación del riesgo eléctrico derivado de la aparición de tensiones peligrosas en el caso de contacto con las masas puestas accidentalmente en tensión.

La conexión a tierra de los apoyos se realizará mediante cables de cobre o aluminio, con una sección mínima de 50 y 95 mm² respectivamente, unidos a picas de 2 metros de acero-cobre, hincadas verticalmente quedando su extremo superior a una profundidad no inferior a 0,5 metros. Las picas cumplirán la norma UNE 21056 y se tomará como referencia el documento informativo NNZ035 Picas cilíndricas para puesta a tierra.

Cuando se empleen conductores de aluminio, la unión entre elementos de aluminio y cobre deberá realizarse con los medios y materiales adecuados que podrán ser revisados por e-distribución para garantizar que se eviten fenómenos de corrosión.

La unión entre las picas y en cable de tierra podrá realizarse mediante piezas adecuadas de compresión mecánica acordes a la norma UNE-21021 o mediante soldadura aluminotérmica.

La parte del cable que atraviese la cimentación del apoyo se protegerá mediante un tubo aislante (colocado previamente al hormigonado). El extremo superior del tubo sobresaldrá de la cimentación un mínimo de 15 cm. y quedará sellado con poliuretano expandido o similar para impedir la entrada de agua, evitando así tener agua estancada que favorezca la corrosión del cable de tierra. Los tubos cumplirán con los requisitos de las normas UNE-EN 61386-21, UNE- EN 61386-22 o UNE-EN 61386-23.

Puesta a tierra del neutro

El cable neutro, además de la puesta a tierra del centro de transformación (tierra de servicio del CT) se colocará a tierra a lo largo de la LABT al menos cada 200 metros, preferentemente donde se realicen



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

derivaciones importantes, y en los apoyos fin de línea. En LABT posadas sobre fachada esta distancia se podrá incrementar.

La conexión a tierra de estos puntos de la red se realizará mediante picas de 2 m de acero-cobre, conectadas con cable aislado de cobre o aluminio con una sección mínima de 50 y 95 mm² respectivamente. Se protegerá con tubo aislante, rígido o curvable, y resistencia al impacto muy fuerte, que cumplirá con los requisitos de las normas UNE-EN 61386-21 (tubo rígido) y 61386- 22 (tubo curvable).

Cuando se empleen conductores de aluminio, la unión entre elementos de aluminio y cobre deberá realizarse con los medios y materiales adecuados que podrán ser revisados por e-distribución para garantizar que se eviten fenómenos de corrosión.

Las picas cumplirán la norma UNE 21056 y se tomará como referencia el documento informativo NNZ035 Picas cilíndricas para puesta a tierra.

La unión entre las picas y en cable de tierra podrá realizarse mediante piezas adecuadas de compresión mecánica acordes a la norma UNE-21021 o mediante soldadura aluminotérmica.

Los detalles constructivos de la puesta a tierra del neutro se detallan en el correspondiente plano.

7.2.16. CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS.

Los cables aéreos deberán cumplir los requisitos señalados en el apartado 3.9 de la ITC-BT-06, los incluidos en Especificaciones Particulares de la compañía distribuidora, y las condiciones que pudieran imponer otros órganos competentes de la Administración o empresas de servicios, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables aéreos de BT.

Cuando no se puedan respetar aquellas distancias, deberán añadirse las protecciones mecánicas especificadas en el propio reglamento.

A continuación se resumen las distancias para cruces, paralelismos y proximidades de LABT.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

Resumen de distancias entre servicios subterráneos para cruces, paralelismos y proximidades

Instalaciones u obstáculos	Distancias	
	Cruzamientos	Paralelismos
Calles, carreteras y ferrocarriles sin electrificar	Altura mínima al terreno del cable más bajo en condiciones de flecha máxima en vías donde se prevea tráfico rodado: $D \geq 6 \text{ m}$ En los demás casos: $D \geq 5 \text{ m}$ Tal y como establece el RD 899/2025 Artículo 124 apartado 1.x) la altura mínima de los conductores más bajos para tendidos de BT será de 8 metros sobre la Red de Carreteras del Estado y su viario anexo: $D \geq 8 \text{ m}$	Altura mínima al terreno del cable más bajo en condiciones de flecha máxima en vías donde se prevea tráfico rodado: $D \geq 5 \text{ m}$ Tal y como se establece en el apartado 3.9.2.3 de la ITC-BT 06: Si se prevé tráfico rodado: $D \geq 6 \text{ m}$ Si no prevé tráfico rodado: $D \geq 4 \text{ m}$ LABT en zonas donde se realicen tareas agrícolas se diseñarán bajo el supuesto de tráfico rodado.
Ferrocarriles electrificados	Altura mínima a los cables o hilos sustentadores de la catenaria del cable más bajo en condiciones de flecha máxima: $D \geq 2 \text{ m}$	La distancia horizontal de los cables a la instalación de la línea de contacto será: $D \geq 1,5 \text{ m}$



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

Instalaciones u obstáculos	Distancias	
	Cruzamientos	Paralelismos
Líneas de energía eléctrica de Alta Tensión	La LABT deberá cruzar por debajo de la LAAT. A) Entre cables y apoyos: si LAAT $U \leq 45$ kV $d \geq 2$ m si LAAT $45 < U \leq 66$ kV $d \geq 3$ m si LAAT $66 < U \leq 132$ kV $d \geq 4$ m si LAAT $132 < U \leq 220$ kV $d \geq 5$ m si LAAT $220 < U \leq 400$ kV $d \geq 7$ m B) Entre conductores de ambas líneas: $D > 1.5 + \frac{U + L_1 + L_2}{100}$ U (kV): Tensión nominal LAAT L_1(m): Distancia entre punto de cruce y apoyo más próximo de la LAAT L_2(m): Distancia entre punto de cruce y apoyo más próximo de la LABT	$D \geq 1.5 \times H$ Siendo H: Altura apoyo más alto Con la excepción de líneas de acceso a centrales, estaciones transformadoras y centros de transformación; En estos casos se aplicará lo prescrito en los reglamentos aplicables a instalaciones de alta tensión. Con líneas $U \leq 66$ kV: $D \geq 2$ m -Entre cables contiguos: Con líneas $66 \text{ kV} < U$: $D \geq 3$ m
Otras líneas de energía eléctrica de Baja Tensión	Siendo aisladas, pueden estar en contacto. Si alguna de las líneas es de conductores desnudos: $D \geq 0,50$ m	Si ambas líneas son aisladas: Si alguna de las líneas de cables desnudos: $D \geq 0,10$ m $D \geq 1$ m
Cables de telecomunicación		Si ambas líneas son aisladas: $D \geq 0,10$ m Si alguna de las líneas de conductores desnudos: $D \geq 1$ m



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

Instalaciones u obstáculos	Distancias	
	Cruzamientos	Paralelismos
Canalizaciones de agua	Distancia entre cables y canalización: $D \geq 0,20 \text{ m}$ Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de la canalización de agua. La distancia del punto de cruce a los empalmes o a las juntas será superior a 1 m.	Distancia entre cables y canalización: $D \geq 0,20 \text{ m}$ La distancia mínima entre empalmes o conexiones eléctricas y juntas de agua será de 1 m.
Canalizaciones de gas	Distancia entre cables y canalización: $D \geq 0,20 \text{ m}$ Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de la canalización de gas. La distancia del punto de cruce a los empalmes o a las juntas será superior a 1 m.	Distancia entre cables y canalización: La distancia mínima entre empalmes o conexiones eléctricas y juntas de gas será de 1 m. $AP \geq 0,40 \text{ m}$ $MP \text{ y } BP \geq 0,20 \text{ m}$ AP: Alta presión, > 4 bar. MP y BP: Media y baja presión, ≤ 4 bar.
Ríos y canales navegables o flotables	Cables sobre superficie del agua con gálibo (G): $D \geq G + 1 \text{ m}$ Sin gálibo: $D \geq 6 \text{ m}$	



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

Instalaciones u obstáculos	Distancias	
	Cruzamientos	Paralelismos
Teleféricos y cables transportables	Si LABT cruza por encima: $D \geq 2 \text{ m}$ Si LABT cruza por debajo: $D \geq 3 \text{ m}$	
Fachadas		Los cables trenzados RZ directamente sobre fachadas deben distanciarse de: -Ventanas: . al borde superior de la abertura $D \geq 0,3 \text{ m}$. al borde inferior y bordes laterales de la abertura $D \geq 0,5 \text{ m m}$ -Balcones: . al borde superior: $D \geq 0,3 \text{ m}$. a los bordes laterales: $D \geq 1 \text{ m}$ Los cables trenzados RZ respetarán, respecto a los elementos metálicos de las fachadas, la distancia que se indica a no ser que dispongan de protección mecánica: En general se situarán a una altura del $D \geq 0,05 \text{ m}$ suelo: $D \geq 2,5 \text{ m}$



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

LINEA SUBTERRANEA DE MT Y CT PREFABRICADO DE 2X630KVA

CARACTERISTICAS.

La acometida a los C.T. será subterránea bajo tubo con cable **RH5Z1 18/30 kV**, de **2(3x1x240mm²)** en **AI**.

El conductor se colocará **enterrado bajo tubo de PE-200 mm** de diámetro a una profundidad de 1.2 m. Además de la colocación de la cinta de señalización y el tubo de PE se proyectan arquetas en todos los cambios de dirección de los tubos evitando también alineaciones superiores a 40 m. En anexo de planos se indica los distintos tipos de canalizaciones para M.T según zona.

8. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

Con carácter general, se tomarán como referencia las especificaciones recogidas en la norma informativa **FNH001 CC.TT prefabricados hormigón tipo superficie**.

La acometida al mismo será subterránea y el suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio de 15/20 kV y una frecuencia de 50 Hz, siendo la compañía eléctrica ENDESA.

Las celdas a emplear serán modulares de aislamiento y corte en hexafluoruro de azufre (SF₆). Esta apartamentación cumplirá el Reglamento (UE) 2024/573 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 7 de febrero de 2024, sobre los gases fluorados de efecto invernadero, por el que se modifica la Directiva (UE) 2019/1937, y se deroga el Reglamento (UE) nº 517/2014.

Para atender a las necesidades, la potencia total instalada será de **(2x630kVA)**.

8.1. UBICACIÓN Y ACCESOS.

La ubicación del CT será determinada teniendo en cuenta el cumplimiento de las condiciones de seguridad, del mantenimiento de las instalaciones y de la garantía de servicio. Se establecerá atendiendo a los siguientes aspectos:

- El emplazamiento elegido del CT deberá permitir el tendido, a partir de él, de todas las canalizaciones subterráneas previstas, de entrada y salida al CT, hasta las infraestructuras existentes a las que quede conectado.
- El nivel freático más alto se encontrará 0,30 m por debajo del nivel inferior de la solera más profunda del CT.
- Como norma general se accederá al CT directamente desde la calle o vial público, de manera que sea posible la entrada de personal y materiales. Excepcionalmente, el acceso será desde una vía privada con la correspondiente servidumbre de paso que garantice el acceso libre y permanente al CT.
- En cualquier caso, se deberá disponer de los correspondientes permisos de paso de líneas de MT y BT, de implantación de instalaciones y demás servidumbres asociadas, otorgados por el titular de los terrenos.
- El acceso al interior del CT será exclusivo para el personal de EDE o empresas autorizadas. Este acceso estará situado en una zona que, incluso con el CT abierto, deje libre permanentemente el paso a bomberos, servicios de emergencia, salidas de urgencias o socorro, etc.
- Las vías para los accesos de materiales deberán permitir el transporte, en camión, de los



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

transformadores y demás elementos integrantes del CT, hasta el lugar de ubicación del mismo.

- Los espacios correspondientes a ventilaciones y accesos cumplirán con las distancias reglamentarias y condiciones de la ITC-RAT 14 "Instalaciones Eléctricas de Interior" y lo establecido en el documento básico HS3 "Calidad de Aire Interior" del Código Técnico de la Edificación.
- No se podrán instalar estos centros en zonas inundables, y además se comprobará que el tramo del vial de acceso al local destinado a centro de transformación, no se halla en un fondo o badén, que eventualmente pudiera resultar inundado por fallo de su sistema de drenaje.

8.2. DIMENSIONES.

En cualquier caso, las dimensiones del CT deberán permitir:

- 1 La instalación de las celdas de distribución secundaria tomarán de referencia las dimensiones indicadas en norma informativa GSM001 MV RMU with Switch - Disconnecter.
- 2 La instalación del transformado, de potencia 250kVA, cuyas dimensiones tomarán de referencia norma informativa GST001 MV/LV Transformers.
- 3 La instalación de cuadros de BT cuyas dimensiones tomarán de referencia la norma informativa FNL002 Cuadro BT para CT 4/8 salidas CBTG con alimentación de grupo, considerando la posibilidad de alimentar hasta ocho redes de BT.
- 4 La instalación del sistema de telemando.
- 5 La instalación del sistema de telegestión.
- 6 El movimiento e instalación en su interior de los elementos y maquinaria necesarios para la realización adecuada de la instalación.
- 7 La ejecución de las maniobras propias de su explotación en condiciones óptimas de seguridad para las personas que lo realicen, según la ITC-RAT 14.
- 8 El mantenimiento del material, así como la sustitución de cualquiera de los elementos que constituyen el centro de transformación sin necesidad de proceder al desmontaje o desplazamiento del resto.

8.2 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LA INSTALACIÓN

8.2.1 CONFIGURACIÓN ELÉCTRICA

El CT objeto se ajustarán a la siguiente configuración:

- Centro de transformación con entrada y salida de línea y dos transformadores de potencia con posibilidad de ampliación para una nueva salida de línea.

8.2.2 NIVEL DE AISLAMIENTO EN MT

Dependiendo de la tensión nominal de alimentación, excepto para los transformadores de potencia y los pararrayos, la tensión prevista más elevada del material y los niveles de aislamiento serán los fijados en la tabla 1.

Tabla 1. Niveles de aislamiento

Tensión nominal de la red U (kV)	Tensión más elevada para el material Um (kV eficaces)	Tensión soportada nominal de corta duración a frecuencia industrial Ud (kV eficaces)	Tensión de choque soportada a impulsos tipo rayo (kV de cresta)
$U \leq 20$	24	50	125
$20 < U \leq 30$	36	70	170



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

El aislamiento se dimensionará en función del nivel de tensión de la red proyectada y de los requerimientos indicados en la ITC-RAT 12 de acuerdo a lo señalado en la tabla 1.

8.2.3 NIVEL DE AISLAMIENTO EN BT

A los efectos del nivel de aislamiento, los equipos de BT instalados en el CT con envolvente conectada a la instalación de tierra general, serán capaces de soportar, por su propia naturaleza o mediante aislamiento suplementario, una tensión a frecuencia industrial de corta duración de 10 kV y una tensión de 20 kV a impulsos tipo rayo.

En cuanto a la tensión de servicio de la instalación de BT del CT, se podrán dar los casos recogidos en la tabla 2.

Tabla 2. Tensiones de servicio

Tipo CT	Tensión nominal en BT (V)	Transformador
Monotensión	400	Clase B2
Bitensión	230 y 400	Clase B1B2

8.2.4 POTENCIAS DE TRANSFORMACIÓN

En general se utilizarán las potencias de 250, 400 y 630 kVA, quedando reservadas el resto para casos en los que haya que atender necesidades especiales, en las que se requerirá consulta previa a EDE.

Tabla 3. Potencias admisibles

Tipo CT	Tensión nominal en BT (V)	Potencias asignadas (kVA)						
		50	100	160	250	400	630	1000
Monotensión	400(B2)	X	X	X	X	X	X	X
Bitensión	230 y 400(B1B2)	X	X	X	X	X	X	-

8.2.5 INTENSIDAD NOMINAL EN MT

La intensidad nominal del embarrado y la aparamenta de MT será, en general, de 630 A, tomando como referencia con la norma informativa **GSM001 MV RMU with Switch- Disconnecter**.

8.2.6 CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO

Los materiales de MT instalados en los CT, deberán ser capaces de soportar las solicitudes debidas a las corrientes de cortocircuito y los tiempos de duración del defecto que se expresan en la tabla 4.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

Tabla 4. Intensidades de cortocircuito admisibles

Intensidad asignada de corta duración 1s. (Límite térmico) (kA)	Valor de cresta de la intensidad de cortocircuito admisible asignada (Límite dinámico) (kA)
16	40
20(*)	50(*)

(*) Cuando las características de la red así lo requieran, se utilizarán celdas cuyas intensidades serán de 20 kA, con valor de cresta de 50 kA.

Para materiales instalados en BT se considerará una Intensidad de cortocircuito admisible (corta duración 1 s) no inferior de 25 kA.

8.3 OBRA CIVIL.

Las envolventes prefabricadas de hormigón para alojar CT de superficie tomarán como referencia las especificaciones técnicas contenidas en la norma informativa **FNH001 Centros de transformación prefabricados de hormigón tipo superficie.**

8.3.1 Centros Prefabricados de Superficie

Los edificios prefabricados para alojar CT de superficie (en adelante EP) podrán ser de tipo monobloque o constituidos por varias piezas o paneles prefabricados de hormigón armado convenientemente ensamblados.

Estarán preparados para albergar toda la aparamenta y equipos de acuerdo a las configuraciones descritas en el apartado 7.1, con tensión máxima del material 24 ó 36 kV y potencia máxima de los transformadores de 1.000 kVA.

8.3.2 Cimentación de los CT prefabricados

Se construirá una solera de hormigón capaz de soportar los esfuerzos verticales previstos con las siguientes características:

- Estará construida en hormigón armado de 15 cm de grosor con varillas de 4 mm y cuadro 20 x 20 cm.
- Tendrá unas dimensiones tales que abarquen la totalidad de la superficie del EP sobresaliendo 25 cm por cada lado.
- Incorporará la instalación de tubos de paso para las puestas a tierra.
- Sobre la solera, y para que el edificio se asiente correctamente, se dispondrá una capa de arena de 10 cm de grosor.

8.4 INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

8.4.1. RED ALIMENTACIÓN A.T.

La red de la cual se alimenta el centro de transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 15 kV, nivel de aislamiento según lista 2 (ITC-RAT 12), y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito máxima de la red de alimentación será de 500 MVA, según datos proporcionados por la Compañía suministradora.

La entrada al CT de las líneas de alimentación se realizará, en todos los casos, mediante cables subterráneos unipolares aislados con aislamiento seco termoestable (polietileno reticulado XLPE), tomando como referencia la norma informativa **DND001 Cables aislados para redes aéreas y subterráneas de Media Tensión hasta 30 kV**, de las características siguientes:



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

Tabla 5. Características conductores

Características	Valores
Nivel de aislamiento	12/20 ó 18/30 kV
Naturaleza del conductor	Aluminio
Sección del conductor	150, 240 ó 400 mm ²

La temperatura mínima ambiente para ejecutar el tendido del cable será siempre superior a 0°C. El radio de curvatura mínimo durante el tendido será de 20 x D, siendo D el diámetro exterior del cable, y una vez instalado, este radio de curvatura podrá ser como máximo de 15 x D.

En nuestro caso:

Características	Valores
Nivel de aislamiento	18/30 kV
Naturaleza del conductor	Aluminio
Sección del conductor	240 mm ²

8.4.2. CELDAS DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA

Las celdas de distribución secundaria corresponderán al tipo de celdas bajo envolvente metálica referenciadas en la norma informativa **GSM001 MV RMU with Switch- Disconnecter** para celdas con corte y aislamiento en SF6.

La intensidad nominal de las celdas a instalar en la red de distribución será de 630 A, de acuerdo siguiendo los criterios indicados en los proyectos tipo de centros de transformación FYZ10000 y FYZ30000.

8.4.2.1 Tipos de celdas

Las celdas pueden estar destinadas a la función de línea (L) o de protección de transformador (P).

Celda de Línea

Estará provista de un interruptor-seccionador de corte en carga y un seccionador de puesta a tierra, ambos con dispositivos de señalización de posición que garanticen la ejecución de la maniobra. Asimismo, dispondrá de pasatapas y de detectores de tensión que sirvan para comprobar la correspondencia entre fases y la presencia de tensión.

La celda estará motorizada (Siempre y cuando el centro de transformación esté incluido dentro de una zona en la que EDE tenga implementados de forma suficientemente amplia sistemas de telemando y telecontrol sobre su red de distribución o bien haya previsión de que así sea debidamente justificada, por estar solicitada la autorización, incluido en sus planes de inversión, etc, o sea solicitado por el propio cliente. En caso de discrepancia sobre este aspecto, resolverá el Órgano Competente de la Administración), de modo que posteriormente sea posible instalar el sistema de telemando con tensión de servicio y sin modificar la posición abierto/cerrado del interruptor.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

Celda de Transformador

Estará provista de un interruptor-seccionador de corte en carga y dos seccionadores de puesta a tierra con dispositivos de señalización de posición que garanticen la ejecución de la maniobra, bases para los fusibles limitadores, pasatapas y detectores de tensión para comprobar la presencia de tensión.

La fusión de cualquiera de los fusibles provocará la apertura del interruptor-seccionador.

8.4.3 TRANSFORMADORES DE POTENCIA

8.4.3.1 Transformadores con refrigeración en aceite

Los transformadores tomarán como referencia lo especificado en la norma informativa **GST001 MV/LV Transformers**.

La refrigeración será por circulación natural del aceite mineral, enfriado a su vez por las corrientes de aire que se producen de forma no forzada alrededor de la cuba. Corresponde a la denominación ONAN según norma UNE-EN 60076-1.

Todos los transformadores deben cumplir la norma UNE-EN 60076-2.

8.4.3.2 Transformadores de Tipo Seco

En aquellas instalaciones en las que, por reglamentación o legislación, sean de obligado uso los transformadores de tipo seco y en todas aquellas instalaciones que por las causas que fuere no puedan utilizarse los convencionales de aceite, se instalarán transformadores de tipo seco.

8.4.4 CABLES Y TERMINALES DE MT PARA CONEXIÓN ENTRE TRANSFORMADOR Y APARAMENTA.

Al igual que para las líneas de alimentación, se utilizarán cables unipolares aislados con aislamiento de polietileno reticulado tomando como referencia la norma informativa **DND001 Cables aislados para redes aéreas y subterráneas de Media Tensión hasta 30 kV**.

Se emplearán cables de aluminio de 95 mm^2 de sección para el caso de tensión más elevada del material 24 kV y de 150 mm^2 para tensiones de hasta 36 kV.

Para el transformador los terminales podrán ser convencionales o enchufables en función de las características del transformador instalado, tomando como referencia la norma informativa **GST001 MV/LV Transformers**. Para las celdas de MT, serán siempre de tipo enchufable.

8.4.5 PUENTES DE BT

La unión entre las bornas BT del transformador y el cuadro de BT se efectuará por medio de cables aislados unipolares de aluminio del tipo XZ1, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) de 0,6/1kV y cubierta de poliolefina que tomarán como referencia la norma informativa **CNL001 Cables Unipolares para Redes Subterráneas de Distribución BT de tensión asignada 0,6/1 kV**.

La conexión del cuadro de BT con el transformador se hará mediante un puente único, excepto para los transformadores bitensión, en que se instalará un puente independiente para cada tensión.

La composición de los puentes de BT en función de la potencia y la tensión del secundario del transformador se determinan en el capítulo correspondiente del documento "Cálculos Justificativos".

En general, los puentes de BT de los CT prefabricados se instalarán al aire. En caso de instalarse sobre bandejas, preferiblemente serán de PVC y si se disponen sobre bandejas metálicas éstas deberán conectarse a la red de tierra de protección.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

8.4.6 CUADROS DE BT

El CT irá dotado de uno o dos cuadros de distribución de baja tensión (4/8 salidas), cuya función es la de recibir el circuito principal de BT procedente del transformador y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

Los cuadros de BT tomarán como referencia lo indicado en la norma informativa **FNL002 Cuadro BT para CT 4/8 salidas CBTG con alimentación de grupo**. Se podrán instalar igualmente cuadros de BT con interruptores automáticos de intensidad y poder de corte adecuados en lugar de fusibles, para la protección de cada salida de BT.

Las bases portafusibles a utilizar serán del tipo BTVC, tomando como referencia la norma informativa **NNL012 Bases Tripolares Verticales Cerradas para Fusibles de Baja Tensión del Tipo Cuchilla con Dispositivo Extintor de Arco**.

Servicios Auxiliares

Las conexiones entre el cuadro y los servicios auxiliares se detallan en el plano 10 Esquema de conexión servicios auxiliares.

Circuito de alumbrado

Para el alumbrado interior del CT se instalarán los puntos de luz necesarios para conseguir, al menos, un nivel medio de iluminación de 150 lux. En cualquier caso, se colocarán como mínimo dos puntos de luz, dispuestos de tal forma que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación y que su sustitución pueda realizarse sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

Para ejecución del circuito de alumbrado y servicios auxiliares se utilizarán conductores del tipo HO5V-K de cobre de 2,5 mm² de sección, clase 5 y aislamiento termoplástico, alojados en el interior de tubos aislantes y su conexión se realizará de acuerdo a lo indicado en el Esquema conexión servicios auxiliares.

Los interruptores del alumbrado estarán situados en la proximidad de las puertas de acceso con un piloto que indique su presencia.

8.5. PROTECCIONES.

8.5.1 PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES

En base a lo indicado en la ITC-RAT 09 apartado 4.2.1 referente a la protección de transformadores MT/BT, estos deberán protegerse contra sobreintensidades producidas por sobrecargas o cortocircuitos, ya sean externos en la baja tensión o internos en el propio transformador.

La protección se efectuará limitando los efectos térmicos y dinámicos mediante la interrupción del paso de la corriente, para lo cual se utilizarán cortacircuitos fusibles. La fusión de cualquiera de los fusibles dará lugar a la desconexión trifásica del interruptor- seccionador de protección del transformador. En casos excepcionales podrán utilizarse interruptores automáticos accionados por relés de sobreintensidad.

8.5.2 PROTECCIÓN TÉRMICA DEL TRANSFORMADOR

Esta protección la provee una sonda que mide la temperatura del aceite en la parte superior del transformador y que provoca el disparo del interruptor-seccionador de la celda de protección de dicho transformador.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

Se seguirá lo indicado en la norma UNE-IEC 60076-7 Parte 7 “Guía de carga para transformadores de potencia sumergidos en aceite”.

El ajuste de esta sonda será de 105 ° C.

La protección se conectará según lo indicado en el plano Esquema conexión servicios auxiliares.

8.5.3 PROTECCIÓN CONTRA CORTOCIRCUITOS

La protección contra eventuales cortocircuitos que puedan producirse entre la celda de protección y el embarrado del cuadro de BT (puentes MT, transformador, puentes y embarrado de BT) estará asignada a los fusibles de MT.

Los calibres de los fusibles tipo APR a utilizar son los indicados en la tabla 6.

Tabla 6. Calibres APR

Tensión Red (kV)		6	10	11	13.2	15	20	25	30
Potencia transformador kVA	50	20	10	10	10	6.3	6.3	5	5
	100	32	20	20	16	16	10	6.3	6.3
	160	50	32	32	25	20	16	10	10
	250	80	50	40	40	32	25	20	16
	400	100	63	63	50	50	40	25	20
	630	100	100	80	80	63	50	40	32
	1.000	-	100	100	80	63	50	40	40

Los cortocircuitos que puedan producirse en las líneas de BT que salen del centro de transformación deberán ser despejados por los fusibles de las líneas BT correspondientes, sin que se vean afectados los del transformador, salvo en su función de apoyo a los de BT.

8.5.4 PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES EN MT

En el caso de existir transición de línea aérea a subterránea para alimentar el CT, se instalará, en el punto de conversión, una protección contra sobretensiones de la aparamenta instalada en el CT mediante pararrayos. La conexión de la línea al pararrayos se hará mediante conductor desnudo de las mismas características que el de la línea. Dicha conexión será lo más corta posible evitando en su trazado las curvas pronunciadas.

Los pararrayos tomarán como referencia la norma informativa **AND015 Pararrayos óxidos metálicos sin explosores redes MT hasta 36 kV.**

8.6. MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.

No se efectúa medida de energía en media tensión al no ser centro particular. Ver esquema unifilar.

8.7 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.

El CT estará provisto de una instalación de puesta a tierra, con objeto de limitar las tensiones de defecto a tierra que puedan producirse en el propio CT.

En general la instalación de puesta a tierra estará formada por dos circuitos independientes, el correspondiente a la tierra general y el de neutro, que se diseñarán de forma que, ante un eventual defecto a tierra, la máxima diferencia de potencial que pueda aparecer en la tierra de servicio sea



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

inferior a 1.000 V. La separación mínima entre los electrodos de los mencionados circuitos se calcula en el Documento Cálculos justificativos

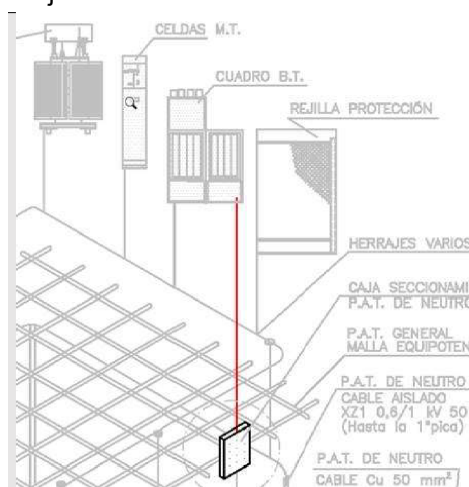
Se podrá prescindir de una red independiente de puesta a tierra de neutro en aquellos casos en los que la intensidad de defecto y la resistencia de puesta a tierra general sean tales que ante un posible defecto a tierra la elevación de potencial en la red de la instalación de puesta a tierra sea inferior a 1.000V.

Se conectarán al circuito de puesta a tierra general, las masas de MT y BT y más concretamente los siguientes elementos:

- Envolturas y pantallas metálicas de los cables.
- Envoltura metálica de las celdas de distribución secundaria y cuadros de BT.
- Cuba del transformador.
- Bornas de tierra de los detectores de tensión.
- Bornas de puesta a tierra de los transformadores de intensidad de BT.
- Pantallas o enrejados de protección.
- Mallazo equipotencial de la solera.
- Tapas y marco metálico de los canales de cables.

Las rejillas de ventilación y las puertas se instalarán de manera que no estén en contacto con la red de tierra de general del CT. La parte metálica de la antena de comunicaciones, en caso de existir, no se conectará a la tierra general del CT cuando su ubicación este accesible a menos de 2,5 metros de altura.

La conexión de la puesta a tierra de neutro se realizará únicamente a la pletina del cuadro de BT tal y como se indica en el croquis adjunto.



8.7.1 DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

Para diseñar la instalación de puesta a tierra se utilizará el “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría” elaborado por UNESA.

El método UNESA establece el siguiente procedimiento a seguir para el diseño de la instalación de puesta a tierra de un CT:

- 1.- Investigación de las características del terreno. Se admite la estimación del valor de la resistividad del terreno, con los condicionantes especificados en la ITC-RAT 13, aunque resulta conveniente medirla in situ mediante el método de Wenner.
- 2.- Determinación de la intensidad de defecto a tierra y del tiempo máximo de eliminación del defecto. El cálculo de la intensidad de defecto tiene una formulación diferente según el sistema de instalación de la puesta a tierra del neutro, pudiendo ser:

9 Neutro aislado



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

10 Neutro unido a tierra

11 Directamente

12 Mediante impedancia

3.- Diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra.

4.- Cálculo de la resistencia de puesta a tierra.

5.- Cálculo de las tensiones de paso en el exterior del CT.

6.- Cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior del CT.

7.- Comprobación de que las tensiones de paso y contacto son inferiores a los valores máximos admisibles definidos en el ITC-RAT 13 "Instalaciones de puesta a tierra".

8.- Investigación de las tensiones transferidas al exterior.

9.- Corrección y ajuste del diseño inicial.

En el documento Cálculos Justificativos del presente Proyecto se desarrolla el procedimiento de cálculo y justificación de la instalación de puesta a tierra que se aplicará al CT.

8.7.2 ELEMENTOS CONSTITUYENTES DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

Los elementos constituyentes de la instalación de puesta a tierra son los electrodos de puesta a tierra y las líneas de tierra.

8.7.3 ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA

Dependiendo de las características del CT, la composición de los electrodos podrá estar formada por una combinación de:

- Picas de acero recubierto de cobre de 2 metros de longitud y 14 mm de diámetro, referenciadas en la norma informativa **NNZ035 Picas cilíndricas para puesta a tierra.**
- Conductores enterrados horizontalmente (cable de cobre C-50).

Las picas se hincarán verticalmente quedando su extremo superior a una profundidad no inferior a 0,5 m. En terrenos donde se prevean heladas se aconseja una profundidad mínima de 0,8 m.

Los electrodos horizontales se enterrarán a una profundidad igual a la del extremo superior de las picas.

Se utilizarán electrodos alojados en perforaciones profundas para instalaciones ubicadas en terrenos con una elevada resistividad, o por cualquier otra causa debidamente justificada.

8.7.4 LINEAS DE PUESTA A TIERRA

Las líneas de puesta a tierra se realizarán con conductores de cobre desnudo de una sección mínima de 50 mm².

La línea de tierra del neutro estará aislada en todo su recorrido con un nivel de aislamiento 0,6/1kV, de 10 kV eficaces en ensayo de corta duración (1 minuto) a frecuencia industrial y de 20 kV a impulso tipo rayo 1,2/50 kV.

8.7.5 EJECUCIÓN DE LA PUESTA A TIERRA GENERAL

La puesta a tierra general del CT estará constituida por picas en hilera unidas entre sí mediante cable de cobre desnudo de 50 mm² y alojadas en una zanja, en el exterior del edificio, de una profundidad mínima de 0,5 m. La línea de tierra entre la caja de seccionamiento dispuesta para tal efecto en el interior del CT y la primera pica se realizará con cable aislado del tipo XZ1, aislamiento 0,6/1 kV y sección 50 mm² de cobre.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

En los casos en los que constructivamente sea posible mantener la separación necesaria entre la puesta a tierra de las masas de utilización de BT del edificio y la puesta a tierra general del CT para evitar tensiones peligrosas en el caso de un eventual defecto a tierra, la puesta a tierra general del CT se ejecutará mediante un electrodo horizontal formado por cable de cobre desnudo de 50 mm² de sección, soterrado bajo la solera del CT, de forma cuadrada o rectangular y complementada, si procede, con picas de acero clavadas en el terreno. En número de picas será el suficiente para conseguir la resistencia a tierra prevista.

Con el objeto de facilitar la conexión de los distintos elementos se instalará, grapado a las paredes interiores del CT, ligeramente separado de éstas, y a unos 30 cm del nivel del suelo, un anillo perimetral con cable de cobre desnudo de 50 mm², al que se conectarán mediante cables del mismo material y piezas de conexión con apriete mecánico según UNE 21021, los distintos elementos a poner a tierra.

El mallazo equipotencial de la solera se conectará a la tierra general del CT y para ello se utilizarán al menos dos latiguillos de cable de cobre desnudo de 50 mm² de sección, o aluminio de 95 mm², dispuestos en al menos dos puntos diametralmente opuestos del CT.

El anillo perimetral se conectará al electrodo de puesta a tierra mediante, al menos, dos latiguillos de cable de cobre de 50 mm² de sección, situados en dos puntos opuestos.

Para el paso a través de la solera los latiguillos de conexión discurrirán por el interior de tubos de PVC.

En la instalación de la puesta a tierra general y en la conexión de elementos a la misma, se cumplirán las siguientes condiciones:

- La parte de la instalación de la puesta a tierra general que discurre por el interior del CT será revisable visualmente en todo su recorrido.
- Se instalará un borne de conexión y seccionamiento para la medida de la resistencia de tierra en el que será posible la inserción de una pinza amperimétrica para la medición de la corriente de fuga o la continuidad del bucle.
- Los elementos conectados a tierra no estarán intercalados en el circuito como elementos eléctricos en serie, sino que su conexión al mismo se efectuará mediante derivaciones individuales.
- No se unirá a la instalación de puesta a tierra general ningún elemento metálico situado en los perímetros exteriores del CT, tales como puertas de acceso, rejillas de ventilación, etc.
- La pletina de puesta a tierra de las celdas de distribución secundaria se conectará al circuito de tierra general en al menos dos puntos.
- Igualmente, la cuba del transformador se conectará a la puesta a tierra general, por lo menos, en los dos puntos previstos para ello.
- La envolvente del cuadro de BT (cuando sea metálica) estará conectada al circuito de tierra general, mientras que la pletina de conexión del neutro de BT lo estará al circuito de tierra de neutro.

8.7.5 EJECUCIÓN DE LA PUESTA A TIERRA DE NEUTRO

Para la puesta a tierra de neutro se utilizará un electrodo constituido por picas alineadas de acero cobreado de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro, clavadas en zanja a una profundidad mínima de 0,5 m.

El número de picas a instalar estará determinado por la condición de que la resistencia de puesta a tierra debe ser inferior a 37Ω

Al igual que para la puesta a tierra de protección se instalará un borne accesible para la medida de la resistencia de tierra.

La distancia mínima entre los electrodos de puesta a tierra general y de neutro cumplirá la condición de no ser inferior a la obtenida por la fórmula que la determina en el documento de cálculos justificativos.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

La línea de tierra se ejecutará con cable de cobre aislado 0,6/1 kV del tipo XZ1 de 50 mm² de sección. Partirá de la pletina de neutro del cuadro de BT y discurrirá, por el fondo de una zanja a una profundidad mínima de 0,5 m hasta conectar con las picas de puesta a tierra.

8.7.6 MEDIDAS ADICIONALES DE SEGURIDAD PARA LAS TENSIONES DE PASO Y CONTACTO

El valor de las resistencias de puesta a tierra general y de neutro será tal que, en caso de defecto a tierra, las tensiones máximas de paso y contacto no alcancen los valores peligrosos considerados en la ITC-RAT 13.

Si esto no fuera posible, se adoptarán medidas de seguridad adicionales tendentes a adecuar dichos valores de las tensiones de paso y contacto en el exterior del CT.

En cualquier caso, la siguiente medida será de carácter obligatorio:

Construir exteriormente al CT una acera perimetral de 1 m de ancho por 10 cm de espesor, armada y localizada en la zona normalmente utilizada para acceder al mismo, que aporte una elevada resistividad superficial incluso después de haber llovido. El armado de la acera perimetral no se conectará a la tierra general.

8.8 LIMITACIONES AL CAMPO MAGNÉTICO

Según establece el apartado 4.7 de la ITC-RAT 14 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, en el diseño de las instalaciones se adoptarán las medidas adecuadas para minimizar, en el exterior de las instalaciones de alta tensión, los campos magnéticos creados por la circulación de corriente a 50 Hz, en los diferentes elementos de dichas instalaciones.

El Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas, establece unos límites de exposición máximos que se deberán de cumplir en las zonas en las que puedan permanecer habitualmente las personas.

La comprobación de que no se superan los valores establecidos en dicho Real Decreto se detalla en el documento Estudio de Campos Magnéticos del presente proyecto.

De este modo, si el proyecto real de CT se realiza conforme a la disposición y configuración de este PT, los cálculos de campos magnéticos para la instalación real se pueden considerar idénticos a los del proyecto tipo, no siendo necesario incluir cálculos específicos adicionales.

8.8.1. MEDIDAS DE ATENUACIÓN DE CAMPOS MAGNÉTICOS.

Para minimizar el posible impacto de los campos magnéticos generados por el CT, en su diseño se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- A) Las entradas y salidas al CT de la red de media tensión se efectuarán por el suelo y adoptarán, preferentemente, la disposición en triángulo y formando ternas, o en atención a las circunstancias particulares del caso, aquella que el proyectista justifique que minimiza la generación de campos magnéticos.
- B) La red de baja tensión se diseñará con el criterio anterior.
- C) Se procurará que las interconexiones sean lo más cortas posibles y se diseñarán evitando paredes y techos colindantes con viviendas.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

- D) En el caso que por razones constructivas no se pudieran cumplir alguno de estos condicionantes de diseño, se adoptarán medidas adicionales para minimizar dichos valores, como por ejemplo el apantallamiento.

8.8.2. MEDICIÓN DE CAMPOS MAGNÉTICOS: MÉTODOS, NORMAS Y CONTROL POR LA ADMINISTRACIÓN.

Con objeto de verificar que en la proximidad de las instalaciones de alta tensión no se sobrepasan los límites máximos admisibles, la Administración pública competente podrá requerir al titular de la instalación que se realicen las medidas de campos magnéticos por organismos de control habilitados o laboratorios acreditados en medidas magnéticas. Las medidas deben realizarse en condiciones de funcionamiento con carga, y referirse al caso más desfavorable, es decir, a los valores máximos previstos de corriente.

En lo relativo a los métodos de medidas, tipos de instrumentación y otros requisitos se estará a lo recogido en las normas técnicas aplicables, con el orden de prelación que se indica:

- Las adoptadas por organismos europeos de normalización reconocidos: El Instituto Europeo de Normas de Telecomunicación (ETSI), el Comité Europeo de Normalización (CEN) y el Comité Europeo de Normalización Electrotécnica (CENELEC).
- Las internacionales adoptadas por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), la Organización Internacional de Normalización (ISO) o la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).
- Las emanadas de organismos españoles de normalización y, en particular, de la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR).
- Las especificaciones técnicas que cuenten con amplia aceptación en la industria y hayan sido elaboradas por los correspondientes organismos internacionales.

Normas de referencia:

- UNE-EN 62311 Evaluación de los equipos eléctricos y electrónicos respecto de las restricciones relativas a la exposición de las personas a los campos electromagnéticos (0 Hz- 300 GHz).
- NTP-894 Campos electromagnéticos: evaluación de la exposición laboral.

8.9 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS..

Se tomarán las medidas de protección contraincendios de acuerdo a lo establecido en el apartado 5.1 del ITC-RAT 14, el Documento Básico DB-SI "Seguridad en caso de Incendio" del Código Técnico de la Edificación y las Ordenanzas Municipales aplicables en cada caso.

8.10. EXTINTORES MOVILES.

Dado que existe personal itinerante de mantenimiento con la misión de vigilancia y control de esta tipología de instalaciones, este personal itinerante deberá llevar en sus vehículos, como mínimo, dos extintores de eficacia mínima 89B, y por lo tanto no será precisa la instalación de extintores en los CT.

8.11 VENTILACIÓN.

La evacuación del calor generado en el interior del CT se efectuará según lo indicado en la ITC-RAT 14 apartado 4.4, utilizándose preferentemente el sistema de ventilación natural.

La posición y tamaño de las rejillas de ventilación estarán determinados por la envolvente prefabricada elegida, referenciados en la norma informativa **FNH001 CC.TT. Prefabricados Hormigón Tipo Superficie.**



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

8.12. INSONORIZACIÓN Y MEDIDAS ANTI VIBRACIONES.

Con objeto de limitar el ruido originado por las instalaciones de alta tensión, éstas se dimensionarán y diseñarán de forma que los índices de ruido medidos en el exterior de las instalaciones se ajusten a los niveles de calidad acústica establecidos en el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

Además, se deberá cumplir con el Código Técnico de la Edificación, legislaciones de las comunidades autónomas y ordenanzas municipales.

Caso de sobrepasar esos límites, se tomarán medidas correctoras para minimizar y reducir la emisión de ruido y la transmisión de vibraciones producidas. El Real Decreto 1367/2007 regula, en las tablas B1 y B2 del anexo III, los valores límite de emisión de ruido al medioambiente exterior y a los locales colindantes del CT, siendo estos valores función del tipo de área acústica. Estos niveles de ruido deben medirse de acuerdo a las indicaciones del anexo IV del RD 1367/2007.

En caso de ser necesario tomar medidas correctoras con el fin de reducir o eliminar la transmisión de vibraciones de los transformadores de distribución, se podrá instalar en cada punto de apoyo un amortiguador de baja frecuencia, hasta 5 Hz, especialmente diseñado para la suspensión de transformadores. Cada amortiguador estará formado por suelas de acero y muelles metálicos de alta resistencia. Los amortiguadores a instalar serán los adecuados en función de la carga estática a soportar, que será función del peso del transformador a instalar. Este sistema proporcionará además el anclaje del transformador impidiendo su desplazamiento fortuito y/o paulatino a lo largo del tiempo, no autorizándose ningún otro sistema de anclaje que pudiera propiciar la transmisión mecánica de ruidos o vibraciones a otros elementos del local.

8.13. PROTECCIÓN CONTRA LA CONTAMINACIÓN

Dado que el CT puede estar afectado por varios tipos de contaminación a la vez, en función de su ubicación, se tomarán las medidas adicionales que correspondan.

Los niveles de contaminación salina e industrial se establecen en el documento informativo NZZ009 Mapas de contaminación salina e industrial.

Para los CT afectados por alta contaminación salina o ambiental se tomarán las medidas siguientes:

- 9** Las rejillas se colocarán preferentemente en la cara no afectada directamente por vientos dominantes procedentes de la contaminación, y cuando esto no sea posible se instalarán cortavientos adecuados.
- 10** Los terminales de los cables de baja tensión, las bornas de BT del transformador y del cuadro de BT, irán protegidos mediante envoltorios aislantes.

8.14. SEÑALIZACIÓN Y MATERIAL DE SEGURIDAD

Los CT estarán dotados de los siguientes elementos de señalización y seguridad:

Las puertas de acceso llevarán el cartel con la correspondiente señal triangular distintiva de riesgo eléctrico, según las dimensiones y colores que especifica la recomendación AMYS1.4-10, modelo CE-14.

Las celdas de distribución secundaria y el cuadro de BT llevarán también la señal triangular distintiva de riesgo eléctrico adhesiva.

La señal CR-14 C de Peligro Tensión de Retorno se instalará en el caso de que exista este riesgo.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

En un lugar bien visible del interior se colocará un cartel con las instrucciones de primeros auxilios a prestar en caso de accidente y su contenido se referirá a la respiración boca a boca y masaje cardíaco. Su tamaño será como mínimo UNE A-3.

8.15. OTROS SERVICIOS

En el Centro se dispondrán de los siguientes elementos e instalaciones auxiliares:

- 1 Alumbrado interior compuesto de dos pantallas de 2x36 W., fluorescentes que dan un nivel de iluminación mínimo de 300 lux, c/u.
- 2 Instalación de alumbrado autónomo para alumbrado de emergencia.
- 2 Toma de corriente de 16 A. con puesta a tierra.
- 1 Banqueta aislante para maniobras de 24 KV.
- 1 Pértiga de rescate 24 KV. de aislamiento.
- 1 Par de guantes aislantes para maniobras 24 KV.
- 1 Placa de primeros auxilios.

Las puertas de acceso llevarán placas de seguridad reglamentarias que advierten del riesgo por ser instalaciones de Alta Tensión.

9. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN

La línea objeto del presente proyecto, a efectos reglamentarios, se considerarán de tercera categoría.

Las líneas principales serán de sección uniforme y adecuada a las características de carga de la línea. Igualmente, las derivaciones serán de sección uniforme en todo su recorrido.

En el trazado de las líneas subterráneas se cumplirán las distancias reglamentarias establecidas en la ITC-LAT 06, así como las que puedan establecer otros organismos y/o empresas de servicios afectadas por el trazado que se pueda proyectar.

Las LSMT estarán integradas en redes trifásicas de hasta 30 kV y frecuencia nominal 50Hz. La tensión nominal de la LSMT vendrá determinada por la red a la que se conecte.

Para la definición de tensión más elevada y niveles de aislamiento del material a utilizar se establecen los parámetros de la Tabla 1.

Tabla 1. Nivel de aislamiento del material

Tensión nominal de la red U_n (kV)	Tensión nominal cables y accesorios U_0/U (kV eficaces)	Tensión más elevada cable y accesorios U_m (kV eficaces)	Tensión soportada nominal a frecuencia industrial (kV eficaces)	Tensión de choque soportada nominal (tipo rayo) (kV de cresta)
$U \leq 20$	12/20	24	50	125
$20 < U \leq 30$	18/30	36	70	170

U Tensión asignada eficaz a 50 Hz entre dos conductores cualesquiera para la que se han diseñado el cable y sus accesorios.

U_n Tensión nominal eficaz a 50 Hz de la red.

U_0 Tensión asignada eficaz a 50 Hz entre cada conductor y la pantalla de cable para la que se han diseñado el cable y sus accesorios.

U_m Tensión más elevada para el material a 50 Hz entre dos conductores cualesquiera.

10-ELEMENTOS DE LAS LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE MT.

10.1 CABLE AISLADO DE POTENCIA



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. Nº 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

Los cables a utilizar en las redes subterráneas de media tensión objeto del presente proyecto serán cables subterráneos unipolares de aluminio, con aislamiento seco termoestable (polietileno reticulado XLPE), con pantalla semiconductor sobre conductor y sobre aislamiento y con pantalla metálica de aluminio.

Se ajustarán a lo indicado en las normas UNE-HD 620-10E, UNE 211620, ITC-LAT-06 y se tomará como referencia la norma informativa **DND001 Cables aislados para redes aéreas y subterráneas de Media Tensión hasta 30 kV.**

Los circuitos de las líneas subterráneas de media tensión se compondrán de tres conductores unipolares y de las características que se indican en la tabla siguiente:

Características	Valores
Nivel de aislamiento	18/30 kV
Naturaleza del conductor	Aluminio
Sección del conductor	240 mm ²

Las líneas del proyecto son para conexionar los nuevos centros de transformación. El trazado de las líneas viene reflejado en planos.

10.2 TERMINACIONES

Las terminaciones serán adecuadas al tipo de conductor empleado en cada caso. Existen dos tipos de terminaciones para las líneas de Media Tensión:

- Terminaciones convencionales contráctiles o enfilables en frío, tanto de exterior como de interior:

Se utilizarán estas terminaciones para la conexión a instalaciones existentes con celdas de aislamiento al aire o en las conversiones aéreo-subterráneas. Estas terminaciones serán acordes a las normas UNE 211027, UNE HD 629-1 y UNE EN 61442. Se tomará como referencia la norma informativa **GSCC005 12/20(24) kV and 18/30(36) kV Cold shrink terminations for MV cables.**

- Conectores separables:

Se utilizarán para instalaciones con celdas de corte y aislamiento en SF6. Serán acordes a las normas UNE-HD629-1 y UNE-EN 61442. Se tomará como referencia la norma informativa **GSCC006 12/20(24) kV and 18/30(36) kV Separable connectors for MV cables**

10.3.-EMPALMES

Los empalmes serán adecuados para el tipo de conductores empleados y aptos igualmente para la tensión de servicio.

En general se utilizarán siempre empalmes contráctiles en frío, tomando como referencia las normas UNE: UNE211027, UNE-HD629-1 y UNE-EN 61442 y la norma informativa **GSCC004 12/20(24) kV and 18/30(36) kV coldshrink compact joints for MV underground cables.**

En aquellos casos en los que requiera el uso de otro tipo de empalmes (cables de distintas tecnologías, etc.) será necesario el acuerdo previo de EDE.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

11. CANALIZACIÓN SUBTERRANEA

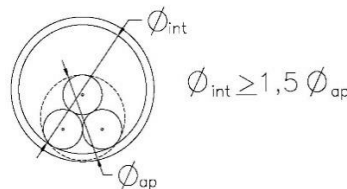
11.1.-DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO

Las canalizaciones discurren en su totalidad por suelo público, el trazado es preferentemente por acerado y de manera paralela a los bordillos o edificios.

Al marcar el trazado de las zanjas, se tendrán en cuenta los radios de curvatura mínimos, fijados por los fabricantes.

Las líneas se enterrarán bajo tubo de 200 mm de diámetro exterior, a una profundidad mínima de 70 cm en aceras y tierra y 90 cm en calzadas, medidos desde la parte superior del tubo al pavimento. Poseerán una resistencia suficiente a las solicitaciones a las que se han de someter durante su instalación tomando como referencia la norma informativa **CNL002 Tubos Polietileno (Libres de halógenos) para canalizaciones subterráneas.**

El diámetro interior del tubo no será inferior a 1,5 veces el diámetro aparente del haz de conductores.



Cuando existan impedimentos que no permitan conseguir las anteriores profundidades, éstas podrán reducirse si se añaden protecciones mecánicas suficientes, tal y como se especifica en la ITC-LAT-06.

Se deberá prever siempre, al menos, un tubo de reserva en cada zanja. Este tubo quedará a disposición de las necesidades de distribución hasta su agotamiento.

Deberán disponerse las arquetas suficientes que faciliten la realización de los trabajos de tendido pudiendo ser arquetas ciegas o con tapas practicables. También podrán realizarse catas abiertas para facilitar los trabajos de tendido.

Las canalizaciones podrán llevar tetratubos de control ubicados encima de los tubos eléctricos. Esta canalización, tendrá continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control, incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera. Las derivaciones de cable de fibra óptica se realizarán en arquetas independientes a las de la red eléctrica.

Los tubos de control serán bitubos de 40 mm. de diámetro exterior, fabricados de polietileno de alta densidad y pigmentados de color verde. El resto de características se detallan en la norma de referencia informativa **CNL010 Tubos de comunicaciones para líneas subterráneas.**

Adicionalmente indicar, que tal y como se ha indicado en la guía de interpretación de dicha especificación NRZ001, no será necesario instalar estos tubos de control en canalizaciones subterráneas que tengan origen en canalizaciones existentes que no dispongan de tubos de control.

En el anexo de planos se detallan las canalizaciones subterráneas de MT, pueden verse las distintas secciones de zanjas, con el detalle de sus disposiciones.

En nuestro caso el tipo de cable a utilizar será **RH5Z1 18/30 kV en 240mm² Al.**
La longitud de la líneas subterránea de compañía es 10m doble circuito.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

11.2.-ARQUETAS

Las arquetas prefabricadas tomarán como referencia la norma informativa **NNH001 Arquetas Prefabricadas para Canalizaciones Subterráneas**. El montaje de las arquetas de material plástico se realizará tomando como referencia el documento informativo **NMH00100 Guía de Montaje e Instalación de Arquetas Prefabricadas de Poliéster, Polietileno o Polipropileno para Canalizaciones Subterráneas**.

Se pueden construir de ladrillo, sin fondo para favorecer la filtración de agua, siendo sus dimensiones las indicadas en los planos.

En la arqueta, los tubos quedarán como mínimo a 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 sellarán con material expansible, yeso o mortero ignífugo de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

La altura mínima de la parte inferior del tubo al plano de asentamiento de la arqueta a un mínimo de 5 cm en consonancia con las especificaciones de materiales para arquetas prefabricadas. Para el caso de las construidas con ladrillo de fábrica se debe garantizar la integridad estructural y distancias para un tendido adecuado.

Las arquetas ciegas se rellenarán con arena. Por encima de la capa de arena se rellenará con tierra cribada compactada hasta la altura que se precise en función del acabado superficial que le corresponda.

En todos los casos, deberá estudiarse por el Proyectista el número de arquetas y su distribución, en base a las características del cable y, sobre todo, al trazado, cruces, obstáculos, cambios de dirección, etc., que serán realmente los que determinarán las necesidades para hacer posible el adecuado tendido del cable.

12.-CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS.

Los cables subterráneos deberán cumplir los requisitos señalados en el apartado 5 de la ITC-LAT 06, las correspondientes Especificaciones Particulares de EDE aprobadas por la Administración y las condiciones que pudieran imponer otros órganos competentes de la Administración o empresas de servicios, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables subterráneos de MT.

Cuando no se puedan respetar aquellas distancias, deberán añadirse las protecciones mecánicas especificadas en el propio reglamento.

En la tabla siguiente se resumen las distancias entre servicios subterráneos para cruces, paralelismos y proximidades.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

Resumen de distancias entre servicios subterráneos para cruces, paralelismos y proximidades es la del reglamento

Instalaciones u obstáculos	Distancia		Condiciones
	Cruzamiento	Paralelismo	
Calles y carreteras	La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie será:		Los cables se colocaran en canalizaciones entubadas hormigonadas en toda su longitud.
	$\geq 60\text{m}$		
	El cruce será perpendicular al vial, siempre que sea posible		
Ferrocarriles	La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, respecto a la cara inferior de la traviesa, será:		Los cables se colocaran en canalizaciones entubadas hormigonadas en toda su longitud.
	$\geq 1,10\text{m}$		
	El cruce será perpendicular a la vía, siempre que sea posible. La canalización rebasará la vía férrea en 1,5 m por cada extremo.		
Otros cables de energía eléctrica	Distancia entre cables:	Distancia entre cables de MT de una misma empresa:	Cuando no pueda respetarse alguna de estas distancias, el cable que se tienda en último lugar se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorios constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.
	$\geq 0,25\text{m}$	$\geq 0,20\text{m}$	
	La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 m.	Distancia entre cables de MT y BT o MT de diferentes empresas: $\geq 0,25\text{m}$	



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. Nº 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

Instalaciones u obstáculos	Distancia		Condiciones
	Cruzamiento	Paralelismo	
Cables de telecomunicación	Distancia entre cables: $\geq 0,20\text{m}$	Distancia entre cables: $\geq 0,20\text{m}$	Cuando no pueda respetarse alguna de estas distancias, el cable que se tienda en último lugar se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.
	La distancia del punto de cruce a los empalmes tanto del cable de energía como del cable de telecomunicación, será superior a 1 m.		
Canalizaciones de agua	Distancia entre cables y canalización: $\geq 0,20\text{m}$	Distancia entre cables y canalización: $\geq 0,20\text{m}$	Cuando no pueda respetarse alguna de estas distancias, el cable que se tienda en último lugar se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.
	Se evitara el cruce por la vertical de las juntas de la canalización de agua. La distancia del punto de cruce a los empalmes o a las juntas será superior a 1 m.	En arterias importantes esta distancia será de 1 m como mínimo. Se procurará mantener dicha distancia en proyección horizontal y que la canalización del agua quede por debajo del nivel del cable. La distancia mínima entre empalmes y juntas será de 1 m.	
Canalizaciones y acometidas de gas	Distancia entre cables y canalización: Sin protección suplementaria	Distancia entre cables y canalización: Sin protección suplementaria	
	$\geq 0,40\text{m}$	AP $\geq 0,40\text{m}$ MP y BP $\geq 0,25\text{m}$	
	Con protección suplementaria $\geq 0,25\text{m}$	Con protección suplementaria La distancia mínima entre empalmes y juntas será de 1 m.	
	En caso de canalización entubada, se considerará como protección suplementaria el propio tubo. La distancia mínima entre los empalmes de cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1m.	AP, Alta presión, > 4 bar. MP y BP, Media y baja presión, ≤ 4 bar. $\text{AP} \geq 0,25\text{m}$ $\text{MP y BP} \geq 0,15\text{m}$	



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. Nº 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

Instalaciones u obstáculos	Distancia		Condiciones
	Cruzamiento	Paralelismo	
Canalizaciones y acometida interior de gas	Distancia entre cables y canalización: Sin protección suplementaria	Distancia entre cables y canalización: Sin protección suplementaria	
	AP $\geq 0,40\text{m}$ MP y BP $\geq 0,20\text{m}$	AP $\geq 0,40\text{m}$ MP y BP $\geq 0,20\text{m}$	
	Con protección suplementaria La distancia mínima entre empalmes y juntas será de 1 m. En caso de canalización entubada, se considerará como	Con protección suplementaria La distancia mínima entre empalmes y juntas será de 1 m. En caso de canalización entubada, se considerará como protección suplementaria el propio tubo.	
	AP $\geq 0,25\text{m}$ MP y BP $\geq 0,10\text{m}$	AP $\geq 0,25\text{m}$ MP y BP $\geq 0,10\text{m}$	
	protección suplementaria el propio tubo. AP, Alta presión, > 4 bar. MP y BP, Media y baja presión, ≤ 4 bar.	AP, Alta presión, > 4 bar. MP y BP, Media y baja presión, ≤ 4 bar.	
Conducciones de alcantarillado	Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado.		Quando no sea posible, el cable se pasará por debajo y se dispondrán separados mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.
Depósitos de carburante	La distancia de los tubos al depósito será:		Los cables de MT se dispondrán dentro de tubos o conductos de suficiente resistencia mecánica.
	$\geq 1,20\text{m}$		
	La canalización rebasará al depósito en 2 m por cada extremo.		
Acometidas o Conexiones de servicio a un edificio	Distancia entre servicios:		Quando no pueda respetarse esta distancia, la conducción que se establezca en último lugar se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica. La entrada de las conexiones de servicio a los edificios, tanto de BT como de MT, deberá taponarse hasta conseguir una estanqueidad perfecta
	$\geq 0,30\text{m}$		



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

13.-PUESTA A TIERRA DE LA RED.

En los extremos de las líneas subterráneas se colocará un dispositivo que permita poner a tierra los cables en caso de trabajos o reparación de averías, con el fin de evitar posibles accidentes originados por existencia de cargas de capacidad. Las cubiertas metálicas y las pantallas de las mismas estarán también puestas a tierra.

14. PLANOS.

En el documento correspondiente de este proyecto, se adjuntan cuantos planos se han estimado necesarios con los detalles suficientes de las instalaciones que se han proyectado, con claridad y objetividad.

15. CONCLUSIÓN.

Expuesto el objeto y la utilidad del presente proyecto, esperamos que el mismo merezca la aprobación de la Administración y el Ayuntamiento, dándonos las autorizaciones pertinentes para su tramitación y puesta en servicio.

En Sevilla, enero de 2026

Fdo. Ámaya Jiménez Ortega



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y **SALUD**



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

1. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.

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 en materia de señalización de seguridad y salud en el 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.

1.2. DERECHOS Y OBLIGACIONES.

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.

1.2.2. PRINCIPIOS DE LA ACCIÓN 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.

1.2.3. EVALUACIÓN 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.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

- Insuficiente instrucción del personal en materia de seguridad.

Referente a las máquinas herramienta, 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 dotados 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.

1.2.4. EQUIPOS DE TRABAJO Y MEDIOS DE PROTECCIÓN.

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.

1.2.5. INFORMACIÓN, CONSULTA Y PARTICIPACIÓN 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.

1.2.6. FORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

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

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.

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.

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.

1.2.10. DOCUMENTACIÓN.

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.

1.2.11. COORDINACIÓN 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.

1.2.12. PROTECCIÓN 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.

1.2.13. PROTECCIÓN 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.

1.2.14. PROTECCIÓN 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.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

1.2.15. RELACIONES DE TRABAJO TEMPORALES, DE DURACIÓN 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.

1.2.16. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES EN MATERIA DE PREVENCIÓN 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.

1.3. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.

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.

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.

1.4. CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.

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.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

- 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.

1.4.2. DERECHOS DE PARTICIPACIÓN Y REPRESENTACIÓN.

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.

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.

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

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**, entendiéndose 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.

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.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

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.

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

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**, entendiéndose como tales cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el trabajo.

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.

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.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

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.

3.2.2. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO MÓVILES.

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.

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.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

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.

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 antiimpactos 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, barros 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 antiruido y una mascarilla con filtro mecánico recambiable.

3.2.5. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LA MAQUINARIA HERRAMIENTA.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

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.

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 periferia, 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.

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

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**, entendiéndose 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 Red de distribución en Baja Tensión* se encuentra incluida en el **Anexo I** de dicha legislación, con la clasificación **a) Excavación, b) Movimiento de tierras, c) Construcción, e) Acondicionamiento o instalación, k) Mantenimiento y l) Trabajos de pintura y de limpieza**.

Al tratarse de una obra con las siguientes condiciones:

- a) El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto es inferior a 75 millones de pesetas.
- b) La duración estimada es inferior a 30 días laborables, no utilizándose en ningún momento a más de 20



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

trabajadores simultáneamente.

- c) El volumen de mano de obra estimada, entendiéndose 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.

4.2. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

4.2.1. RIESGOS MAS FRECUENTES EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION.

Los *Oficios* más comunes en la obra en proyecto 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 estructura metálica
- Montaje de prefabricados.
- Albañilería.
- 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).
- 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.
- 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.

4.2.2. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL.

Se establecerán a lo largo de la obra letreros divulgativos y señalización de los riesgos (vuelco, 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, perfilería metálica, piezas prefabricadas, material eléctrico, 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.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

El transporte de elementos pesados 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).

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

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.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

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.

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 las 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



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

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.

Montaje de elementos metálicos.

Los elementos metálicos (báculos, postes, etc) se apilarán ordenadamente sobre durmientes de madera de soporte de cargas, estableciendo capas hasta una altura no superior al 1'50 m.

Las operaciones de soldadura en altura, se realizarán desde el interior de una guindola de soldador, provista de una barandilla perimetral de 1 m. de altura formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié. El soldador, además, amarrará el mosquetón del cinturón a un cable de seguridad, o a argollas soldadas a tal efecto en la perfilera.

Se prohíbe la permanencia de operarios dentro del radio de acción de cargas suspendidas.

Se prohíbe la permanencia de operarios directamente bajo tajos de soldadura.

El ascenso o descenso, se realizará mediante una escalera de mano provista de zapatas antideslizantes y ganchos de cuelgue e inmovilidad dispuestos de tal forma que sobrepase la escalera 1 m. la altura de desembarco.

El riesgo de caída al vacío se cubrirá mediante la utilización de redes de horca (o de bandeja).

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 escombros y cascotes se evacuarán diariamente, para evitar el riesgo de pisadas sobre materiales.

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.

Instalación eléctrica provisional de obra.

El montaje de aparatos eléctricos será ejecutado por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

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, 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



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

transportados a hombro (pértigas, reglas, escaleras de mano y asimilables). La inclinación de la pieza puede llegar a producir el contacto eléctrico.

4.3. DISPOSICIONES ESPECIFICAS 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.

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

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.

5.2. OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO.

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

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.

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.

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.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

- Botas de protección impermeables.
- Polainas de soldador.
- Rodilleras.

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.

En Sevilla, enero de 2026

Fdo. Amaya Jiménez Ortega



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

1. INTRODUCCIÓN

El presente Estudio de Gestión de residuos de construcción y demolición se redacta en cumplimiento de lo dispuesto en el **Real Decreto 105/2008**, de 1 de febrero de 2008 que tiene por objeto establecer el régimen jurídico de la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, con el fin de fomentar, por este orden, su prevención, reutilización, reciclado y otras formas de valorización, asegurando que los destinados a operaciones de eliminación reciban un tratamiento adecuado, y contribuir a un desarrollo sostenible de la actividad de construcción. De acuerdo con el RD 105/2008, se presenta el presente Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición, conforme a lo dispuesto en el art. 4.1, con el siguiente contenido:

1. Estimación de la cantidad que se generará en la obra.
2. Medidas para la separación de los residuos en obra.
3. Operaciones de reutilización, valorización o eliminación de los residuos generados en obra.
4. Medidas de segregación "INSITU" prevista.
5. Planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo u otras operaciones de gestión de los residuos.
6. Las prescripciones del PPTP en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones.
7. Valoración del coste previsto de la gestión de los residuos.

1.1. AGENTES INTERVINIENTES

1.1.1 El productor

El productor está obligado además a disponer de la documentación que acredite que los residuos y demolición realmente producidos en sus obras han sido gestionados, en su caso, en obra o entregados a una instalación de valorización o eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos recogidos en el RD 105/2008 y, en particular, en el Estudio de Gestión de residuos de la obra o en sus posteriores modificaciones. La documentación correspondiente a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes. En el caso de las obras sometidas a licencia urbanística, el productor de residuos está obligado a constituir, cuando proceda, en los términos previstos en la legislación de las comunidades autónomas, la fianza o garantía financiera equivalente que asegure el cumplimiento de los requisitos establecidos en dicha licencia en relación con los residuos de construcción y demolición de la obra.

1.1.2 El poseedor

En el artículo 5 del RD 105/2008 establece las obligaciones del poseedor de RCD's, en el que se indica que la persona física o jurídica que ejecute la obra está obligada a presentar a la propiedad de la misma un plan que refleje como llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los RCD's que se vayan a producir en la obra. El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionar los residuos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.

La responsabilidad administrativa en relación con la cesión de los residuos de construcción y demolición por parte de los poseedores a los gestores se regirá por lo establecido en el artículo 33 de la Ley 10/1998, de 21 de abril. El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentren en su poder, a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación. El poseedor de los residuos de construcción y demolición estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión y a entregar al productor los certificados y demás documentación acreditativa de la gestión de los residuos a que se hace referencia en el apartado 3, así como a mantener la documentación correspondiente a cada año natural durante los cinco años siguientes.

1.1.3 El gestor

El gestor, según el artículo 7 del Real Decreto, cumplirá con las siguientes obligaciones:

a) En el supuesto de actividades de gestión sometidas a autorización por la legislación de residuos, llevar un registro, en el que, como mínimo figure la cantidad de residuos gestionados, expresada en toneladas y en metros cúbicos, el tipo de residuos, codificadas con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero, o norma que la sustituya, la identificación del productor, del poseedor y de la obra de donde proceden, o del gestor, cuando procedan de otra operación anterior de gestión, el método de gestión aplicado, así como las cantidades, en toneladas y en metros cúbicos, y destinos de los productos y residuos resultantes de la actividad.

b) Poner a disposición de las administraciones públicas competentes, a petición de las mismas, la información contenida en el registro mencionado en la letra a). La información referida a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

c) Extender al poseedor o al gestor que le entregue residuos de construcción y demolición, en los términos recogidos en el real decreto, los certificados acreditativos de la gestión de los residuos recibidos, especificando el productor y, en su caso, el número de licencia de la obra de procedencia. Cuando se trate de un gestor que lleve a cabo una operación exclusivamente de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, deberá además transmitir al poseedor o al gestor que le entregó los residuos, los certificados de la operación de valorización o de eliminación subsiguiente a que fueron destinados los residuos.

d) En el supuesto de que carezca de autorización para gestionar residuos peligrosos, deberá disponer de un procedimiento de admisión de residuos en la instalación que asegure que, previamente al proceso de tratamiento, se detectarán y se separarán, almacenarán adecuadamente y derivarán a gestores autorizados de residuos peligrosos aquellos que tengan este carácter y puedan llegar a la instalación mezclados con residuos no peligrosos de construcción y demolición. Esta obligación se entenderá sin perjuicio de las responsabilidades en que pueda incurrir el producto, el poseedor o, en su caso, el gestor precedente que haya enviado dichos residuos a la instalación.

2. DATOS DE LA OBRA.

Tipo de Obra	Eléctrica
Emplazamiento	PEÑAFLOR.
Proyecto	Redes B.T., M.T. Y CT
Productor de Residuos	AYTO. PEÑAFLOR

3. CARACTERISTICAS DE LA OBRA

Las obras proyectadas consisten en la instalación de sendas redes subterránea y aéreas de B.T. sub de M.T. y Ct prefabricado.

Los trabajos generadores de residuos durante la ejecución de las obras, son los siguientes:

- Movimiento de tierras.
- La ejecución de cualquier actividad, puede generar residuos, bien como materiales sobrantes, bien como restos procedentes de alguna demolición.

4. REFERENCIAS

- Real decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Ley Andaluza 7/2007, de 9 de julio de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.
- Ley 6/2003, de 20 de marzo, del impuesto de depósito de residuos.
- Orden de 23 abril de 2003, por la que se regula la repercusión del impuesto sobre depósito de residuos.
- Decreto 99/2004, de 9 de marzo, por la que se aprueba la revisión del Plan de Gestión de Residuos Peligrosos de Andalucía.
- Decreto 397/2010, de 2 de noviembre, por el que se aprueba el Plan Director Territorial de Residuos No Peligrosos de Andalucía 2010-2019.

5. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN QUE SE GENERAN EN LA OBRA (SEGÚN ORDEN MNM/304/2002)

5.1. TIPOS DE RESIDUOS

A continuación se describe con un marcado en cada casilla, cada tipo de residuo de construcción y demolición (RCD) que se identifique en la obra de los residuos a generar, codificados con arreglo a la Lista Europea de Residuos, publicada por Orden MAM/304/ 2002 del Ministerio de Medio Ambiente, de 8 de febrero, o sus modificaciones posteriores, en función de las Categorías de Niveles I, II.

RCDs de Nivel I.- Residuos generados por el desarrollo de las obras de infraestructura de ámbito local o supramunicipal contenidas en los diferentes planes de actuación urbanística o planes de desarrollo de carácter regional, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en el transcurso de dichas obras. Se trata, por tanto, de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.

RCDs de Nivel II.- residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliar y de la implantación de servicios.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

Son residuos no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas. Los residuos inertes no son solubles ni combustibles, ni reaccionan física ni químicamente ni de ninguna otra manera, ni son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las que entran en contacto de forma que puedan dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. Se contemplan los residuos inertes procedentes de obras de construcción y demolición, incluidos los de obras menores de construcción y reparación domiciliar sometidas a licencia municipal o no.

A.1.: RCDs Nivel I		
1. TIERRAS Y PÉTROS DE LA EXCAVACIÓN		
17 05 04		Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03
17 05 06		Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 06
17 05 08		Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17 05 07
RCD: Naturaleza pétreo		
1. Arena Grava y otros áridos		
01 04 08		Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07
01 04 09		Residuos de arena y arcilla
2. Hormigón		
17 01 01		Hormigón
3. Ladrillos , azulejos y otros cerámicos		
17 01 02		Ladrillos
17 01 03		Tejas y materiales cerámicos
17 01 07		Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 17 01 06.
4. Piedra		
17 09 04		RDCs mezclados distintos a los de los códigos 17 09 01, 02 y 03
RCD: Potencialmente peligrosos y otros		
1. Basuras		
20 02 01		Residuos biodegradables
20 03 01		Mezcla de residuos municipales
2. Potencialmente peligrosos y otros		
17 01 06		Mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos con sustancias peligrosas (SP's)
17 02 04		Madera, vidrio o plástico con sustancias peligrosas o contaminadas por ellas
17 03 01		Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla
17 03 03		Alquitrán de hulla y productos alquitranados
17 04 09		Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas

5.2. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA.

Los residuos que se generarán pueden clasificarse según el tipo de obra en:

1. Residuos procedentes de los trabajos previos (replanteos, excavaciones, movimientos...)
2. Residuos de actividades de nueva construcción
3. Residuos procedentes de demoliciones

NOTA: para una Obra Nueva, en ausencia de datos más contrastados, la experiencia demuestra que se pueden usar datos estimativos estadísticos de 20 cm de altura de mezcla de residuos por m² construido, con una densidad tipo del orden de 1,5 a 0,5 Tm/m³.

En zanja BT suponemos que el 20 % no se reutiliza y que de ese 20% un 5% de residuos Nivel II

En base a estos datos, la estimación completa de residuos en la obra es:



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

Estimación de residuos:			
Volumen total de residuos Nivel II	23,59	m³	
Densidad tipo (entre 0,5 y 1,5 T/m³)	1,10	Tm/m³	
Toneladas de residuos Nivel II	25,94	Tm	
Volumen de tierras sobrantes Nivel I	212,27	m³	
Presupuesto estimado de la obra	424.410,00	€	
Presupuesto de movimiento de tierras en proyecto	9.337,02	€	(entre 1,00 - 2,50 % del PEM)

El desglose sería:

Estimación de residuos en OBRA NUEVA: ZANJAS BT-MT-AT	
Longitud de zanjás	1315,00 m
Ancho de zanjás	0,50 m
Profundidad de zanjás	1,30 m
Volumen total de zanjás	854,75 m²
Volumen total de residuos	170,95 m³
Volumen de tierras sobrantes	153,86 m³
Volumen de RCDs Nivel II	17,10 m³

Estimación de residuos en OBRA NUEVA: NUEVOS CDs	
Longitud de excavación	7,26 m
Ancho de excavación	3,26 m
Profundidad de excavación	0,70 m
Volumen total de excavación	16,57 m²
Volumen total de residuos	14,91 m³
Volumen de tierras sobrantes	13,42 m³
Volumen de RCDs Nivel II	1,49 m³

Con el dato estimado de RCDs por metro cuadrado de construcción y en base a los estudios realizados por la Junta de Andalucía de la composición en peso de los RCDs que van a sus vertederos plasmados en el Plan Nacional de RCDs 2001-2006, se consideran los siguientes pesos y volúmenes en función de la tipología de residuo:

A.1.: RCDs Nivel I				
		Tm	d	V
Evaluación teórica del peso por tipología de RDC		Toneladas de RDC	Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5)	m³ Volumen de Tierras
1. TIERRAS Y PÉTROS DE LA EXCAVACIÓN				
Tierras y pétreos procedentes de la excavación estimados directamente desde los datos de proyecto		318,41	1,50	212,27

A.2.: RCDs Nivel II				
	%	Tm	d	V
Evaluación teórica del peso por tipología de RDC	% de peso	Toneladas de cada tipo de RDC	Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5)	m³ Volumen de Residuos



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

RCD: Naturaleza no pétreo				
1. Asfalto	0,050	1,30	1,30	1,00
2. Madera	0,040	1,04	0,60	1,73
3. Metales	0,025	0,65	1,50	0,43
4. Papel	0,003	0,08	0,90	0,09
5. Plástico	0,015	0,39	0,90	0,43
6. Vidrio	0,005	0,13	1,50	0,09
7. Yeso	0,002	0,05	1,20	0,04
TOTAL estimación	0,140	3,63		3,81
RCD: Naturaleza pétreo				
1. Arena Grava y otros áridos	0,040	1,04	1,50	0,69
2. Hormigón	0,120	3,11	1,50	2,08
3. Ladrillos , azulejos y otros cerámicos	0,540	14,01	1,50	9,34
4. Piedra	0,050	1,30	1,50	0,86
TOTAL estimación	0,750	19,46		12,97
RCD: Potencialmente peligrosos y otros				
1. Basuras	0,070	1,82	0,90	2,02
2. Potencialmente peligrosos y otros	0,040	1,04	0,50	2,08
TOTAL estimación	0,110	2,85		4,09
	1,000	25,94		

5.3. MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS.

La primera prioridad respecto a la gestión de residuos es minimizar la cantidad que se genere. Para conseguir esta reducción, se han seleccionado una serie de medidas de prevención que deberán aplicarse durante la fase de ejecución de la obra:

- a) Todos los agentes intervinientes en la obra deberán conocer sus obligaciones en relación con los residuos y cumplir las órdenes y normas dictadas por la Dirección Técnica.
- b) Se deberá optimizar la cantidad de materiales necesarios para la ejecución de la obra. Un exceso de materiales es origen de más residuos sobrantes de ejecución.
- c) Se preverá el acopio de materiales fuera de zonas de tránsito de la obra, de forma que permanezcan bien embalados y protegidos hasta el momento de su utilización, con el fin de evitar la rotura y sus consiguientes residuos.
- d) Utilización de elementos prefabricados.
- e) Las arenas y gravas se acopian sobre una base dura para reducir desperdicios.
- f) Si se realiza la clasificación de los residuos, habrá que disponer de los contenedores más adecuados para cada tipo de material sobrante. La separación selectiva se deberá llevar a cabo en el momento en que se originan los residuos. Si se mezclan, la separación posterior incrementa los costes de gestión.
- g) Los contenedores, sacos, depósitos y demás recipientes de almacenaje y transporte de los diversos residuos deberán estar debidamente etiquetados.
- h) Se impedirá que los residuos líquidos y orgánicos se mezclen fácilmente con otros y los contaminen. Los residuos se deben depositar en los contenedores, sacos o depósitos adecuados.

5.4. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN DE LOS RESIDUOS QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA.

5.4.1. REUTILIZACIÓN

Es la recuperación de elementos constructivos completos con las mínimas transformaciones posibles.

OPERACIÓN PREVISTA	
	Reutilización de tierras procedentes de la excavación
	Reutilización de residuos minerales o pétreos en áridos reciclados o en urbanización



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

	Reutilización de materiales cerámicos
	Reutilización de materiales no pétreos: madera, vidrio...
	Reutilización de materiales metálicos
	Otros (indicar)

5.4.2. VALORACIÓN in situ

Son operaciones de desconstrucción y de separación y recogida selectiva de los residuos en el mismo lugar donde se producen. Estas operaciones consiguen mejorar las posibilidades de valorización de los residuos, ya que facilitan el reciclaje o reutilización posterior. También se muestran imprescindibles cuando se deben separar residuos potencialmente peligrosos para su tratamiento.

OPERACIÓN PREVISTA	
	No hay previsión de reutilización en la misma obra o en emplazamientos externos, simplemente serán transportados a vertedero autorizado
	Utilización principal como combustible o como otro medio de generar energía.
	Recuperación o regeneración de disolventes
	Reciclado o recuperación de sustancias orgánicas que utilizan no disolventes
	Reciclado o recuperación de metales o compuestos metálicos.
	Reciclado o recuperación de otras materias orgánicas
	Regeneración de ácidos y bases
	Tratamiento de suelos, para una mejora ecológica de los mismos
	Acumulación de residuos para su tratamiento según el Anexo II.B de la Comisión 96/350/CE
	Otros (indicar)

5.4.3. ELIMINACIÓN DE RESIDUOS NO REUTILIZABLES NI VALORIZABLES "IN SITU"

Para el tratamiento o vertido de los residuos producidos en obra, se pondrán estos a disposición de una empresa de Gestión y tratamiento de residuos, en nuestro caso, autorizada por la Comunidad Autónoma de Andalucía para la gestión de residuos no peligrosos.

5.5. MEDIDAS DE SEGREGACIÓN "IN SITU" PREVISTAS.

En base al artículo 5.5 del RD 105/2008, los residuos de construcción y demolición deberán separarse, para facilitar su valorización posterior, en las siguientes fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

Obras iniciadas posteriores a 14 de Agosto de 2.008.

Hormigón	80 T
Ladrillos, tejas, cerámicos	40 T
Metales	2 T
Madera	1 T
Vidrio	2 T
Plásticos	1 T
Papel y cartón	1 T

De acuerdo con las estimaciones realizadas en el apartado 5.2 no se superan estos mínimos. Así pues, las medidas de separación o segregación "in situ" previstas dentro de los conceptos de la clasificación propia de los RCDs de la obra como su selección, se enumeran a continuación:

TIERRAS

Las tierras sobrantes, no se almacenarán en la obra, directamente se cargarán en camiones para sacarlas fuera de la obra.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

5.6. VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS.

A continuación se desglosa el capítulo presupuestario correspondiente a la gestión de los residuos de la obra, repartido en función del volumen de cada material.

A,- ESTIMACION DEL COSTE DE TRATAMIENTO DE LOS RCDS					
Tipología RCDs	Estimación (m³)	Precio gestión en Planta / Vestadero / Cantera / Gestor (€/m³)	Importe (€)	Importe mínimo(€)	% del presupuesto de Obra
A1 RCDs Nivel I					
Tierras y pétreos de la excavación	212,27	8,00	1.698,20	1.698,20	0,4001%
Orden 2690/2006 CAM establece límites entre 40 - 60.000 €					0,4001%
A2 RCDs Nivel II					
RCDs Naturaleza Pétreo	12,97	20,00	259,45	259,45	0,0611%
RCDs Naturaleza No Pétreo (metales)	0,43	-105,00	-45,40	-45,40	-0,0107%
RCDs Naturaleza No Pétreo (resto)	3,38	23,00	77,65	77,65	0,0183%
RCDs Potencialmente peligrosos	4,09	30,00	122,80	122,80	0,0289%
Orden 2690/2006 CAM establece un límite mínimo del 0,2% del presupuesto de la obra					0,0977%
TOTAL PRESUPUESTO PLAN GESTION RCDs			2.112,70	2.112,70	0,4978%

En Sevilla, enero de 2026

Fdo. Amaya Jiménez Ortega



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

1. OBJETO

El objeto de este estudio es estimar las emisiones de campo magnético en el exterior del centro de transformación con el propósito de comprobar el cumplimiento de los límites establecidos por la normativa vigente.

La disposición de los elementos y aparamenta en centro de transformación objeto de proyecto es similar a la indicada en proyecto tipo FYZ30000, por tanto los resultados y conclusiones reflejados en dicho documento se consideran válidos para la instalación objeto de proyecto.

Este documento reproduce lo expresado en documento proyecto tipo Endesa FYZ300.

El estudio comprende el cálculo de los niveles máximos del campo magnético que por razón del funcionamiento del CT pueden alcanzarse en su entorno, y su evaluación comparativa con los límites establecidos en la normativa vigente.

2. NORMATIVA VIGENTE

El R.D. 337/2014 de 9 de mayo, recoge el “Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión” (RAT). Este Reglamento limita los campos electromagnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión, remitiendo al R.D. 1066/2001

El R.D. 1066/2001 de 28 de septiembre, por el que se aprueba el “Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a las emisiones radioeléctricas”, adopta medidas de protección sanitaria de la población estableciendo unos límites de exposición del público a campos electromagnéticos procedentes de emisiones radioeléctricas acordes a las recomendaciones europeas. Para el campo magnético generado a la frecuencia industrial de 50 Hz, el límite establecido es de 100 μ T

En el RAT, las limitaciones y justificaciones necesarias aparecen indicadas en las instrucciones técnicas complementarias siguientes:

ITC-RAT-14. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE INTERIOR. 4.7: Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión.

ITC-RAT-15. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE EXTERIOR. 3.15: Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión.

ITC-RAT-20. ANTEPROYECTOS Y PROYECTOS. 3.2.1: Memoria.

En relación al campo magnético generado por los transformadores de potencia, se aplica la norma UNE-CLC/TR 50453 IN de noviembre de 2008, “Evaluación de los campos electromagnéticos alrededor de los transformadores de potencia”.

Aunque la medida de campos magnéticos no es objeto del presente documento, a continuación se indican las normas aplicables a la misma:

1. Norma UNE-EN 62110 de mayo de 2013. “Campos eléctricos y magnéticos generados por sistemas de alimentación en corriente alterna. Procedimientos de medida de los niveles de exposición del público en general”.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

2. Norma UNE-EN 61786-1 de octubre de 2014. "Medición de campos magnéticos en corriente continua, campos eléctricos y magnéticos en corriente alterna de 1 Hz a 100kHz. Parte 1: Requisitos para los instrumentos de medida".
3. Norma IEC 61786-2 de diciembre de 2014. "Measurement of DC magnetic, AC magnetic and AC electric fields from 1 Hz to 100 kHz with regard to exposure of human beings. Part 2: Basic standard for measurements.

3. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE CAMPOS MAGNÉTICOS

La metodología aplicada en proyecto tipo se basa en la simulación y cálculo del campo magnético en los puntos deseados de la instalación y su entorno mediante aplicación de cálculo sobre Matlab/Octane.

El cálculo está basado en un cálculo analítico (Biot y Savart de un segmento) realizado sobre el conjunto de conductores 3D de una instalación, discretizados a segmentos rectilíneos, y sobre un periodo de onda completo para obtener valores eficaces. Se tienen en cuenta los diferentes desfases entre fases o motivados por la presencia de un transformador.

El cálculo no tiene en cuenta el campo generado por los transformadores, sólo por los conductores. Esta simplificación no afecta de forma significativa a los resultados obtenidos según se indica en UNE-CLC/TR-50453. De igual forma, no se consideran los posibles apantallamientos debidos a pantallas de cables o envoltentes de la aparamenta eléctrica, quedando el cálculo por el lado de la seguridad

La entrada de datos de la aplicación es la topología en 3D del conjunto de conductores de la instalación, así como las corrientes que circulan por cada conductor. Las corrientes consideradas para el cálculo son las máximas previstas para cada posición (en especial de los transformadores) o tramo de ella, de forma que se obtiene el máximo campo magnético. El estado de carga máximo planteado es técnicamente posible de alcanzar, pero difícil que se produzca en realidad, y en todo caso durante un breve espacio de tiempo.

Los resultados obtenidos se presentan en los límites exteriores de la instalación accesibles por personas, considerándose para el cálculo una distancia de 0,2 m de las paredes del CTy a una altura de 1 m, según UNE-EN 62110. De igual forma, se facilita el cálculo del campo B en toda la superficie de la instalación a una altura de 1 m a efectos informativos

El campo en plantas superiores inmediatamente al CT y al estar cualquier punto de éste a mayor distancia que puntos de máximo campo calculados según párrafo anterior será de valor mínimo al máximo calculado.

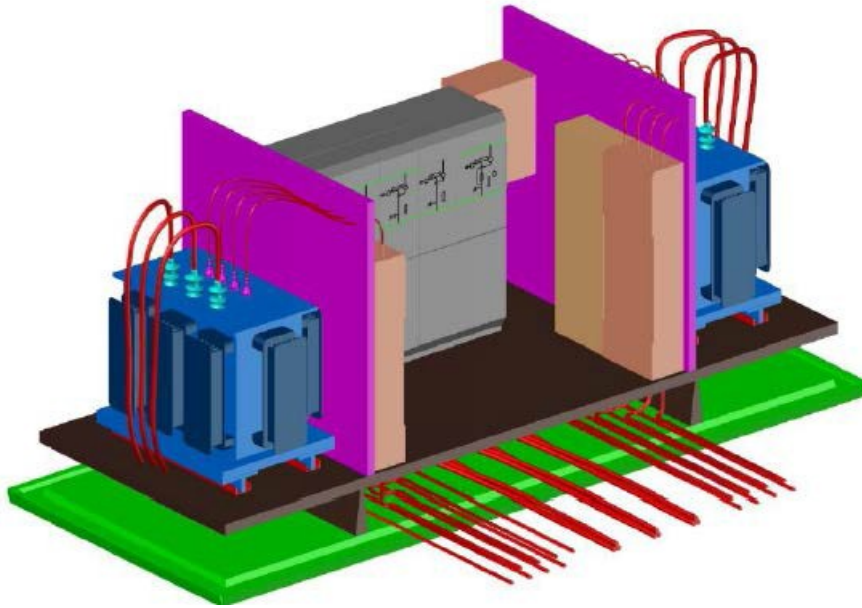
4. CENTRO DE TRANSFORMACION INTERIOR PREFABRICADO DE SUPERFICIE 2 TRANSFORMADORES

A continuación se detallan la disposición de la aparamenta y de conductores eléctricos del CT, centro de transformación tipo interior con dos transformadores.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56



4.1 CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN Y DATOS DE CÁLCULO.

El cálculo y simulación se realiza sobre centro de transformación con dos transformadores tensión 15 Kv y 0.4 Kv y 2 unidades de transformación de 1 MVA

Lado de 15 Kv:

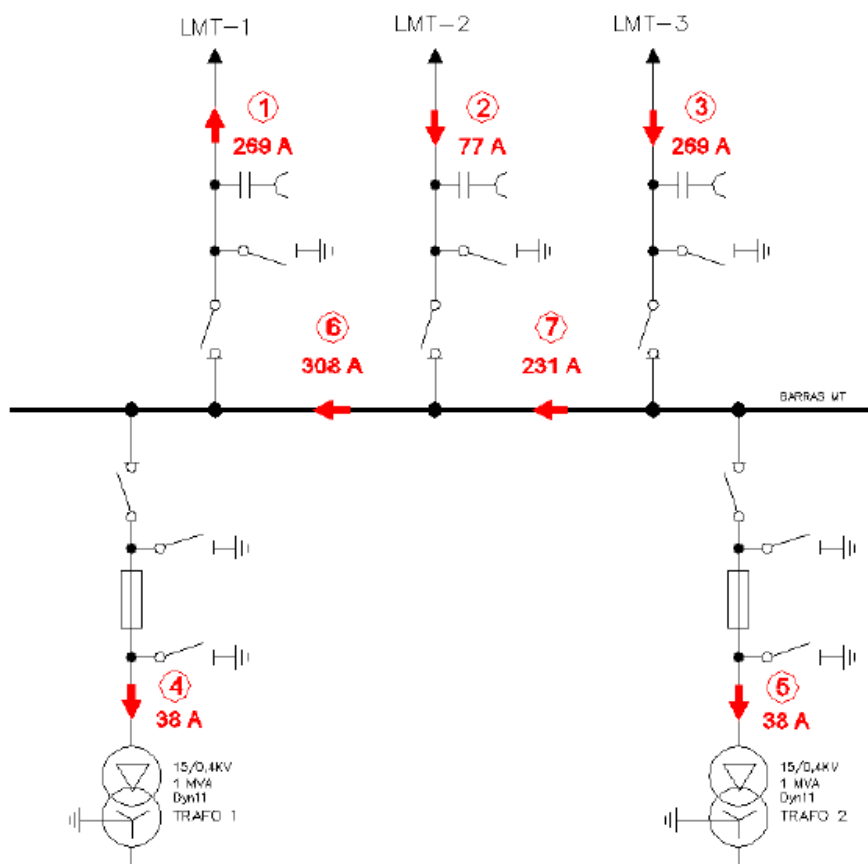
Celdas blindadas aisladas SF6.
Topología simple barra.
Posiciones de línea 3.
Posiciones de transformación 2.
Posiciones de barra 1.

Intensidades consideradas en lado de 15 Kv



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56



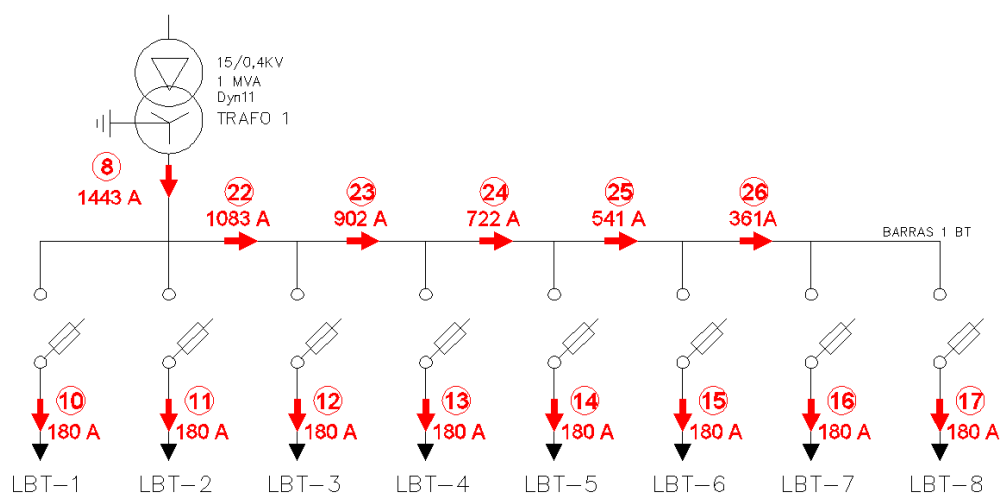
Lado de 0.4 Kv. Tipo
interior.

Topología simple barra.

Posiciones de transformador 2.

Posiciones de barra 2

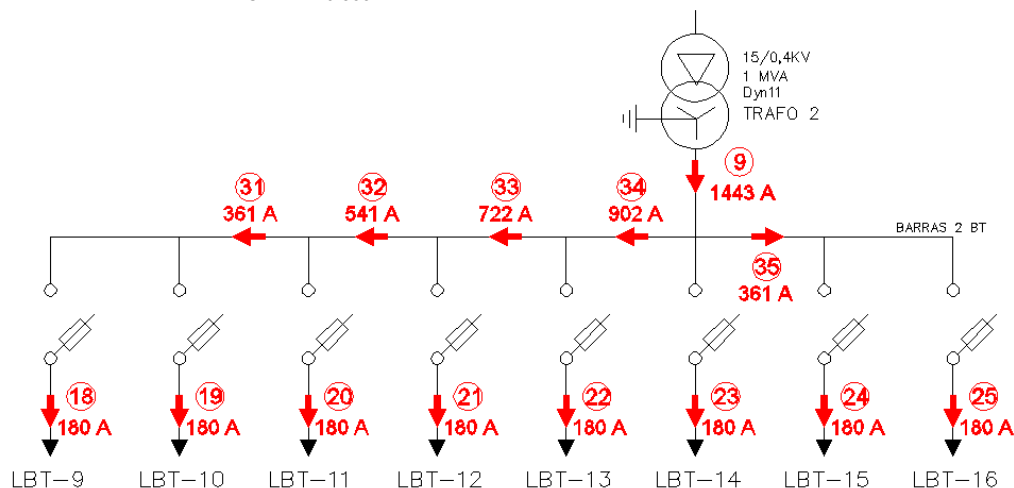
Los niveles de intensidades considerados son los indicados:





Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56



El resumen de las intensidades consideradas se refleja en tabla adjunta:

POSICIÓN O TRAMO	REF.	INTENSIDAD (A)	FASE (°)	TIPO
Línea 1 15 kV	1	269 ₍₁₎	0	Trifásica equilibrada.
Línea 2 15 kV	2	77	0	Trifásica equilibrada.
Línea 3 15 kV	3	269 ₍₁₎	0	Trifásica equilibrada.
Trafo 1 Lado 15 kV	4	38 ₍₂₎	0	Trifásica equilibrada.
Trafo 2 Lado 15 kV	5	38 ₍₂₎	0	Trifásica equilibrada.
Barras 1 L1-L2	6	308	0	Trifásica equilibrada.
Barras 1 L2-L3	7	231	0	Trifásica equilibrada.
Trafo 1 Lado 0,4 kV	8	1443 ₍₂₎	30	Trifásica equilibrada.
Trafo 2 Lado 0,4 kV	9	1443 ₍₂₎	30	Trifásica equilibrada.
Líneas 0,4 kV	10 - 17	180	30	Trifásica equilibrada.
Líneas 0,4 kV	18 - 21	361	30	Trifásica equilibrada.
B1 0,4 kV : Línea 2- Línea 3	22	1083	30	Trifásica equilibrada
B1 0,4 kV : Línea 3- Línea 4	23	902	30	Trifásica equilibrada
B1 0,4 kV : Línea 4- Línea 5	24	722	30	Trifásica equilibrada
B1 0,4 kV: Línea 5- Línea 6	25	541	30	Trifásica equilibrada
B1 0,4 kV: Línea 6- Línea 7	26	361	30	Trifásica equilibrada
B2 0,4 kV: Línea 10- Línea 11	722	361	30	Trifásica equilibrada

(1) Intensidad correspondiente a la potencia máxima de línea, 7 MVA.

(2) Intensidad correspondiente a la potencia máxima transformador, 1 MVA.

El estado de carga considerado supone los transformadores entregando su máxima potencia. En el lado de 15 kV, la línea 3 aporta su potencia máxima, la línea 1 evacua su potencia máxima y la línea 2 aporta la potencia consumida por los transformadores.

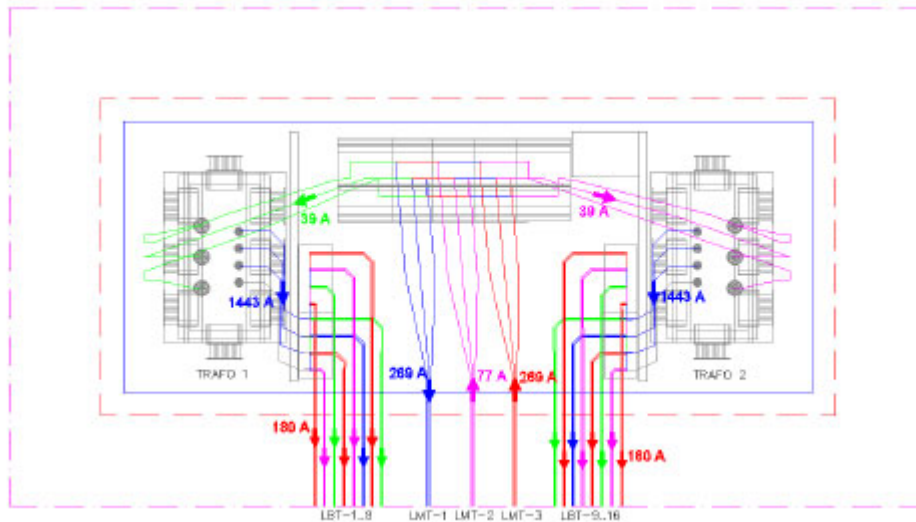
En el lado de BT, cada transformador alimenta a un embarrado independiente. La potencia aportada por cada transformador se reparte equitativamente entre las ocho líneas a las que alimenta, en el caso del transformador 1, y entre cuatro líneas en el caso del transformador 2.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Móvil 652.16.46.56

En el gráfico adjunto se reflejan las intensidades de cálculo consideradas:



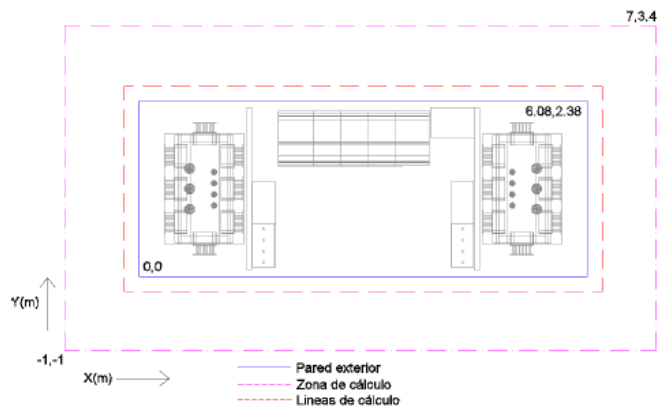
Estas hipótesis de simulación son para condiciones más desfavorables que las reales de proyecto.

4.2 RESULTADOS.

La simulación del campo magnético ha sido realizada con el estado de carga indicado anteriormente, estado de carga máximo realizable. Por tanto, los valores de campo magnético calculados y representados serán superiores a los que se producirán durante el funcionamiento habitual del centro de transformación.

Se ha obtenido el campo magnético en el conjunto de la instalación, a 1 metro de altura del suelo. Los resultados obtenidos se representan tanto en el límite exterior del centro de transformación (requerimiento reglamentario) como en el interior del mismo.

Se han presentado los resultados del campo magnético en el exterior de la pared del centro de transformación, a una distancia de 0,2 m del mismo, según las líneas de cálculo de la figura:





Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

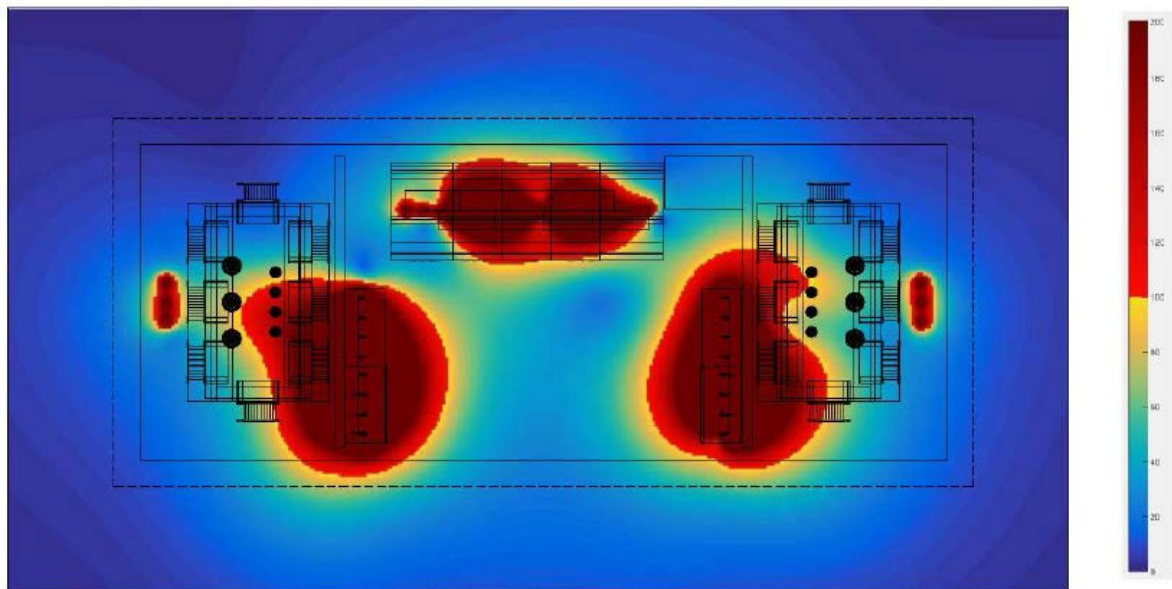
Los valores más elevados de campo en el exterior se producen sobre la zona de trafo 1 siendo de $89.89 \mu\text{T}$.

4.3 CONCLUSIONES.

Como conclusión de la simulación y cálculo realizado del campo magnético generado debido a la actividad del centro de transformación con dos transformadores, en las condiciones más desfavorables de funcionamiento, (hipótesis de carga máxima realizable), se obtiene que los valores de radiación emitidos están por debajo de los valores límite recomendados, esto es, $100 \mu\text{T}$ para el campo magnético a la frecuencia de la red, 50Hz.

4.4 ANEXO

Campo magnético a 1m sobre suelo CT:

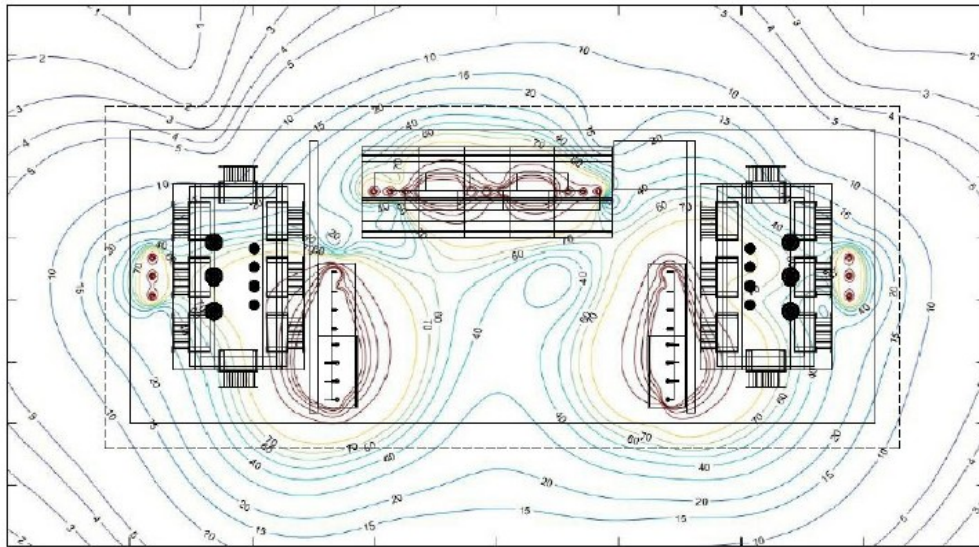


Campo magnético 1 m sobre suelo del CT. Isolíneas:

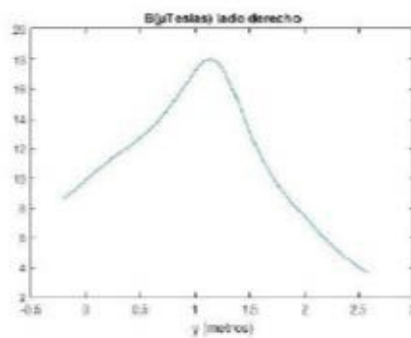
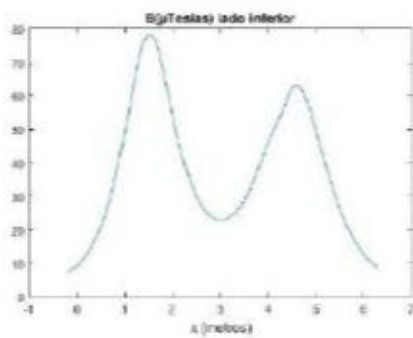
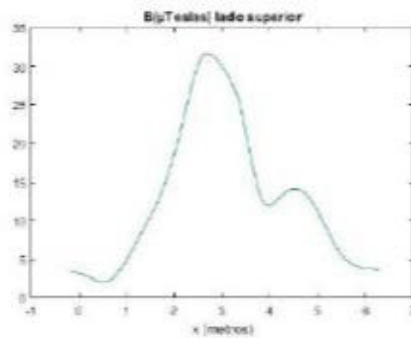
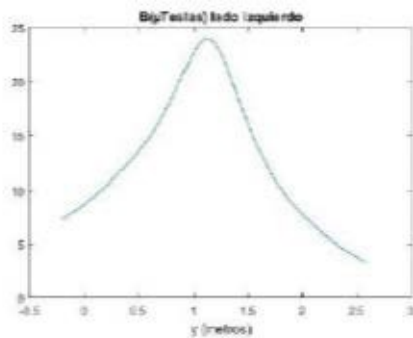


Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56



Campo magnético exterior 1 m sobre suelo del CT y 0.2 m de la pared:



Sevilla a enero de 2026

Fdo. Ángel Jiménez Ortega.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

MEMORIA DE CÁLCULO



ANEXO DE CALCULOS LSBT

Características eléctricas del conductor

Para la realización de los cálculos justificativos se tendrán en cuenta las características del conductor que se detallan en el documento de referencia informativo CNL001 Cables unipolares redes subterráneas de distribución BT tensión asignada 0.6/1kV.

Resistencia del cable

La resistencia del conductor varía con la temperatura de funcionamiento de la línea. Se adopta como temperatura máxima del conductor en régimen permanente 90 °C. El incremento de resistencia en función de la temperatura viene determinado por la expresión:

$$R = R_{20^{\circ}\text{C}} \cdot (1 + \alpha \cdot (\theta - 20^{\circ}\text{C}))$$

Siendo:

α Coeficiente de temperatura del aluminio, $\alpha = 0,00403 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$,

θ Temperatura máxima del conductor, se adopta el valor correspondiente a 90°C.

$R_{20^{\circ}\text{C}}$ Resistencia del conductor a 20°C.

Los valores de resistencia para los valores indicados a la temperatura estándar (20°C) y máxima (90 °C) son:

Tabla 6. Resistencia de los conductores

Aislamiento cable	Sección nominal (mm²)	Resistencia (*) máxima a 20 °C (Ω/km)	Resistencia máxima a 90 °C(Ω/km)
XZ1	50 Al	0,641	0,822
	95 Al	0,320	0,410
	150 Al	0,206	0,264
	240 Al	0,125	0,160

(*) Se desprecia el efecto pelicular o skin.

Reactancia del cable

La reactancia depende de la geometría y diseño del conductor. El valor de la reactancia de los cables, dispuestos en triángulo dentro de un mismo tubo, se detalla en la tabla adjunta:

Tabla 7. Reactancia de los conductores

Aislamiento cable	Sección nominal (mm²)	Reactancia cable (Ω/km)
XZ1	50 Al	0,095
	95 Al	0,089
	150 Al	0,087
	240 Al	0,085



2. Intensidad máxima admisible para el cable en servicio permanente

Para cada instalación, dependiendo de sus características, configuración, condiciones de funcionamiento, tipo de aislamiento, etc., se justificará y calculará la intensidad máxima admisible del conductor, con el fin de no superar la temperatura máxima asignada del mismo.

Según la ITC-BT-07, el aumento de temperatura provocado por la circulación de la intensidad no debe dar lugar a una temperatura en el conductor superior a la prescrita en la Tabla 8.

Tabla 8. Temperaturas máximas admisibles aislamiento cables

Tipo de aislamiento seco	Servicio permanente θ_s	Cortocircuito θ_{cc} ($t \leq 5s$)
Polietileno reticulado XLPE	90 °C	250 °C

Los valores de intensidad máxima admisible según la norma UNE 211435 para las condiciones estándar que se describen a continuación son los indicados en la tabla 9.

- Temperatura máxima en el conductor: 90°C
- LSBT en servicio permanente
- 4 cables unipolares dentro de un tubo
- Profundidad de instalación: 0,70m
- Resistividad térmica del terreno: 1K·m/W
- Temperatura ambiente del terreno a la profundidad indicada: 25°C.

Tabla 9. Intensidades máximas admisibles en cables XLPE, Al, bajo tubo.

Sección nominal de los conductores (mm ²)	Intensidad máxima admisible (A) (cables en triángulo en contacto)
50	125
95	191
150	253
240	336/312(*) (*) si la protección se realiza con fusible gG de 250 A

En el caso en que no se cumplan las condiciones descritas anteriormente, la intensidad admisible deberá corregirse teniendo en cuenta cada una de las magnitudes de la instalación real que difieran de aquellas.

Las condiciones a considerar para la corrección del valor de la intensidad admisible son las siguientes:

- Temperatura del terreno
- Agrupación de los circuitos



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

- Resistividad térmica del terreno
- Profundidad de la instalación

Tras la aplicación de los diferentes factores correctores, debe cumplirse que el aumento de temperatura provocado por la circulación de la intensidad calculada no dé lugar a una temperatura, en el conductor, superior a la prescrita en la tabla 7.

• **Factor relativo a cables enterrados bajo tubo en terrenos cuya temperatura sea distinta de 25°C (Fct) según norma UNE 211435**

Temperatura °C, en servicio permanente, θs	Temperatura del terreno en °C, θt								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
90	1,11	1,07	1,04	1	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78

El factor de corrección para otras temperaturas del terreno distintas de las tablas será:

$$F_{ct} = \sqrt{\frac{\theta_s - \theta_t}{\theta - 25}}$$

• **Factor relativo a agrupación de circuitos (Fca) según norma UNE 211435**

Circuitos agrupados	Distancias entre tubos en mm		
	Contacto	200	400
2	0,87	0,90	0,94
3	0,77	0,82	0,87
4	0,71	0,77	0,84
5	0,67	0,74	0,81
6	0,64	0,71	0,79

• **Factor relativo a resistividad térmica del terreno (Fct) según norma UNE 211435**

Sección conductora mm ²	Resistividad del terreno (K·m/W)						
	0,8	0,9	1	1,5	2,00	2,50	3
50	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,83
95	1,14	1,12	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
150	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
240	1,15	1,12	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81

La resistividad térmica del terreno en función de su naturaleza y humedad se detalla en la tabla adjunta:



Tabla 13. Resistividad térmica del terreno

Resistividad térmica del terreno (K m/W)	Naturaleza del terreno y grado de humedad
0,40	Inundado
0,50	Muy húmedo
0,70	Húmedo
0,85	Poco húmedo
1,00	Seco
1,20	Arcilloso muy seco
1,50	Arenoso muy seco
2,00	De piedra arenisca
2,50	De piedra caliza
3,00	De piedra granítica

▪ **Factor relativo a la profundidad de la instalación (F_{cp}) según norma UNE 211435**

Profundidad(m)	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,25
Factor de corrección	1,03	1,01	1,00	0,99	0,97	0,96

De tal manera que la intensidad admisible será:

$$I_{ad} = I \cdot F_{ct} \cdot F_{ca} \cdot F_{crt} \cdot F_{cp}$$

- I_{adm} Intensidad máxima admisible en servicio permanente, en A.
- I Intensidad del cable sin coeficientes de corrección, en A.
- F_{ct} Factor de corrección debido a la temperatura del terreno.
- F_{ca} Factor de corrección debido a la agrupación de circuitos.
- F_{crt} Factor de corrección debido a la resistividad del terreno.
- F_{cp} Factor de corrección debido a la profundidad de soterramiento.

3. Intensidad máxima admisible para el cable en cortocircuito

La temperatura que puede alcanzar el conductor del cable, como consecuencia de un cortocircuito o sobreintensidad de corta duración, no debe sobrepasar la temperatura máxima admisible de corta duración (para menos de un tiempo t) asignada a los materiales utilizados para el aislamiento del cable.

A estos efectos, se considera el proceso adiabático, es decir que el calor desprendido durante el proceso es absorbido por los conductores.

Se tiene que cumplir que el valor de la integral de Joule durante el cortocircuito tiene que ser menor al valor máximo de la integral de Joule admisible en el conductor.

$$I_{cc3}^2 \cdot t_{cc} \leq I_{cc3adm}^2 \cdot t_{cc} = (K \cdot S)^2$$

Con esta fórmula se calcula la Intensidad de cortocircuito trifásico admisible del conductor.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

$$I_{cc3adm} = K \cdot \frac{S}{\sqrt{t_{cc}}}$$

Donde:

I_{cc3adm}. Intensidad de cortocircuito trifásico calculada con hipótesis adiabática en el conductor, en amperios.

S Sección del conductor, en mm².

K Coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y del tipo de aislamiento. Representa la densidad de corriente admisible para un cortocircuito de 1 segundo y para el caso del conductor de Al con aislamiento XLPE, K=94 A/mm², suponiendo temperatura inicial antes del cortocircuito de 90 °C y máxima durante el cortocircuito de 250°C.

T_{cc} Duración del cortocircuito, inferior a 5 segundos.

En ningún caso se superarán las densidades de corriente de cortocircuito indicadas en la *tabla 16 de la ITC-BT-07*, para ello los valores de cortocircuito máximo admisibles de los conductores especificados en la presente especificación se detallan en la tabla 15:

Tabla 15. Corrientes de cortocircuito admisibles en los conductores de secciones normalizadas, en kA

Sección del conductor mm ²	Duración del cortocircuito (s)									
	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	5,0
50	14,9	10,5	8,6	6,6	4,7	3,8	3,3	3,0	2,7	2,1
95	28,2	20,0	16,3	12,6	8,9	7,3	6,3	5,6	5,2	4,0
150	44,6	31,5	25,7	19,9	14,1	11,5	10,0	8,9	8,1	6,3
240	71,3	50,4	41,2	31,9	22,6	18,4	16,0	14,3	13,0	10,1

Con carácter general el valor de la intensidad de cortocircuito para el cálculo de las LSBT será 20 kA. En puntos alejados del centro de transformación que alimenta las LSBT esta intensidad disminuye y el proyectista podrá justificar intensidades inferiores.

En cualquier caso, los dispositivos de protección colocados en las LSBT aseguran que, en el tiempo actuación de la protección, la intensidad de cortocircuito del cable es inferior a los valores máximos indicados en la tabla 15.

4. Pérdidas de potencia

Las pérdidas de potencia de una línea vendrán dadas por la siguiente expresión:

En valor absoluto:

$$P_p = \frac{P^2 \cdot L \cdot R_{90}}{U^2 \cdot (\cos\varphi)^2}$$

En valor porcentual:

$$P_p(\%) = \frac{P \cdot L \cdot R_{90}}{10 \cdot U^2 \cdot (\cos\varphi)^2}$$



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

Donde:

P Potencia a transportar, en kW.
L longitud de la línea, en km.
U Tensión nominal de la línea, en kV.
R₉₀ Resistencia del conductor a 90°C en Ω/km.
cos φ Factor de potencia de la instalación.

Calculando la P a transportar con la expresión,

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

Donde:

P Potencia a transportar, en kW.
U Tensión nominal de la línea, en kV.
I Intensidad de la línea en A.
cos φ Factor de potencia de la instalación.

Por tanto:

	P(KW)	L(KM)	R90(Ω/KM)	U(KV)	COS φ	PERDIDA DE POTENCIA EN VALOR ABSOLUTO (W)	PERDIDA DE POTENCIA EN VALOR PORCENTUAL
RED BT 2.1	129,95	0,235	0,16	0,4	0,8	6200,70	4,77
RED BT 2.2	129,95	0,165	0,16	0,4	0,8	4353,68	3,35
RED BT 2.3	143,75	0,190	0,16	0,4	0,8	6134,64	4,27
RED BT 2.4	98,9	0,185	0,16	0,4	0,8	2827,38	2,86
RED BT 2.5	104,9	0,215	0,16	0,4	0,8	3696,66	3,52
RED BT 2.6	85,1	0,035	0,16	0,4	0,8	396,05	0,47
RED BT 2.7	140	0,015	0,16	0,4	0,8	459,38	0,33
RED BT 2.8	90,85	0,065	0,16	0,4	0,8	838,27	0,92
RED BT 2.9	90,85	0,100	0,16	0,4	0,8	1289,64	1,42
RED BT 3.8	129,95	0,200	0,16	0,4	0,8	5277,19	4,06
RED BT 1.7	100	0,120	0,16	0,4	0,8	1875,00	1,88

5. Caída de tensión

La caída de tensión se calculará en el punto final del tramo (L) proyectado mediante la siguiente expresión:

En valor absoluto:

$$U_c = \frac{P \cdot L}{U} \cdot (R_{90} + x \cdot \tan \varphi)$$

En valor porcentual:



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

$$U (\%) = \frac{P \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R_{90} + x \cdot \tan \varphi)$$

Uc Caída de tensión, en V.
P Potencia a transportar, en kW.
L longitud de la línea, en km.
U Tensión nominal de la línea, en kV.
R₉₀ Resistencia del conductor a 90°C en Ω/km.
X Reactancia de la línea en Ω/km
tan φ Tangente del ángulo definido por el factor de potencia.

Por tanto:

		P(KW)	L(KM)	R90(Ω/KM)	X(Ω/KM)	U(KV)	tan φ	CAIDA DE TENSION EN VALOR ABSOLUTO (V)	CAIDA DE TENSION EN VALOR PORCENTUAL
RED BT	2.1	129,95	0,235	0,16	0,085	0,4	0,75	17,08	4,27
RED BT	2.2	129,95	0,165	0,16	0,085	0,4	0,75	11,99	3,00
RED BT	2.3	143,75	0,190	0,16	0,085	0,4	0,75	15,28	3,82
RED BT	2.4	98,90	0,185	0,16	0,085	0,4	0,75	10,23	2,56
RED BT	2.5	104,90	0,215	0,16	0,085	0,4	0,75	12,62	3,15
RED BT	2.6	85,10	0,035	0,16	0,085	0,4	0,75	1,67	0,42
RED BT	2.7	140,00	0,015	0,16	0,085	0,4	0,75	1,17	0,29
RED BT	2.8	90,85	0,065	0,16	0,085	0,4	0,75	3,30	0,83
RED BT	2.9	90,85	0,100	0,16	0,085	0,4	0,75	5,08	1,27
RED BT	3.8	129,95	0,200	0,16	0,085	0,4	0,75	14,54	3,63
RED BT	1.7	100,00	0,120	0,16	0,085	0,4	0,75	6,71	1,68

6. Protecciones

Las LSBT se protegerán contra sobrecargas y cortocircuitos mediante fusibles tipo “gG” de alto poder de ruptura, o interruptores automáticos, a disponer en el cuadro de baja tensión del centro de transformación (o en cajas de seccionamiento y protección intermedias).

Con carácter general para una salida de BT determinada el calibre del elemento de protección vendrá determinado por:

- ✓ La intensidad nominal del cable
- ✓ La respuesta térmica del cable
- ✓ Potencia del transformador

En caso de protección con fusibles, en la tabla siguiente se indica el calibre máximo de los fusibles a instalar para una protección adecuada de la LSBT.

Calibre fusibles protección tipo gG



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

Sección del conductor (mm ²)	Calibre fusible ⁴ (A) $I_f = 1,6 I_n$ $I_f < 1,45 I_z$
50	100
95	160
150	200
240	250

I_f : Intensidad de fusión del fusible

I_n : Intensidad asignada del fusible (calibre)

I_z : Intensidad máxima admisible del cable

⁴ De acuerdo a la norma UNE HD 60364-4-43

Longitud máxima de la LSBT protegida por fusibles

Para una adecuada protección del cable frente a eventuales cortocircuitos, se tendrá en cuenta la máxima longitud del cable que el fusible seleccionado puede proteger de acuerdo a la tabla que se expone a continuación.

Las longitudes indicadas en dicha tabla se han calculado para asegurar la protección frente cortocircuitos, en un tiempo no superior a 5 segundos, de las LSBT que parten del cuadro de BT del CT.

Los cálculos se han realizado para un calentamiento adiabático de los cables, teniendo en cuenta su impedancia de fase y neutro a la temperatura máxima posible durante el cortocircuito, la resistencia y la reactancia de cortocircuito del transformador, un factor de tensión de 0.95 según la norma UNE 60909-0 y despreciando la impedancia de cortocircuito de la red aguas arriba del transformador de distribución del CT. Para el cálculo de la temperatura final del cable se ha considerado una temperatura previa al cortocircuito de 90° para la fase y 70° para el neutro.

Potencia Trafo (KVA)	Cable subterráneo, tipo XZ1 (S) unipolar, de Al (f/n)							
	50/50		95/50		150/95		240/150	
	Calibre fusible (A)	L.máx. (m)	Calibre fusible (A)	L.máx. (m)	Calibre fusible (A)	L.máx. (m)	Calibre fusible (A)	L.máx. (m)
630	80 ⁽²⁾	307	80 ⁽²⁾	397	80 ⁽²⁾	734	80 ⁽²⁾	1.124
	100 ⁽¹⁾	225	100 ⁽²⁾	290	100 ⁽²⁾	535	100 ⁽²⁾	819
	125 ⁽³⁾	178	125 ⁽²⁾	235	125 ⁽²⁾	433	125 ⁽²⁾	661
	160 ⁽³⁾	128	160 ⁽¹⁾	176	160 ⁽²⁾	323	160 ⁽²⁾	494
	200 ⁽³⁾	91	200 ⁽³⁾	126	200 ⁽¹⁾	244	200 ⁽²⁾	371
	250 ⁽³⁾	61	250 ⁽³⁾	87	250 ⁽³⁾	178	250 ⁽¹⁾	277
	315 ⁽³⁾	38	315 ⁽³⁾	56	315 ⁽³⁾	126	315 ⁽³⁾	200

(1)	Fusibles que protegen frente a sobrecargas y cortocircuitos maximizando la capacidad del cable. Fusible a colocar con carácter general.
(2)	Fusibles que protegen frente a sobrecargas y cortocircuitos. Uso excepcional y con autorización previa de e distribución.
(3)	Fusibles no válidos puesto que no protegen frente a sobrecargas. El dato de longitud máxima se indica sólo a efectos de calcular la longitud de las derivaciones.

Fórmulas Generales

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

$$I = P_c / 1,732 \times U \times \cos\varphi = \text{amp (A)}$$

$$e = 1.732 \times I [(L \times \cos\varphi / k \times S \times n) + (X_u \times L \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times n)] = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico:

$$I = P_c / U \times \cos\varphi = \text{amp (A)}$$

$$e = 2 \times I [(L \times \cos\varphi / k \times S \times n) + (X_u \times L \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times n)] = \text{voltios (V)}$$



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

En donde:

Pc = Potencia de Cálculo en Watios.
L = Longitud de Cálculo en metros.
e = Caída de tensión en Voltios.
K = Conductividad.
I = Intensidad en Amperios.
U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).
S = Sección del conductor en mm².
Cos φ = Coseno de φ. Factor de potencia.
n = N° de conductores por fase.
Xu = Reactancia por unidad de longitud en mΩ/m.

Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/\rho$$

$$\rho = \rho_{20}[1+\alpha (T-20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{\max}-T_0) (I/I_{\max})^2]$$

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T.

ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T.

ρ₂₀ = Resistividad del conductor a 20°C.

$$Cu = 0.017241 \text{ ohmiosxmm}^2/\text{m}$$

$$Al = 0.028264 \text{ ohmiosxmm}^2/\text{m}$$

α = Coeficiente de temperatura:

$$Cu = 0.003929$$

$$Al = 0.004032$$

T = Temperatura del conductor (°C).

T₀ = Temperatura ambiente (°C):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

T_{max} = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

I_{max} = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

Fórmulas Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

I_b: intensidad utilizada en el circuito.

I_z: intensidad admisible de la canalización según la norma UNE-HD 60364-5-52.

I_n: intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, I_n es la intensidad de regulación escogida.

I₂: intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I₂ se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos (1,45 I_n como máximo).

- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles (1,6 I_n).

Fórmulas Cortocircuito

$$* I_{k3} = c_t U / \sqrt{3} (Z_Q + Z_T + Z_L)$$

$$* I_{k2} = c_t U / 2 (Z_Q + Z_T + Z_L)$$

$$* I_{k1} = c_t U / \sqrt{3} (2/3 \cdot Z_Q + Z_T + Z_L + (Z_N \text{ ó } Z_{PE}))$$



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

¡ATENCIÓN!: La suma de las impedancias es vectorial, son números complejos y se suman partes reales por un lado (R) e imaginarias por otro (X).

* La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

$$Z_t = (R_t^2 + X_t^2)^{1/2}$$

Rt: $R_1 + R_2 + \dots + R_n$ (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

Xt: $X_1 + X_2 + \dots + X_n$ (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

Siendo:

Ik3: Intensidad permanente de c.c. trifásico (simétrico).

Ik2: Intensidad permanente de c.c. bifásico (F-F).

Ik1: Intensidad permanente de c.c. Fase-Neutro o Fase PE (conductor de protección).

ct: Coeficiente de tensión. (Condiciones generales de cc según Ikmax o Ikmin), UNE_EN 60909.

U: Tensión F-F.

ZQ: Impedancia de la red de Alta Tensión que alimenta nuestra instalación. Scc (MVA) Potencia cc AT.

$$ZQ = ct U^2 / Scc$$

$$XQ = 0.995 ZQ$$

$$RQ = 0.1 XQ$$

$$UNE_EN 60909$$

ZT: Impedancia de cc del Transformador. Sn (KVA) Potencia nominal Trafo, ucc% e urcc% Tensiones cc Trafo.

$$ZT = (ucc\%/100) (U^2 / Sn)$$

$$RT = (urcc\%/100) (U^2 / Sn)$$

$$XT = (ZT^2 - RT^2)^{1/2}$$

ZL,ZN,ZPE: Impedancias de los conductores de fase, neutro y protección eléctrica respectivamente.

$$R = \rho L / S \cdot n$$

$$X = X_u \cdot L / n$$

R: Resistencia de la línea.

X: Reactancia de la línea.

L: Longitud de la línea en m.

p: Resistividad conductor, (Ikmax se evalúa a 20°C, Ikmin a la temperatura final de cc según condiciones generales de cc).

S: Sección de la línea en mm². (Fase, Neutro o PE)

Xu: Reactancia de la línea, en mohm por metro.

n: n° de conductores por fase.

* Curvas válidas. (Interruptores automáticos dotados de Relé electromagnético).

CURVA B

$$IMAG = 5 I_n$$

CURVA C

$$IMAG = 10 I_n$$

CURVA D

$$IMAG = 20 I_n$$

FASE 1

Red Baja Tensión 1.7

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9

C.d.t. máx.(%): 5

Cos φ : 0,8

Coef. Simultaneidad: 1

Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):

- XLPE, EPR: 90

- PVC: 90



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	Sección (mm ²)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	1	2	44	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo XZ1 Al (S) Eca 3 Unp.	180,42	3x240/150	329,47/1,056	160
2	2	3	65	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo XZ1 Al (S) Eca 3 Unp.	180,42	3x240/150	329,47/1,056	160

Nudo	Tensión Nudo(V)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Min (kA)
1	400	180,422(100 kW)	12,00045	12,00045	10,00037	10,00037
2		0 A(0 kW)	9,81859	7,75926	5,44107	7,4873
3		-180,42 A(-100 kW)	7,47837	4,69998	2,84053	4,95161

Resultados Cortocircuito:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	IkMin (kA)
1	1	2	12,00045	5,44107
2	2	3	9,81859	2,84053

FASE 2

Red Baja Tensión 2.1

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9
C.d.t. máx.(%): 5
Cos φ : 0,8
Coef. Simultaneidad: 1
Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):
- XLPE, EPR: 90
- PVC: 90

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	Sección (mm ²)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	1	2	30	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo XZ1 Al (S) Eca 3 Unp.	234,46	3x240/150	286,64/0,919	160
2	2	3	65	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo XZ1 Al (S) Eca 3 Unp.	234,46	3x240/150	286,64/0,919	160
3	3	4	40	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo XZ1 Al (S) Eca 3 Unp.	234,46	3x240/150	286,64/0,919	160
4	4	5	12	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo XZ1 Al (S) Eca 3 Unp.	234,46	3x240/150	286,64/0,919	160
5	5	6	31	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo XZ1 Al (S) Eca 3 Unp.	117,23	3x240/150	329,47/1,056	160
6	6	7	7	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo XZ1 Al (S) Eca 3 Unp.	117,23	3x240/150	329,47/1,056	160
7	5	8	36	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo XZ1 Al (S) Eca 3 Unp.	117,23	3x240/150	329,47/1,056	160

Nudo	Tensión Nudo(V)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Min (kA)
1	400	234,458(129,95 kW)	12,00045	12,00045	10,00037	10,00037
2		0 A(0 kW)	10,46154	8,87999	6,60104	8,25626
3		0 A(0 kW)	7,90135	5,15385	3,17865	5,36847
4		0 A(0 kW)	6,78852	4,03119	2,36771	4,31288
5		0 A(0 kW)	6,5068	3,78046	2,19768	4,06623
6		0 A(0 kW)	5,86837	3,25366	1,85229	3,53598
7		-117,23 A(-64,97 kW)	5,73982	3,1539	1,7886	3,43382
8		-117,23 A(-64,97 kW)	5,77602	3,18179	1,80635	3,46244

Resultados Cortocircuito:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	IkMin (kA)
1	1	2	12,00045	6,60104
2	2	3	10,46154	3,17865
3	3	4	7,90135	2,36771
4	4	5	6,78852	2,19768



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

5	5	6	6,5068	1,85229
6	6	7	5,86837	1,7886
7	5	8	6,5068	1,80635

Red Baja Tensión 2.2

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9
C.d.t. máx.(%): 5
Cos ϕ : 0,8
Coef. Simultaneidad: 1
Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):
- XLPE, EPR: 90
- PVC: 90

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	Sección (mm ²)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	1	2	30	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo XZ1 Al (S) Eca 3 Unp.	234,46	3x240/150	286,64/0,919	160
2	2	3	65	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo XZ1 Al (S) Eca 3 Unp.	234,46	3x240/150	286,64/0,919	160
3	3	4	40	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo XZ1 Al (S) Eca 3 Unp.	234,46	3x240/150	286,64/0,919	160
4	4	5	12	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo XZ1 Al (S) Eca 3 Unp.	117,23	3x240/150	286,64/0,919	160
5	5	6	9	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo XZ1 Al (S) Eca 3 Unp.	117,23	3x240/150	329,47/1,056	160
6	6	7	8	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo XZ1 Al (S) Eca 3 Unp.	117,23	3x240/150	329,47/1,056	160

Nudo	Tensión Nudo(V)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Min (kA)
1	400	234,458(129,95 kW)	12,00045	12,00045	10,00037	10,00037
2		0 A(0 kW)	10,46154	8,87999	6,60104	8,25626
3		0 A(0 kW)	7,90135	5,15385	3,17865	5,36847
4		-117,23 A(-64,97 kW)	6,78852	4,03119	2,36771	4,31288
5		0 A(0 kW)	6,5068	3,78046	2,19768	4,06623
6		0 A(0 kW)	6,30892	3,6113	2,08507	3,89769
7		-117,23 A(-64,97 kW)	6,14195	3,47277	1,99406	3,75845

Resultados Cortocircuito:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	IkMin (kA)
1	1	2	12,00045	
2	2	3	10,46154	3,17865
3	3	4	7,90135	2,36771
4	4	5	6,78852	2,19768
5	5	6	6,5068	2,08507
6	6	7	6,30892	

Red Baja Tensión 2.3

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9
C.d.t. máx.(%): 5
Cos ϕ : 0,8
Coef. Simultaneidad: 1
Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):
- XLPE, EPR: 90
- PVC: 90

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	Sección (mm2)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	1	2	30	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo XZ1 Al (S) Eca 3 Unp.	259,36	3x240/150	329,47/1,056	160
3	3	4	47	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo XZ1 Al (S) Eca 3 Unp.	142,13	3x240/150	329,47/1,056	160
4	4	5	25	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo XZ1 Al (S) Eca 3 Unp.	24,9	3x240/150	329,47/1,056	160
5	5	6	14	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo XZ1 Al (S) Eca 3 Unp.	8,3	3x240/150	329,47/1,056	160
5	2	7	8	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo XZ1 Al (S) Eca 3 Unp.	259,36	3x240/150	329,47/1,056	160
6	7	3	57	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo XZ1 Al (S) Eca 3 Unp.	142,13	3x240/150	329,47/1,056	160

Nudo	Tensión Nudo(V)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Min (kA)
1	400	259,357(143,75 kW)	12,00045	12,00045	10,00037	10,00037
2		0 A(0 kW)	10,46154	8,87999	6,60104	8,25626
3		0 A(0 kW)	7,90135	5,15385	3,17865	5,36847
4		-117,23 A(-64,97 kW)	6,62161	3,88119	2,26554	4,16578
5		-16,6 A(-9,2 kW)	6,08139	3,42344	1,96192	3,7086
6		-8,3 A(-4,6 kW)	5,81264	3,21016	1,82445	3,49151
7		-117,23 A(-64,97 kW)	10,08777	8,21198	5,89621	7,80788

Resultados Cortocircuito:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	IkMin (kA)
1	1	2	12,00045	6,60104
3	3	4	7,90135	2,26554
4	4	5	6,62161	1,96192
5	5	6	6,08139	1,82445
5	2	7	10,46154	5,89621
6	7	3	10,08777	3,17865

Red Baja Tensión 2.4

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9

C.d.t. máx.(%): 5

Cos φ : 0,8

Coef. Simultaneidad: 1

Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):

- XLPE, EPR: 90

- PVC: 90

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	Sección (mm2)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	1	2	9	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo XZ1 Al (S) Eca 3 Unp.	178,44	3x240/150	329,47/1,056	160
2	2	3	23	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo XZ1 Al (S) Eca 3 Unp.	178,44	3x240/150	329,47/1,056	160
3	3	4	43	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo XZ1 Al (S) Eca 3 Unp.	178,44	3x240/150	329,47/1,056	160
4	4	5	86	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo XZ1 Al (S) Eca 3 Unp.	24,9	3x240/150	329,47/1,056	160
5	5	6	15	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo XZ1 Al (S) Eca 3 Unp.	8,3	3x240/150	329,47/1,056	160

Nudo	Tensión Nudo(V)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Min (kA)
1	400	178,437(98,9 kW)	12,00045	12,00045	10,00037	10,00037
2		0 A(0 kW)	11,51884	10,98861	8,97436	9,49275
3		0 A(0 kW)	10,36652	8,70584	6,41367	8,14215
4		-153,54 A(-85,1 kW)	8,578	5,96138	3,81829	6,07555
5		-16,6 A(-9,2 kW)	6,20361	3,5235	2,02726	3,80956
6		-8,3 A(-4,6 kW)	5,90608	3,2833	1,87132	3,56623

Resultados Cortocircuito:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	IkMin (kA)
1	1	2	12,00045	8,97436
2	2	3	11,51883	6,41367



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

3	3	4	10,36652	3,81829
4	4	5	8,578	2,02726
5	5	6	6,20361	1,87132

Red Baja Tensión 2.5

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9
C.d.t. máx.(%): 5
Cos ϕ : 0,8
Coef. Simultaneidad: 1
Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):
- XLPE, EPR: 90
- PVC: 90

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	Sección (mm ²)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	1	2	9	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo XZ1 Al (S) Eca 3 Unp.	189,26	3x240/150	286,64/0,919	160
2	2	3	9	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo XZ1 Al (S) Eca 3 Unp.	189,26	3x240/150	286,64/0,919	160
4	4	5	51	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al Eca 3 Unp.	35,72	3x240/150	329,47/1,056	160
5	5	6	15	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al Eca 3 Unp.	19,12	3x240/150	329,47/1,056	160
6	6	7	23	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al Eca 3 Unp.	10,83	3x240/150	329,47/1,056	160
7	7	AP 2.1 y AP 1 F3	9	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al Eca 3 Unp.	10,83	3x240/150	329,47/1,056	160
7	3	9	9	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo XZ1 Al (S) Eca 3 Unp.	189,26	3x240/150	286,64/0,919	160
8	9	4	68	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo XZ1 Al (S) Eca 3 Unp.	189,26	3x240/150	329,47/1,056	160

Nudo	Tensión Nudo(V)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Min (kA)
1	400	189,263(104,9 kW)	12,00045	12,00045	10,00037	10,00037
2		0 A(0 kW)	11,51884	10,98861	8,97436	9,49275
3		0 A(0 kW)	11,05301	10,02605	7,88313	8,96034
4		-153,54 A(-85,1 kW)	7,90135	5,15385	3,17865	5,36847
5		-16,6 A(-9,2 kW)	6,52948	3,8002	2,21093	4,08578
6		-8,3 A(-4,6 kW)	6,20361	3,5235	2,02726	3,80956
7		0 A(0 kW)	5,75787	3,16778	1,79743	3,44808
AP 2.1 y AP 1 F3		-10,83 A(-6 kW)	5,59913	3,04695	1,7209	3,32371
9		0 A(0 kW)	10,60602	9,1503	6,89648	8,42958

Resultados Cortocircuito:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	IkMin (kA)
1	1	2	12,00045	8,97436
2	2	3	11,51883	7,88313
4	4	5	7,90135	2,21093
5	5	6	6,52948	2,02726
6	6	7	6,20361	1,79743
7	7	AP 2.1 y AP 1 F3	5,75787	1,7209
7	3	9	11,05301	6,89648
8	9	4	10,60602	3,17865

Red Baja Tensión 2.6

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

C.d.t. máx.(%): 5
Cos ϕ : 0,8
Coef. Simultaneidad: 1
Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):
- XLPE, EPR: 90
- PVC: 90

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	Sección (mm ²)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	1	2	9	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo XZ1 Al (S) Eca 3 Unp.	153,54	3x240/150	286,64/0,919	160
2	2	3	9	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo XZ1 Al (S) Eca 3 Unp.	153,54	3x240/150	286,64/0,919	160
7	3	4	9	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo XZ1 Al (S) Eca 3 Unp.	153,54	3x240/150	286,64/0,919	160

Nudo	Tensión Nudo(V)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Min (kA)
1	400	153,539(85,1 kW)	12,00045	12,00045	10,00037	10,00037
2		0 A(0 kW)	11,51884	10,98861	8,97436	9,49275
3		0 A(0 kW)	11,05301	10,02605	7,88313	8,96034
4		-153,54 A(-85,1 kW)	10,60602	9,1503	6,89648	8,42958

Resultados Cortocircuito:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	IkMin (kA)
1	1	2	12,00045	8,97436
2	2	3	11,51883	7,88313
7	3	4	11,05301	6,89648

Red Baja Tensión 2.7

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9
C.d.t. máx.(%): 5
Cos ϕ : 0,8
Coef. Simultaneidad: 1
Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):
- XLPE, EPR: 90
- PVC: 90

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	Sección (mm ²)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	1	2	9	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo XZ1 Al (S) Eca 3 Unp.	252,59	3x240/150	253,69/0,813	160

Nudo	Tensión Nudo(V)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Min (kA)
1	400	252,591(140 kW)	12,00045	12,00045	10,00037	10,00037
2		-252,59 A(-140 kW)	11,51884	10,98861	8,97436	9,49275

Resultados Cortocircuito:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	IkMin (kA)
1	1	2	12,00045	8,97436

Red Baja Tensión 2.8

Las características generales de la red son:



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9
C.d.t. máx.(%): 5
Cos ϕ : 0,8
Coef. Simultaneidad: 1
Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):
- XLPE, EPR: 90
- PVC: 90

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	Sección (mm ²)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	1	2	9	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo XZ1 Al (S) Eca 3 Unp.	163,91	3x240/150	253,69/0,813	160
2	2	3	36,37	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo XZ1 Al (S) Eca 3 Unp.	163,91	3x240/150	253,69/0,813	160
3	3	4	8,3	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo XZ1 Al (S) Eca 3 Unp.	163,91	3x240/150	253,69/0,813	160

Nudo	Tensión Nudo(V)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Min (kA)
1	400	163,913(90,85 kW)	12,00045	12,00045	10,00037	10,00037
2		0 A(0 kW)	11,51884	10,98861	8,97436	9,49275
3		0 A(0 kW)	9,75854	7,66148	5,34525	7,41625
4		-163,91 A(-90,85 kW)	9,40486	7,10884	4,82035	7,0024

Resultados Cortocircuito:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	IkMin (kA)
1	1	2	12,00045	8,97436
2	2	3	11,51883	5,34525
3	3	4	9,75854	4,82035

Red Baja Tensión 2.9

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9
C.d.t. máx.(%): 5
Cos ϕ : 0,8
Coef. Simultaneidad: 1
Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):
- XLPE, EPR: 90
- PVC: 90

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	Sección (mm ²)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	1	2	9	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo XZ1 Al (S) Eca 3 Unp.	163,91	3x240/150	253,69/0,813	160
2	2	3	36,37	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo XZ1 Al (S) Eca 3 Unp.	163,91	3x240/150	253,69/0,813	160
3	3	4	8,3	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo XZ1 Al (S) Eca 3 Unp.	163,91	3x240/150	253,69/0,813	160
4	4	5	35,16	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo XZ1 Al (S) Eca 3 Unp.	163,91	3x240/150	329,47/1,056	160

Nudo	Tensión Nudo(V)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Min (kA)
1	400	163,913(90,85 kW)	12,00045	12,00045	10,00037	10,00037
2		0 A(0 kW)	11,51884	10,98861	8,97436	9,49275
3		0 A(0 kW)	9,75854	7,66148	5,34525	7,41625
4		0 A(0 kW)	9,40486	7,10884	4,82035	7,0024
5		-163,91 A(-90,85 kW)	8,1006	5,38064	3,35321	5,57157



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

Resultados Cortocircuito:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	IkMin (kA)
1	1	2	12,00045	8,97436
2	2	3	11,51883	5,34525
3	3	4	9,75854	4,82035
4	4	5	9,40486	3,35321

Red Baja Tensión 3.8

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9
C.d.t. máx.(%): 5
Cos ϕ : 0,8
Coef. Simultaneidad: 1
Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):
- XLPE, EPR: 90
- PVC: 90

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	Sección (mm ²)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	1	2	69,86	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo XZ1 Al (S) Eca 3 Unp.	234,46	3x240/150	329,47/1,056	160
2	2	3	81,77	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo XZ1 Al (S) Eca 3 Unp.	234,46	3x240/150	329,47/1,056	160
3	3	4	34,02	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo XZ1 Al (S) Eca 3 Unp.	117,23	3x240/150	329,47/1,056	160

Nudo	Tensión Nudo(V)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Min (kA)
1	400	234,458(129,95 kW)	12,00045	12,00045	10,00037	10,00037
2		0 A(0 kW)	8,76688	6,20683	4,02307	6,28152
3		-117,23 A(-64,97 kW)	6,40366	3,6916	2,13832	3,9779
4		-117,23 A(-64,97 kW)	5,7281	3,1449	1,78288	3,42458

Resultados Cortocircuito:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	IkMin (kA)
1	1	2	12,00045	4,02307
2	2	3	8,76688	2,13832
3	3	4	6,40366	1,78288

ANEXO DE CALCULOS LABT

Características eléctricas del conductor

Para la realización de los cálculos justificativos se tendrán en cuenta las características de los cables que se detallan en el documento informativo **BNL001 Conductores de aluminio aislados cableados en haz para líneas aéreas de 0,6/1 kV de tensión nominal.**

Resistencia del cable

La resistencia de cable varía con la temperatura de funcionamiento de la línea. Se adopta como temperatura máxima en régimen permanente 90 °C. El incremento de resistencia en función de la temperatura viene determinado por la expresión:



$$R = R_{20^{\circ}\text{C}} \cdot (1 + \alpha \cdot (\theta - 20^{\circ}\text{C}))$$

Siendo:

α Coeficiente de temperatura del aluminio, $\alpha = 0,00403 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, y del almelec $\alpha = 0,00360 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$.

θ Temperatura máxima del conductor, se adopta el valor correspondiente a $90 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

$R_{20^{\circ}\text{C}}$ Resistencia del cable a $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Los valores de resistencia para los valores indicados a la temperatura estándar ($20 \text{ }^{\circ}\text{C}$) y máxima ($90 \text{ }^{\circ}\text{C}$) son:

Tabla 5. Resistencia de los conductores

Aislamiento cable	Sección nominal (mm^2)	Resistencia (*) máxima a $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (Ω/km)	Resistencia máxima a $90 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (Ω/km)
RZ	25 Al	1,200	1,502
	50 Al	0,641	0,822
	95 Al	0,320	0,410
	150 Al	0,206	0,264
	54,6 Alm	0,63	0,789
	80 Alm	0,43	0,538

(*) Se desprecia el efecto pelicular o skin.

Reactancia del cable

La reactancia depende de la geometría y diseño del conductor. El valor de la reactancia de los cables, dispuestos en triángulo dentro de un mismo tubo, se detalla en la tabla adjunta:

Tabla 6. Reactancia de los conductores

Aislamiento cable	Sección nominal (mm^2)	Reactancia cable (Ω/km)
RZ	25	0,090
	50	0,087
	95l	0,084
	150	0,080

2. Intensidad máxima admisible para el cable en servicio permanente

Para cada instalación, dependiendo de sus características, configuración, condiciones de funcionamiento, tipo de aislamiento, etc., se justificará y calculará la intensidad máxima admisible del conductor, con el fin de no superar la temperatura máxima asignada del mismo.

Según la ITC-BT-06, el aumento de temperatura provocado por la circulación de la intensidad no debe dar lugar a una temperatura en el conductor superior a la prescrita en la Tabla 7.

Tabla 7. Temperaturas máximas admisibles aislamiento cables



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

Tipo de aislamiento seco	Servicio permanente θ_s	Cortocircuito θ_{cc} ($t \leq 5s$)
Polietileno reticulado XLPE	90 °C	250 °C

Los valores de intensidad máxima admisible según la ITC-BT-06 para las condiciones estándar que se describen a continuación son los indicados en la tabla 8.

- Temperatura ambiente: 40°C
- LABT en servicio permanente
- 1 solo cable instalado al aire

Tabla 8 Intensidades máximas admisibles en cables RZ, instalados al aire libre a temperatura ambiente 40°C.

Sección nominal de los conductores (mm ²)	Intensidad máxima admisible (A) (cables en triángulo en contacto)
4x25 Al	100 (si es posado en fachada será 90)
3x50 Al + 1x54,6 Alm	150
3x95 Al + 1x54,6 Alm	230
3x150 Al + 1x80 Alm	305

En el caso en que no se cumplan las condiciones descritas anteriormente, la intensidad admisible deberá corregirse teniendo en cuenta cada una de las magnitudes de la instalación real que difieran de aquellas.

Las condiciones a considerar para la corrección del valor de la intensidad admisible son las siguientes:

- Instalación expuesta al sol
- Agrupación de varios cables
- Temperatura ambiente

Tras la aplicación de los diferentes factores correctores, debe cumplirse que el aumento de temperatura provocado por la circulación de la intensidad calculada no dé lugar a una temperatura, en el conductor, superior a la prescrita en la tabla 6.

Factor de corrección por instalación expuesta al sol (Fcs)

En zonas en las que la radiación solar es muy fuerte, se deberá tener en cuenta el calentamiento de la superficie de los cables con relación a la temperatura ambiente, por lo que en estos casos se aplica un factor de corrección 0,9 o inferior.

Factores de corrección por agrupación de varios cables (Fca)

En la tabla figuran en caso de agrupación de varios cables en haz al aire. Estos factores se aplican a cables separados entre sí, una distancia comprendida entre un diámetro y un cuarto de diámetro en tendidos horizontales con cables en el mismo plano vertical.

Para otras separaciones o agrupaciones consultar la norma UNE 21144 -2-2



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

Número de cables	1	2	3	más de 3
Factor de corrección	1,00	0,89	0,80	0,75

A efectos de cálculo se considera como diámetro de un cable en haz, 2,5 veces el diámetro del cable de fase.

Factores de corrección en función de la temperatura ambiente (Fct)

Temperatura (°C)	20	25	30	35	40	45	50
Factor de corrección	1,18	1,14	1,10	1,05	1,00	0,95	0,90

En base a los factores expuestos, la intensidad admisible permanente del cable se calculará por la siguiente expresión:

$$I_{adm} = I \cdot F_{cs} \cdot F_{ca} \cdot F_{ct}$$

Donde:

I_{adm}	Intensidad máxima admisible en servicio permanente, en A.
I	Intensidad del cable sin coeficientes de corrección, en A.
F_{cs}	Factor de corrección debido a instalación expuesta al sol.
F_{ca}	Factor de corrección debido a la agrupación de circuitos.
F_{ct}	Factor de corrección debido a la temperatura ambiente.

3. Intensidad máxima admisible para el cable en cortocircuito

La temperatura que puede alcanzar el conductor del cable, como consecuencia de un cortocircuito o sobreintensidad de corta duración, no debe sobrepasar la temperatura máxima admisible de corta duración (para menos de un tiempo t) asignada a los materiales utilizados para el aislamiento del cable.

A estos efectos, se considera el proceso adiabático, es decir que el calor desprendido durante el proceso es absorbido por los conductores.

Se tiene que cumplir que el valor de la integral de Joule durante el cortocircuito tiene que ser menor al valor máximo de la integral de Joule admisible en el conductor.

$$I_{cc3}^2 \cdot t_{cc} \leq I_{cc3adm}^2 \cdot t_{cc} = (K \cdot S)^2$$

Con esta fórmula se calcula la Intensidad de cortocircuito trifásico admisible del conductor.

$$I_{cc3adm} = K \cdot \frac{S}{\sqrt{t_{cc}}}$$

Donde:

I_{cc3adm} . Intensidad de cortocircuito trifásico calculada con hipótesis adiabática en el conductor, en amperios.

S Sección del conductor, en mm².

K Coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y del tipo de aislamiento. Representa la densidad de corriente admisible para un cortocircuito de 1 segundo y para el caso del conductor de Al con aislamiento XLPE, $K=94 \text{ A/mm}^2$, suponiendo temperatura inicial antes del cortocircuito de 90 °C y máxima durante el cortocircuito de 250°C.

T_{cc} Duración del cortocircuito, en segundos.



Los valores de cortocircuito máximo admisibles de los conductores especificados en la presente especificación se detallan en la tabla 11:

Tabla 11. Corrientes de cortocircuito admisibles en los conductores de secciones normalizadas, en kA

Sección del conductor mm²	Duración del cortocircuito (s)									
	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	5,0
50	7,43	5,25	4,29	3,32	2,35	1,92	1,66	1,49	1,36	1,1
50	14,9	10,5	8,6	6,6	4,7	3,8	3,3	3,0	2,7	2,1
95	28,2	20,0	16,3	12,6	8,9	7,3	6,3	5,6	5,2	4,0
150	44,6	31,5	25,7	19,9	14,1	11,5	10,0	8,9	8,1	6,3

Con carácter general el valor de la intensidad de cortocircuito para el cálculo de las LABT será 20 kA. En puntos alejados del centro de transformación que alimenta las LABT esta intensidad disminuye y el proyectista podrá justificar intensidades inferiores.

En cualquier caso, los dispositivos de protección colocados en las LABT aseguran que, en el tiempo actuación de la protección, la intensidad de cortocircuito del cable es inferior a los valores máximos indicados en la tabla 11.

4. Pérdidas de potencia

Las pérdidas de potencia de una línea vendrán dadas por la siguiente expresión:

En valor absoluto:

$$P_p = \frac{P^2 \cdot L \cdot R_{90}}{U^2 \cdot (\cos \varphi)^2}$$

En valor porcentual:

$$P_p (\%) = \frac{P \cdot L \cdot R_{90}}{10 \cdot U^2 \cdot (\cos \varphi)^2}$$

Donde:

- P** Potencia a transportar, en kW.
L longitud de la línea, en km.
U Tensión nominal de la línea, en kV.
R₉₀ Resistencia del conductor a 90°C en Ω/km.
cos φ Factor de potencia de la instalación.

Calculando la P a transportar con la expresión,

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

Donde:

- P** Potencia a transportar, en kW.
U Tensión nominal de la línea, en kV.
I Intensidad de la línea en A.
cos φ Factor de potencia de la instalación.

Por tanto:



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

	P(KW)	L(KM)	R90(Ω/KM)	U(KV)	COS φ	PERDIDA DE POTENCIA EN VALOR ABSOLUTO (W)	PERDIDA DE POTENCIA EN VALOR PORCENTUAL
RED BT 1.1	78,2	0,295	0,401	0,4	0,8	7064,48	9,03
RED BT 1.2	82,8	0,325	0,401	0,4	0,8	8725,46	10,54
RED BT 1.3	78,2	0,335	0,401	0,4	0,8	8022,37	10,26
RED BT 1.4	86,8	0,380	0,401	0,4	0,8	11211,60	12,92
RED BT 1.5	73,6	0,365	0,401	0,4	0,8	7742,71	10,52
RED BT 1.6	82,8	0,300	0,401	0,4	0,8	8054,27	9,73
RED BT 3.1	87,4	0,305	0,401	0,4	0,8	9123,62	10,44
RED BT 3.2	78,2	0,370	0,401	0,4	0,8	8860,53	11,33
RED BT 3.3	73,6	0,265	0,401	0,4	0,8	5621,42	7,64
RED BT 3.4	87,4	0,305	0,401	0,4	0,8	9123,62	10,44
RED BT 3.5	78,2	0,320	0,401	0,4	0,8	7663,16	9,80
RED BT 3.6	59,8	0,250	0,401	0,4	0,8	3500,96	5,85
RED BT 3.7	50	0,155	0,401	0,4	0,8	1517,46	3,03
RED BT 3.9	87,4	0,330	0,401	0,4	0,8	9871,46	11,29
RED BT 3.10	78,2	0,305	0,401	0,4	0,8	7303,95	9,34
RED BT 3.11	87,4	0,290	0,401	0,4	0,8	8674,92	9,93

5. Caída de tensión

La caída de tensión se calculará en el punto final del tramo (L) proyectado mediante la siguiente expresión:

En valor absoluto:

$$U_c = \frac{P \cdot L}{U} \cdot (R_{90} + x \cdot \tan \varphi)$$

En valor porcentual:

$$U (\%) = \frac{P \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R_{90} + x \cdot \tan \varphi)$$

U_c	Caída de tensión, en V.
P	Potencia a transportar, en kW.
L	longitud de la línea, en km.
U	Tensión nominal de la línea, en kV.
R₉₀	Resistencia del conductor a 90°C en Ω/km.
X	Reactancia de la línea en Ω/km
tan φ	Tangente del ángulo definido por el factor de potencia.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

Por tanto:

		P(KW)	L(KM)	R90(Ω /KM)	X(Ω /KM)	U(KV)	tan ϕ	CAIDA DE TENSION EN VALOR ABSOLUTO (V)	CAIDA DE TENSION EN VALOR PORCENTUAL
RED BT	1.1	78,20	0,295	0,264	0,08	0,4	0,75	18,69	4,67
RED BT	1.2	82,80	0,325	0,264	0,08	0,4	0,75	21,80	5,45
RED BT	1.3	78,20	0,335	0,264	0,08	0,4	0,75	21,22	5,30
RED BT	1.4	86,80	0,380	0,264	0,08	0,4	0,75	26,72	6,68
RED BT	1.5	73,60	0,365	0,264	0,08	0,4	0,75	21,76	5,44
RED BT	1.6	82,80	0,300	0,264	0,08	0,4	0,75	20,12	5,03
RED BT	3.1	87,40	0,305	0,264	0,08	0,4	0,75	21,59	5,40
RED BT	3.2	78,20	0,370	0,264	0,08	0,4	0,75	23,44	5,86
RED BT	3.3	73,60	0,265	0,264	0,08	0,4	0,75	15,80	3,95
RED BT	3.4	87,40	0,305	0,264	0,08	0,4	0,75	21,59	5,40
RED BT	3.5	78,20	0,320	0,264	0,08	0,4	0,75	20,27	5,07
RED BT	3.6	59,80	0,250	0,264	0,08	0,4	0,75	12,11	3,03
RED BT	3.7	50,00	0,155	0,264	0,08	0,4	0,75	6,28	1,57
RED BT	3.9	87,40	0,330	0,264	0,08	0,4	0,75	23,36	5,84
RED BT	3.10	78,20	0,305	0,264	0,08	0,4	0,75	19,32	4,83
RED BT	3.11	87,40	0,290	0,264	0,08	0,4	0,75	20,53	5,13

6. Protecciones

Como ya se ha indicado anteriormente, las LABT se protegerán contra sobrecargas y cortocircuitos mediante fusibles tipo "gG" de alto poder de ruptura, o interruptores automáticos, a disponer en el cuadro de baja tensión del centro de transformación (o en cajas de derivación intermedias).

Con carácter general para una salida BT determinada el calibre del elemento de protección vendrá determinado por:

- ✓ La intensidad nominal del cable
- ✓ La respuesta térmica del cable
- ✓ Potencia del transformador

En caso de protección con fusibles, en la tabla siguiente se indica el calibre máximo de los fusibles a instalar para una protección adecuada de la LSBT.

Calibre fusibles protección tipo gG

Sección del conductor (mm ²)	Calibre fusible ¹¹ $I_f = 1,6 I_n$ $I_f < 1,45 I_z$
50	125
95	200
150	250

I_f : Intensidad de fusión del fusible
 I_n : Intensidad asignada del fusible (calibre)
 I_z : Intensidad máxima admisible del cable



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón n° 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

Longitud máxima de la LSBT protegida por fusibles

Para una adecuada protección del cable frente a eventuales cortocircuitos, se tendrá en cuenta la máxima longitud del cable que el fusible seleccionado puede proteger de acuerdo a la tabla que se expone a continuación.

Las longitudes indicadas en dicha tabla se han calculado para asegurar la protección frente cortocircuitos, en un tiempo no superior a 5 segundos, de las LABT que parten del cuadro de BT del CT.

Los cálculos se han realizado para un calentamiento adiabático de los cables, teniendo en cuenta su impedancia de fase y neutro a la temperatura máxima posible durante el cortocircuito, la resistencia y la reactancia de cortocircuito del transformador, un factor de tensión de 0.95 según la norma UNE 60909-0 y despreciando la impedancia de cortocircuito de la red aguas arriba del transformador de distribución del CT. Para el cálculo de la temperatura final del cable se ha considerado una temperatura previa al cortocircuito de 90° para la fase y 70° para el neutro.

Potencia Trafo (kVA)	Cable subterráneo, tipo XZ1 (S) unipolar, de Al (f/n)							
	50/50		95/50		150/95		240/150	
	Calibre fusible (A)	Lmáx. (m)	Calibre fusible (A)	Lmáx. (m)	Calibre fusible (A)	Lmáx. (m)	Calibre fusible (A)	Lmáx. (m)
630	80 ⁽²⁾	309	80 ⁽²⁾	395	80 ⁽²⁾	596		
	100 ⁽²⁾	226	100 ⁽²⁾	289	100 ⁽²⁾	435		
	125 ⁽¹⁾	183	125 ⁽²⁾	233	125 ⁽²⁾	352		
	160 ⁽³⁾	132	160 ⁽²⁾	175	160 ⁽²⁾	263		
	200 ⁽³⁾	94	200 ⁽¹⁾	132	200 ⁽²⁾	198		
	250 ⁽³⁾	64	250 ⁽³⁾	92	250 ⁽¹⁾	149		

(1)	Fusibles que protegen frente a sobrecargas y cortocircuitos maximizando la capacidad del cable. Fusible a colocar con carácter general.
(2)	Fusibles que protegen frente a sobrecargas y cortocircuitos. Uso excepcional y con autorización previa de e-distribución.
(3)	Fusibles no válidos puesto que no protegen frente a sobrecargas. El dato de longitud máxima se indica sólo a efectos de calcular la longitud de las derivaciones.

Cualquier otra longitud y/o dispositivo de protección deberá ser justificado por el proyectista.

Fórmulas Generales

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

$$I = P_c / 1,732 \times U \times \cos \varphi = \text{amp (A)}$$

$$e = 1.732 \times I [(L \times \cos \varphi / k \times S \times n) + (X_u \times L \times \sin \varphi / 1000 \times n)] = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico:

$$I = P_c / U \times \cos \varphi = \text{amp (A)}$$

$$e = 2 \times I [(L \times \cos \varphi / k \times S \times n) + (X_u \times L \times \sin \varphi / 1000 \times n)] = \text{voltios (V)}$$

En donde:

P_c = Potencia de Cálculo en Watios.

L = Longitud de Cálculo en metros.

e = Caída de tensión en Voltios.

K = Conductividad.

I = Intensidad en Amperios.

U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

S = Sección del conductor en mm².

Cos φ = Coseno de fi. Factor de potencia.

n = N° de conductores por fase.

X_u = Reactancia por unidad de longitud en mΩ/m.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón n° 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/\rho$$

$$\rho = \rho_{20}[1 + \alpha (T - 20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{\max} - T_0) (I/I_{\max})^2]$$

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T.

ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T.

ρ_{20} = Resistividad del conductor a 20°C.

$$Cu = 0.017241 \text{ ohmiosmm}^2/\text{m}$$

$$Al = 0.028264 \text{ ohmiosmm}^2/\text{m}$$

α = Coeficiente de temperatura:

$$Cu = 0.003929$$

$$Al = 0.004032$$

T = Temperatura del conductor (°C).

T_0 = Temperatura ambiente (°C):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

$T_{\max}$ = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

$I_{\max}$ = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

Fórmulas Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

I_b : intensidad utilizada en el circuito.

I_z : intensidad admisible de la canalización según la norma UNE-HD 60364-5-52.

I_n : intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, I_n es la intensidad de regulación escogida.

I_2 : intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I_2 se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos (1,45 I_n como máximo).

- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles (1,6 I_n).

Fórmulas Cortocircuito

$$* I_{k3} = c_t U / \sqrt{3} (Z_Q + Z_T + Z_L)$$

$$* I_{k2} = c_t U / 2 (Z_Q + Z_T + Z_L)$$

$$* I_{k1} = c_t U / \sqrt{3} (2/3 \cdot Z_Q + Z_T + Z_L + (Z_N \text{ ó } Z_{PE}))$$

¡ATENCIÓN!: La suma de las impedancias es vectorial, son números complejos y se suman partes reales por un lado (R) e imaginarias por otro (X).

* La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

$$Z_t = (R_t^2 + X_t^2)^{1/2}$$

R_t : $R_1 + R_2 + \dots + R_n$ (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

X_t : $X_1 + X_2 + \dots + X_n$ (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

Siendo:

I_{k3} : Intensidad permanente de c.c. trifásico (simétrico).



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

Ik2: Intensidad permanente de c.c. bifásico (F-F).

Ik1: Intensidad permanente de c.c. Fase-Neutro o Fase PE (conductor de protección).

ct: Coeficiente de tensión.(Condiciones generales de cc según Ikmax o Ikmin), UNE_EN 60909.

U: Tensión F-F.

ZQ: Impedancia de la red de Alta Tensión que alimenta nuestra instalación. Scc (MVA) Potencia cc AT.

$$ZQ = ct U^2 / Scc$$

$$XQ = 0.995 ZQ$$

$$RQ = 0.1 XQ$$

UNE_EN 60909

ZT: Impedancia de cc del Transformador. Sn (KVA) Potencia nominal Trafo, ucc% e urcc% Tensiones cc Trafo.

$$ZT = (ucc\%/100) (U^2 / Sn)$$

$$RT = (urcc\%/100) (U^2 / Sn)$$

$$XT = (ZT^2 - RT^2)^{1/2}$$

ZL,ZN,ZPE: Impedancias de los conductores de fase, neutro y protección eléctrica respectivamente.

$$R = \rho L / S \cdot n$$

$$X = Xu \cdot L / n$$

R: Resistencia de la línea.

X: Reactancia de la línea.

L: Longitud de la línea en m.

ρ : Resistividad conductor, (Ikmax se evalúa a 20°C, Ikmin a la temperatura final de cc según condiciones generales de cc).

S: Sección de la línea en mm². (Fase, Neutro o PE)

Xu: Reactancia de la línea, en mohm por metro.

n: nº de conductores por fase.

* Curvas válidas.(Interruptores automáticos dotados de Relé electromagnético).

CURVA B

$$IMAG = 5 I_n$$

CURVA C

$$IMAG = 10 I_n$$

CURVA D

$$IMAG = 20 I_n$$

FASE 1

Red Baja Tensión 1.1

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9

C.d.t. máx.(%): 5

Cos ϕ : 0,8

Coef. Simultaneidad: 0.8

Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):

- XLPE, EPR: 90

- PVC: 90

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	Sección (mm²)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
2	2	3	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	141,09	3x150/80	274,5/0,9	
3	3	4	14	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	132,79	3x150/80	274,5/0,9	
4	4	5	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	124,49	3x150/80	274,5/0,9	
5	5	6	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	116,19	3x150/80	274,5/0,9	
6	6	7	11	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	107,89	3x150/80	274,5/0,9	
7	7	8	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	99,59	3x150/80	274,5/0,9	
8	8	9	11	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	91,29	3x150/80	274,5/0,9	
9	9	10	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	82,99	3x150/80	274,5/0,9	
10	10	11	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	74,69	3x150/80	274,5/0,9	
11	11	12	15	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	66,4	3x150/80	274,5/0,9	
12	12	13	8	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	58,1	3x150/80	274,5/0,9	
13	13	14	13	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	49,8	3x150/80	274,5/0,9	
14	14	15	15	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	41,5	3x150/80	274,5/0,9	
15	15	16	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	33,2	3x150/80	274,5/0,9	



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

16	16	17	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	24,9	3x150/80	274,5/0,9	
17	17	18	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	16,6	3x150/80	274,5/0,9	
18	18	19	12	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	8,3	3x150/80	274,5/0,9	
19	13	20	15	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	8,3	3x150/80	274,5/0,9	
19	1	21	53	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	141,09	3x150/80	205,87/0,675	
20	21	2	23	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	141,09	3x150/80	205,87/0,675	

Nudo	Tensión Nudo(V)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Min (kA)
1	400	141,09(78,2 kW)	12,00045	12,00045	10,00037	10,00037
2		0 A(0 kW)	7,85731	4,49839	2,48363	4,91566
3		-8,3 A(-4,6 kW)	7,48719	4,131	2,24811	4,56286
4		-8,3 A(-4,6 kW)	6,96381	3,66058	1,95765	4,09598
5		-8,3 A(-4,6 kW)	6,62569	3,38295	1,79159	3,81271
6		-8,3 A(-4,6 kW)	6,34444	3,16571	1,66421	3,58716
7		-8,3 A(-4,6 kW)	6,02767	2,93436	1,5309	3,34334
8		-8,3 A(-4,6 kW)	5,78855	2,76823	1,43659	3,16602
9		-8,3 A(-4,6 kW)	5,5184	2,58858	1,33587	2,97222
10		-8,3 A(-4,6 kW)	5,3138	2,45775	1,26333	2,82981
11		-8,3 A(-4,6 kW)	5,10214	2,32682	1,19138	2,68622
12		-8,3 A(-4,6 kW)	4,81234	2,1543	1,09753	2,49547
13		0 A(0 kW)	4,66996	2,07222	1,05324	2,40412
14		-8,3 A(-4,6 kW)	4,45471	1,95126	0,9884	2,2688
15		-8,3 A(-4,6 kW)	4,2285	1,82796	0,92282	2,13005
16		-8,3 A(-4,6 kW)	4,08943	1,75399	0,8837	2,04643
17		-8,3 A(-4,6 kW)	3,9588	1,68572	0,84776	1,96901
18		-8,3 A(-4,6 kW)	3,84787	1,62864	0,81782	1,9041
19		-8,3 A(-4,6 kW)	3,70892	1,55823	0,78102	1,82382
20		-8,3 A(-4,6 kW)	4,42324	1,93388	0,97913	2,24928
21		0 A(0 kW)	8,93411	5,77838	3,37437	6,06154

Resultados Cortocircuito:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	IkMin (kA)
2	2	3	7,85731	2,24811
3	3	4	7,48719	1,95765
4	4	5	6,96381	1,79159
5	5	6	6,62569	1,66421
6	6	7	6,34444	1,5309
7	7	8	6,02767	1,43659
8	8	9	5,78855	1,33587
9	9	10	5,5184	1,26333
10	10	11	5,3138	1,19138
11	11	12	5,10214	1,09753
12	12	13	4,81233	1,05324
13	13	14	4,66996	0,9884
14	14	15	4,45471	0,92282
15	15	16	4,2285	0,8837
16	16	17	4,08943	0,84776
17	17	18	3,9588	0,81782
18	18	19	3,84787	0,78102
19	13	20	4,66996	0,97913
19	1	21	12,00045	3,37437
20	21	2	8,93411	2,48363

Red Baja Tensión 1.2

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9

C.d.t. máx.(%): 5

Cos φ : 0,8

Coef. Simultaneidad: 0.8

Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

- XLPE, EPR: 90
- PVC: 90

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	Sección (mm ²)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
3	3	4	20	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	132,79	3x150/80	274,5/0,9	
4	4	5	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	124,49	3x150/80	274,5/0,9	
5	5	6	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	116,19	3x150/80	274,5/0,9	
6	6	7	11	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	107,89	3x150/80	274,5/0,9	
7	7	8	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	99,59	3x150/80	274,5/0,9	
8	8	9	11	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	91,29	3x150/80	274,5/0,9	
9	9	10	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	82,99	3x150/80	274,5/0,9	
10	10	11	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	74,69	3x150/80	274,5/0,9	
11	11	12	15	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	66,4	3x150/80	274,5/0,9	
12	12	13	8	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	58,1	3x150/80	274,5/0,9	
14	14	15	18	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	41,5	3x150/80	274,5/0,9	
15	15	16	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	33,2	3x150/80	274,5/0,9	
16	16	17	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	24,9	3x150/80	274,5/0,9	
17	17	18	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	16,6	3x150/80	274,5/0,9	
18	18	19	12	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	8,3	3x150/80	274,5/0,9	
19	2	21	16	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	149,39	3x150/80	205,87/0,675	
20	21	22	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	141,09	3x150/80	205,87/0,675	
21	22	3	5	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	132,79	3x150/80	205,87/0,675	
13	13	14	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	58,1	3x150/80	274,5/0,9	
21	14	22	7	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	16,6	3x150/80	274,5/0,9	
22	22	23	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	8,3	3x150/80	274,5/0,9	
22	1	24	53	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	149,39	3x150/80	205,87/0,675	
23	24	2	23	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	149,39	3x150/80	205,87/0,675	

Nudo	Tensión Nudo(V)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Min (kA)
1	400	149,389(82,8 kW)	12,00045	12,00045	10,00037	10,00037
2		0 A(0 kW)	7,85731	4,49839	2,48363	4,91566
3		0 A(0 kW)	6,69108	3,43519	1,82254	3,86643
4		-8,3 A(-4,6 kW)	6,08318	2,97394	1,55355	3,38532
5		-8,3 A(-4,6 kW)	5,81428	2,78578	1,4465	3,18483
6		-8,3 A(-4,6 kW)	5,5898	2,63527	1,36193	3,02279
7		-8,3 A(-4,6 kW)	5,33585	2,47164	1,271	2,84498
8		-8,3 A(-4,6 kW)	5,14323	2,3519	1,20511	2,7138
9		-8,3 A(-4,6 kW)	4,92452	2,22019	1,13324	2,56853
10		-8,3 A(-4,6 kW)	4,75801	2,12278	1,08049	2,46044
11		-8,3 A(-4,6 kW)	4,58491	2,02399	1,02733	2,35025
12		-8,3 A(-4,6 kW)	4,34637	1,89173	0,95668	2,20191
13		0 A(0 kW)	4,2285	1,82796	0,92282	2,13005
14		0 A(0 kW)	4,08943	1,75399	0,8837	2,04643
15		-8,3 A(-4,6 kW)	3,8599	1,63479	0,82104	1,9111
16		-8,3 A(-4,6 kW)	3,74274	1,57526	0,78991	1,84326
17		-8,3 A(-4,6 kW)	3,63223	1,51989	0,76105	1,78
18		-8,3 A(-4,6 kW)	3,538	1,47326	0,73681	1,72662
19		-8,3 A(-4,6 kW)	3,41947	1,41533	0,7068	1,66017
21		-8,3 A(-4,6 kW)	7,21785	3,88229	2,09306	4,31811
22		-8,3 A(-4,6 kW)	6,8594	3,57281	1,90474	4,00704
22		-8,3 A(-4,6 kW)	3,99714	1,70564	0,85823	1,99163
23		-8,3 A(-4,6 kW)	3,88418	1,64723	0,82756	1,92526
24		0 A(0 kW)	8,93411	5,77838	3,37437	6,06154

Resultados Cortocircuito:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	IkMin (kA)
3	3	4	6,69108	1,55355
4	4	5	6,08318	1,4465
5	5	6	5,81428	1,36193
6	6	7	5,5898	1,271
7	7	8	5,33585	1,20511
8	8	9	5,14323	1,13324



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón n° 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

9	9	10	4,92452	1,08049
10	10	11	4,75801	1,02733
11	11	12	4,58491	0,95668
12	12	13	4,34637	0,92282
14	14	15	4,08943	0,82104
15	15	16	3,8599	0,78991
16	16	17	3,74274	0,76105
17	17	18	3,63223	0,73681
18	18	19	3,538	0,7068
19	2	21	7,85731	2,09306
20	21	22	7,21785	1,90474
21	22	3	6,8594	1,82254
13	13	14	4,2285	0,8837
21	14	22	4,08943	0,85823
22	22	23	3,99714	0,82756
22	1	24	12,00045	3,37437
23	24	2	8,93411	2,48363

Red Baja Tensión 1.3

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9

C.d.t. máx.(%): 5

Cos ϕ : 0,8

Coef. Simultaneidad: 0.8

Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):

- XLPE, EPR: 90

- PVC: 90

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(m Ω /m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	Sección (mm ²)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
2	2	3	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	141,09	3x150/80	274,5/0,9	
3	3	4	14	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	132,79	3x150/80	274,5/0,9	
4	4	5	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	124,49	3x150/80	274,5/0,9	
5	5	6	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	116,19	3x150/80	274,5/0,9	
6	6	7	11	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	107,89	3x150/80	274,5/0,9	
7	7	8	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	99,59	3x150/80	274,5/0,9	
8	8	9	11	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	91,29	3x150/80	274,5/0,9	
9	9	10	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	82,99	3x150/80	274,5/0,9	
10	10	11	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	74,69	3x150/80	274,5/0,9	
11	11	12	15	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	66,4	3x150/80	274,5/0,9	
12	12	13	8	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	58,1	3x150/80	274,5/0,9	
13	13	14	13	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	49,8	3x150/80	274,5/0,9	
14	14	15	15	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	41,5	3x150/80	274,5/0,9	
15	15	16	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	33,2	3x150/80	274,5/0,9	
16	16	17	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	24,9	3x150/80	274,5/0,9	
17	17	18	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	16,6	3x150/80	274,5/0,9	
18	18	19	12	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	8,3	3x150/80	274,5/0,9	
19	13	20	15	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	8,3	3x150/80	274,5/0,9	
19	1	21	53	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	141,09	3x150/80	205,87/0,675	
20	21	22	23	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	141,09	3x150/80	205,87/0,675	
21	22	23	32	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	141,09	3x150/80	205,87/0,675	
22	23	2	8	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	141,09	3x150/80	219,6/0,72	

Nudo	Tensión Nudo(V)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Min (kA)
1	400	141,09(78,2 kW)	23,11053	23,35824	21,17688	18,16322
2		0 A(0 kW)	7,82118	3,41058	1,7328	3,92226
3		-8,3 A(-4,6 kW)	7,39777	3,18462	1,61209	3,6731
4		-8,3 A(-4,6 kW)	6,82055	2,88676	1,45441	3,34196
5		-8,3 A(-4,6 kW)	6,45903	2,70581	1,3594	3,13933
6		-8,3 A(-4,6 kW)	6,16416	2,56123	1,2839	2,97666



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón n° 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

7	-8,3 A(-4,6 kW)	5,83761	2,40413	1,20227	2,79915
8	-8,3 A(-4,6 kW)	5,59459	2,2892	1,14282	2,6688
9	-8,3 A(-4,6 kW)	5,32323	2,16278	1,07767	2,52495
10	-8,3 A(-4,6 kW)	5,11973	2,06925	1,02964	2,41822
11	-8,3 A(-4,6 kW)	4,91084	1,97436	0,98105	2,30967
12	-8,3 A(-4,6 kW)	4,62721	1,84725	0,9162	2,16386
13	0 A(0 kW)	4,48877	1,78591	0,88499	2,09334
14	-8,3 A(-4,6 kW)	4,28045	1,69447	0,83858	1,98801
15	-8,3 A(-4,6 kW)	4,06265	1,59992	0,79072	1,87886
16	-8,3 A(-4,6 kW)	3,92924	1,54253	0,76174	1,8125
17	-8,3 A(-4,6 kW)	3,80424	1,48911	0,7348	1,75064
18	-8,3 A(-4,6 kW)	3,69829	1,4441	0,71214	1,69846
19	-8,3 A(-4,6 kW)	3,5658	1,38814	0,68401	1,63352
20	-8,3 A(-4,6 kW)	4,25009	1,68122	0,83186	1,97273
21	0 A(0 kW)	12,7969	6,71822	3,62789	7,34132
22	0 A(0 kW)	10,43158	4,97145	2,59498	5,59128
23	0 A(0 kW)	8,23844	3,63989	1,85631	4,17325

Resultados Cortocircuito:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	IkMin (kA)
2	2	3	7,82118	1,61209
3	3	4	7,39777	1,45441
4	4	5	6,82055	1,3594
5	5	6	6,45903	1,2839
6	6	7	6,16416	1,20227
7	7	8	5,83761	1,14282
8	8	9	5,59459	1,07767
9	9	10	5,32323	1,02964
10	10	11	5,11973	0,98105
11	11	12	4,91084	0,9162
12	12	13	4,62721	0,88499
13	13	14	4,48877	0,83858
14	14	15	4,28045	0,79072
15	15	16	4,06265	0,76174
16	16	17	3,92924	0,7348
17	17	18	3,80424	0,71214
18	18	19	3,69829	0,68401
19	13	20	4,48877	0,83186
19	1	21	23,35824	3,62789
20	21	22	12,7969	2,59498
21	22	23	10,43158	1,85631
22	23	2	8,23844	1,7328

Red Baja Tensión 1.4

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9

C.d.t. máx.(%): 5

Cos φ : 0,8

Coef. Simultaneidad: 0.8

Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):

- XLPE, EPR: 90

- PVC: 90

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(m Ω /m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	Sección (mm ²)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	1	2	4	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	156,61	3x150/80	205,87/0,675	
2	2		9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	7,22	3x150/80	274,5/0,9	
3	2	4	53	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	149,39	3x150/80	205,87/0,675	
5	5	6	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	141,09	3x150/80	244,3/0,801	



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

6	6	7	5	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	132,79	3x150/80	244,3/0,801	
7	7	8	19	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	132,79	3x150/80	274,5/0,9	
8	8	9	11	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	124,49	3x150/80	274,5/0,9	
9	9	10	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	116,19	3x150/80	274,5/0,9	
10	10	11	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	107,89	3x150/80	274,5/0,9	
11	11	12	11	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	99,59	3x150/80	274,5/0,9	
12	12	13	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	91,29	3x150/80	274,5/0,9	
13	13	14	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	82,99	3x150/80	274,5/0,9	
14	14	15	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	74,69	3x150/80	274,5/0,9	
15	15	16	21	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	66,4	3x150/80	274,5/0,9	
16	16	17	12	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	58,1	3x150/80	274,5/0,9	
17	17	18	16	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	8,3	3x150/80	274,5/0,9	
18	17	19	20	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	41,5	3x150/80	274,5/0,9	
19	19	20	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	33,2	3x150/80	274,5/0,9	
20	20	21	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	24,9	3x150/80	274,5/0,9	
21	21	22	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	16,6	3x150/80	274,5/0,9	
22	22	23	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	8,3	3x150/80	274,5/0,9	
23		AP 1	5	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	7,22	3x150/80	274,5/0,9	
23	4	4	23	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	149,39	3x150/80	205,87/0,675	
24	4	5	57	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	149,39	3x150/80	205,87/0,675	

Nudo	Tensión Nudo(V)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Min (kA)
1	400	156,606(86,8 kW)	23,11053	23,35824	21,17688	18,16322
2		0 A(0 kW)	22,07448	20,83747	17,53454	17,02032
		0 A(0 kW)	19,84072	15,81917	10,99937	14,36383
4		0 A(0 kW)	12,31987	6,33381	3,39364	6,9674
5		-8,3 A(-4,6 kW)	6,89761	2,92587	1,47502	3,38561
6		-8,3 A(-4,6 kW)	6,52833	2,74017	1,3774	3,17789
7		0 A(0 kW)	6,35774	2,65584	1,33327	3,08319
8		-8,3 A(-4,6 kW)	5,78184	2,37761	1,18853	2,76911
9		-8,3 A(-4,6 kW)	5,49283	2,24156	1,11824	2,61465
10		-8,3 A(-4,6 kW)	5,27665	2,14127	1,06661	2,50043
11		-8,3 A(-4,6 kW)	5,05525	2,03984	1,01457	2,38461
12		-8,3 A(-4,6 kW)	4,83191	1,93879	0,96288	2,26891
13		-8,3 A(-4,6 kW)	4,64511	1,85521	0,92025	2,17301
14		-8,3 A(-4,6 kW)	4,47204	1,77853	0,88124	2,08485
15		-8,3 A(-4,6 kW)	4,32681	1,71473	0,84885	2,01137
16		-8,3 A(-4,6 kW)	4,0217	1,58226	0,7818	1,85845
17		-8,3 A(-4,6 kW)	3,86574	1,51535	0,74803	1,78103
18		-8,3 A(-4,6 kW)	3,67553	1,43446	0,70729	1,68728
19		-8,3 A(-4,6 kW)	3,63085	1,41557	0,69779	1,66536
20		-8,3 A(-4,6 kW)	3,52371	1,37044	0,67512	1,61296
21		-8,3 A(-4,6 kW)	3,43251	1,33221	0,65594	1,56854
22		-8,3 A(-4,6 kW)	3,33652	1,29216	0,63587	1,52195
23		-8,3 A(-4,6 kW)	3,24572	1,25444	0,61699	1,47805
AP 1		-7,22 A(-4 kW)	18,69451	13,71479	8,88301	13,03
4		0 A(0 kW)	10,10006	4,75489	2,4722	5,36541

Resultados Cortocircuito:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	IkMin (kA)
1	1	2	23,35824	17,02031
2	2		22,07448	10,99937
3	2	4	22,07448	3,39364
5	5	6	6,89761	1,3774
6	6	7	6,52833	1,33327
7	7	8	6,35774	1,18853
8	8	9	5,78184	1,11824
9	9	10	5,49283	1,06661
10	10	11	5,27665	1,01457
11	11	12	5,05525	0,96288
12	12	13	4,83191	0,92025
13	13	14	4,64511	0,88124
14	14	15	4,47204	0,84885
15	15	16	4,32681	0,7818
16	16	17	4,0217	0,74803
17	17	18	3,86574	0,70729



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

18	17	19	3,86574	0,69779
19	19	20	3,63085	0,67512
20	20	21	3,52371	0,65594
21	21	22	3,43251	0,63587
22	22	23	3,33652	0,61699
23		AP 1	19,84072	8,88301
23	4	4'	12,31987	2,4722
24	4'	5	10,10006	1,47502

Red Baja Tensión 1.5

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9

C.d.t. máx.(%): 5

Cos ϕ : 0,8

Coef. Simultaneidad: 0.8

Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):

- XLPE, EPR: 90

- PVC: 90

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	Sección (mm2)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
2	2	3	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	132,79	3x150/80	274,5/0,9	
3	3	4	14	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	124,49	3x150/80	274,5/0,9	
4	4	5	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	116,19	3x150/80	274,5/0,9	
5	5	6	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	107,89	3x150/80	274,5/0,9	
6	6	7	11	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	107,89	3x150/80	274,5/0,9	
7	7	8	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	99,59	3x150/80	274,5/0,9	
8	8	9	11	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	91,29	3x150/80	274,5/0,9	
9	9	10	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	82,99	3x150/80	274,5/0,9	
10	10	11	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	74,69	3x150/80	274,5/0,9	
11	11	12	15	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	66,4	3x150/80	274,5/0,9	
12	12	13	8	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	58,1	3x150/80	274,5/0,9	
13	13	14	13	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	49,8	3x150/80	274,5/0,9	
14	14	15	15	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	41,5	3x150/80	274,5/0,9	
15	15	16	8	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	33,2	3x150/80	274,5/0,9	
16	16	17	7	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	24,9	3x150/80	274,5/0,9	
17	17	18	7	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	16,6	3x150/80	274,5/0,9	
19	13	20	15	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	8,3	3x150/80	274,5/0,9	
18	18	19	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	8,3	3x150/80	274,5/0,9	
19	1	21	52	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	132,79	3x150/80	205,87/0,675	
20	21	22	23	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	132,79	3x150/80	205,87/0,675	
21	22	23	31	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	132,79	3x150/80	205,87/0,675	
22	23	24	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	132,79	3x150/80	219,6/0,72	
23	24	25	31	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	132,79	3x150/80	244,3/0,801	
24	25	2	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	132,79	3x150/80	274,5/0,9	

Nudo	Tensión Nudo(V)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Min (kA)
1	400	132,791(73,6 kW)	23,11053	23,35824	21,17688	18,16322
2		0 A(0 kW)	6,25949	2,60768	1,30812	3,029
3		-8,3 A(-4,6 kW)	5,98175	2,47309	1,23805	2,87717
4		-8,3 A(-4,6 kW)	5,59459	2,2892	1,14282	2,6688
5		-8,3 A(-4,6 kW)	5,34683	2,17369	1,08328	2,53739
6		0 A(0 kW)	5,14158	2,07924	1,03477	2,42964
7		-8,3 A(-4,6 kW)	4,91084	1,97436	0,98105	2,30967
8		-8,3 A(-4,6 kW)	4,7367	1,89608	0,94108	2,21993
9		-8,3 A(-4,6 kW)	4,53972	1,80843	0,89644	2,11925
10		-8,3 A(-4,6 kW)	4,39019	1,74251	0,86295	2,04338
11		-8,3 A(-4,6 kW)	4,23507	1,67468	0,82855	1,96518
12		-8,3 A(-4,6 kW)	4,0217	1,58226	0,7818	1,85845
13		0 A(0 kW)	3,91638	1,53702	0,75896	1,80612



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

14	-8,3 A(-4,6 kW)	3,75642	1,46876	0,72456	1,72706
15	-8,3 A(-4,6 kW)	3,58723	1,39716	0,68854	1,644
16	-8,3 A(-4,6 kW)	3,50303	1,36175	0,67076	1,60288
17	-8,3 A(-4,6 kW)	3,43251	1,33221	0,65594	1,56854
18	-8,3 A(-4,6 kW)	3,36475	1,30392	0,64176	1,53564
20	-8,3 A(-4,6 kW)	3,73295	1,4588	0,71954	1,7155
19	-8,3 A(-4,6 kW)	3,27244	1,26553	0,62253	1,49095
21	0 A(0 kW)	12,92123	6,82147	3,69152	7,44065
22	0 A(0 kW)	10,51761	5,02865	2,62759	5,65062
23	0 A(0 kW)	8,34948	3,70207	1,88997	4,24098
24	0 A(0 kW)	7,87111	3,43766	1,74734	3,95201
25	0 A(0 kW)	6,56352	2,75768	1,38658	3,19752

Resultados Cortocircuito:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	IkMin (kA)
2	2	3	6,25949	1,23805
3	3	4	5,98175	1,14282
4	4	5	5,59459	1,08328
5	5	6	5,34683	1,03477
6	6	7	5,14158	0,98105
7	7	8	4,91084	0,94108
8	8	9	4,7367	0,89644
9	9	10	4,53972	0,86295
10	10	11	4,39019	0,82855
11	11	12	4,23507	0,7818
12	12	13	4,0217	0,75896
13	13	14	3,91638	0,72456
14	14	15	3,75642	0,68854
15	15	16	3,58723	0,67076
16	16	17	3,50303	0,65594
17	17	18	3,43251	0,64176
19	13	20	3,91638	0,71954
18	18	19	3,36475	0,62253
19	1	21	23,35824	3,69152
20	21	22	12,92123	2,62759
21	22	23	10,51761	1,88997
22	23	24	8,34948	1,74734
23	24	25	7,87111	1,38658
24	25	2	6,56352	1,30812

Red Baja Tensión 1.6

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9

C.d.t. máx.(%): 5

Cos φ : 0,8

Coef. Simultaneidad: 0.8

Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):

- XLPE, EPR: 90

- PVC: 90

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	Sección (mm ²)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	1	2	22	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	149,39	3x150/80	205,87/0,675	
2	2	3	22	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	149,39	3x150/80	205,87/0,675	
3	3	4	14	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	149,39	3x150/80	205,87/0,675	
4	4	5	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	141,09	3x150/80	274,5/0,9	
5	5	6	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	132,79	3x150/80	274,5/0,9	
6	6	7	20	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	124,49	3x150/80	274,5/0,9	
7	7	8	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	116,19	3x150/80	274,5/0,9	



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

8	8	9	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	107,89	3x150/80	274,5/0,9	
9	9	10	6	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	99,59	3x150/80	274,5/0,9	
10	10	11	8	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	74,69	3x150/80	274,5/0,9	
11	11	12	6	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	49,8	3x150/80	274,5/0,9	
12	12	13	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	41,5	3x150/80	274,5/0,9	
13	13	14	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	33,2	3x150/80	274,5/0,9	
14	14	15	6	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	24,9	3x150/80	274,5/0,9	
15	15	16	21	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	24,9	3x150/80	274,5/0,9	
16	16	17	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	16,6	3x150/80	274,5/0,9	
17	17	18	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	8,3	3x150/80	274,5/0,9	
18	11	19	21	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	24,9	3x150/80	274,5/0,9	
19	19	20	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	16,6	3x150/80	274,5/0,9	
20	20	21	11	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	8,3	3x150/80	274,5/0,9	
21	10	22	23	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	24,9	3x150/80	274,5/0,9	
22	22	23	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	16,6	3x150/80	274,5/0,9	
23	23	24	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	8,3	3x150/80	274,5/0,9	

Nudo	Tensión Nudo(V)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Min (kA)
1	400	149,389(82,8 kW)	23,11053	23,35824	21,17688	18,16322
2		0 A(0 kW)	17,83481	12,339	7,66208	12,07159
3		0 A(0 kW)	13,9956	7,77179	4,29236	8,33287
4		-8,3 A(-4,6 kW)	12,20548	6,24428	3,33967	6,87939
5		-8,3 A(-4,6 kW)	11,15823	5,46826	2,88081	6,10217
6		-8,3 A(-4,6 kW)	10,26334	4,8608	2,53211	5,47611
7		-8,3 A(-4,6 kW)	8,82356	3,97334	2,03776	4,53477
8		-8,3 A(-4,6 kW)	8,23844	3,63989	1,85631	4,17325
9		-8,3 A(-4,6 kW)	7,72312	3,35766	1,70444	3,86407
10		0 A(0 kW)	7,44262	3,20825	1,62466	3,69924
11		0 A(0 kW)	7,09784	3,02843	1,5292	3,49984
12		-8,3 A(-4,6 kW)	6,85887	2,90618	1,46464	3,36365
13		-8,3 A(-4,6 kW)	6,4935	2,72288	1,36834	3,15849
14		-8,3 A(-4,6 kW)	6,16416	2,56123	1,2839	2,97666
15		0 A(0 kW)	5,98175	2,47309	1,23805	2,87717
16		-8,3 A(-4,6 kW)	5,41887	2,20711	1,10048	2,57544
17		-8,3 A(-4,6 kW)	5,18584	2,09952	1,04517	2,45279
18		-8,3 A(-4,6 kW)	4,97172	2,0019	0,99514	2,34121
19		-8,3 A(-4,6 kW)	6,32466	2,63959	1,32478	3,06491
20		-8,3 A(-4,6 kW)	6,01141	2,48736	1,24547	2,89329
21		-8,3 A(-4,6 kW)	5,70011	2,3389	1,1685	2,72522
22		-8,3 A(-4,6 kW)	6,52833	2,74017	1,3774	3,17789
23		-8,3 A(-4,6 kW)	6,19562	2,57653	1,29187	2,99391
24		-8,3 A(-4,6 kW)	5,92326	2,44504	1,22349	2,84545

Resultados Cortocircuito:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	IkMin (kA)
1	1	2	23,35824	7,66208
2	2	3	17,83481	4,29236
3	3	4	13,9956	3,33967
4	4	5	12,20548	2,88081
5	5	6	11,15823	2,53211
6	6	7	10,26334	2,03776
7	7	8	8,82356	1,85631
8	8	9	8,23844	1,70444
9	9	10	7,72312	1,62466
10	10	11	7,44262	1,5292
11	11	12	7,09784	1,46464
12	12	13	6,85887	1,36834
13	13	14	6,4935	1,2839
14	14	15	6,16416	1,23805
15	15	16	5,98175	1,10048
16	16	17	5,41887	1,04517
17	17	18	5,18584	0,99514
18	11	19	7,09784	1,32478
19	19	20	6,32466	1,24547
20	20	21	6,01141	1,1685
21	10	22	7,44262	1,3774



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

22	22	23	6,52833	1,29187
23	23	24	6,19562	1,22349

Red Baja Tensión 3.1

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9

C.d.t. máx.(%): 5

Cos ϕ : 0,8

Coef. Simultaneidad: 0.8

Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):

- XLPE, EPR: 90

- PVC: 90

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	Sección (mm ²)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	1	2	28	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	157,69	3x150/80	205,87/0,675	
2	2	3	26	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	157,69	3x150/80	205,87/0,675	
3	3	4	44	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	157,69	3x150/80	244,3/0,801	
4	4	5	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	149,39	3x150/80	274,5/0,9	
5	5	6	11	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	141,09	3x150/80	274,5/0,9	
6	6	7	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	132,79	3x150/80	274,5/0,9	
7	7	8	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	124,49	3x150/80	274,5/0,9	
8	8	9	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	116,19	3x150/80	274,5/0,9	
9	9	10	7	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	107,89	3x150/80	274,5/0,9	
10	10	11	6	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	99,59	3x150/80	274,5/0,9	
11	11	12	8	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	91,29	3x150/80	274,5/0,9	
12	12	13	11	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	82,99	3x150/80	274,5/0,9	
13	13	14	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	74,69	3x150/80	274,5/0,9	
14	14	15	8	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	66,4	3x150/80	274,5/0,9	
15	15	16	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	58,1	3x150/80	274,5/0,9	
16	16	17	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.		3x150/80	274,5/0,9	
17	17	18	20	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	16,6	3x150/80	274,5/0,9	
18	18	19	7	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	8,3	3x150/80	274,5/0,9	
19	16	20	17	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	16,6	3x150/80	274,5/0,9	
20	20	21	12	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	8,3	3x150/80	274,5/0,9	
21	16	22	15	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	8,3	3x150/80	274,5/0,9	

Nudo	Tensión Nudo(V)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Min (kA)
1	400	157,689(87,4 kW)	23,11053	23,35824	21,17688	18,16322
2		0 A(0 kW)	16,64272	10,67754	6,32895	10,8143
3		0 A(0 kW)	12,67464	6,61795	3,56638	7,2444
4		-8,3 A(-4,6 kW)	8,82356	3,97334	2,03776	4,53477
5		-8,3 A(-4,6 kW)	8,23844	3,63989	1,85631	4,17325
6		-8,3 A(-4,6 kW)	7,67497	3,33181	1,69061	3,83561
7		-8,3 A(-4,6 kW)	7,22346	3,09347	1,56366	3,57209
8		-8,3 A(-4,6 kW)	6,82055	2,88676	1,45441	3,34196
9		-8,3 A(-4,6 kW)	6,4935	2,72288	1,36834	3,15849
10		-8,3 A(-4,6 kW)	6,25949	2,60768	1,30812	3,029
11		-8,3 A(-4,6 kW)	6,07162	2,51639	1,26056	2,92608
12		-8,3 A(-4,6 kW)	5,83761	2,40413	1,20227	2,79915
13		-8,3 A(-4,6 kW)	5,54325	2,26513	1,13039	2,64145
14		-8,3 A(-4,6 kW)	5,32323	2,16278	1,07767	2,52495
15		-8,3 A(-4,6 kW)	5,14158	2,07924	1,03477	2,42964
16		-8,3 A(-4,6 kW)	4,93097	1,98345	0,98571	2,32009
17		-8,3 A(-4,6 kW)	4,7367	1,89608	0,94108	2,21993
18		-8,3 A(-4,6 kW)	4,39019	1,74251	0,86295	2,04338
19		-8,3 A(-4,6 kW)	4,28045	1,69447	0,83858	1,98801
20		-8,3 A(-4,6 kW)	4,60945	1,83935	0,91218	2,15479
21		-8,3 A(-4,6 kW)	4,40632	1,7496	0,86654	2,05154
22		-8,3 A(-4,6 kW)	4,64511	1,85521	0,92025	2,17301



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

Resultados Cortocircuito:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	IkMin (kA)
1	1	2	23,35824	6,32895
2	2	3	16,64272	3,56638
3	3	4	12,67464	2,03776
4	4	5	8,82356	1,85631
5	5	6	8,23844	1,69061
6	6	7	7,67497	1,56366
7	7	8	7,22346	1,45441
8	8	9	6,82055	1,36834
9	9	10	6,4935	1,30812
10	10	11	6,25949	1,26056
11	11	12	6,07162	1,20227
12	12	13	5,83761	1,13039
13	13	14	5,54325	1,07767
14	14	15	5,32323	1,03477
15	15	16	5,14158	0,98571
16	16	17	4,93097	0,94108
17	17	18	4,7367	0,86295
18	18	19	4,39019	0,83858
19	16	20	4,93097	0,91218
20	20	21	4,60945	0,86654
21	16	22	4,93097	0,92025

Red Baja Tensión 3.2

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9

C.d.t. máx.(%): 5

Cos φ : 0,8

Coef. Simultaneidad: 0.8

Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):

- XLPE, EPR: 90

- PVC: 90

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	Sección (mm2)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	1	2	28	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	141,09	3x150/80	205,87/0,675	
2	2	3	25	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	141,09	3x150/80	205,87/0,675	
3	3	4	8	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	141,09	3x150/80	219,6/0,72	
4	4	5	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	141,09	3x150/80	219,6/0,72	
5	5	6	30	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	141,09	3x150/80	244,3/0,801	
6	6	7	13	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	141,09	3x150/80	244,3/0,801	
7	7	8	43	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	141,09	3x150/80	274,5/0,9	
8	8	9	11	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	132,79	3x150/80	274,5/0,9	
9	9	10	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	124,49	3x150/80	274,5/0,9	
10	10	11	8	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	116,19	3x150/80	274,5/0,9	
11	11	12	14	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	107,89	3x150/80	274,5/0,9	
12	12	13	5	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	49,8	3x150/80	274,5/0,9	
13	13	14	7	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	41,5	3x150/80	274,5/0,9	
14	14	15	20	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	33,2	3x150/80	274,5/0,9	
15	15	16	8	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	33,2	3x150/80	274,5/0,9	
16	16	17	12	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	24,9	3x150/80	274,5/0,9	
17	17	18	8	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	16,6	3x150/80	274,5/0,9	
18	18	19	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	8,3	3x150/80	274,5/0,9	
19	12	20	25	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	16,6	3x150/80	274,5/0,9	
20	20	21	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	8,3	3x150/80	274,5/0,9	
21	12	22	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	41,5	3x150/80	274,5/0,9	
22	22	23	19	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	24,9	3x150/80	274,5/0,9	
23	23	24	7	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	16,6	3x150/80	274,5/0,9	



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón n° 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

24	24	25	6	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	8,3	3x150/80	274,5/0,9	
25	22	26	4	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	16,6	3x150/80	274,5/0,9	
26	26	27	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	8,3	3x150/80	274,5/0,9	

Nudo	Tensión Nudo(V)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Min (kA)
1	400	141,09(78,2 kW)	23,11053	23,35824	21,17688	18,16322
2		0 A(0 kW)	16,64272	10,67754	6,32895	10,8143
3		0 A(0 kW)	12,7969	6,71822	3,62789	7,34132
4		0 A(0 kW)	11,87336	5,98988	3,18752	6,62743
5		0 A(0 kW)	10,96806	5,33517	2,80365	5,96631
6		0 A(0 kW)	8,70032	3,9019	1,99869	4,45767
7		0 A(0 kW)	7,97282	3,49313	1,77715	4,01284
8		-8,3 A(-4,6 kW)	6,2274	2,59201	1,29995	3,01135
9		-8,3 A(-4,6 kW)	5,89444	2,43125	1,21634	2,82985
10		-8,3 A(-4,6 kW)	5,64687	2,31378	1,15552	2,69672
11		-8,3 A(-4,6 kW)	5,44331	2,21847	1,10634	2,58838
12		0 A(0 kW)	5,11973	2,06925	1,02964	2,41822
13		-8,3 A(-4,6 kW)	5,01314	2,02069	1,00476	2,36271
14		-8,3 A(-4,6 kW)	4,87106	1,95641	0,97188	2,28911
15		0 A(0 kW)	4,50563	1,79336	0,88878	2,10191
16		-8,3 A(-4,6 kW)	4,37417	1,73548	0,85938	2,03528
17		-8,3 A(-4,6 kW)	4,19062	1,65534	0,81875	1,94287
18		-8,3 A(-4,6 kW)	4,07649	1,60589	0,79374	1,88577
19		-8,3 A(-4,6 kW)	3,95523	1,55368	0,76736	1,82539
20		-8,3 A(-4,6 kW)	4,62721	1,84725	0,9162	2,16386
21		-8,3 A(-4,6 kW)	4,47204	1,77853	0,88124	2,08485
22		0 A(0 kW)	4,93097	1,98345	0,98571	2,32009
23		-8,3 A(-4,6 kW)	4,57432	1,82376	0,90424	2,13687
24		-8,3 A(-4,6 kW)	4,45543	1,77121	0,87752	2,07642
25		-8,3 A(-4,6 kW)	4,35827	1,72851	0,85584	2,02725
26		-8,3 A(-4,6 kW)	4,85141	1,94756	0,96736	2,27897
27		-8,3 A(-4,6 kW)	4,68132	1,87135	0,92847	2,19154

Resultados Cortocircuito:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	P de C (kA)	IkMin (kA)
1	1	2	23,35824	50	6,32895
2	2	3	16,64272		3,62789
3	3	4	12,7969		3,18752
4	4	5	11,87336		2,80365
5	5	6	10,96806		1,99869
6	6	7	8,70032		1,77715
7	7	8	7,97282		1,29995
8	8	9	6,2274		1,21634
9	9	10	5,89444		1,15552
10	10	11	5,64687		1,10634
11	11	12	5,44331		1,02964
12	12	13	5,11973		1,00476
13	13	14	5,01314		0,97188
14	14	15	4,87106		0,88878
15	15	16	4,50563		0,85938
16	16	17	4,37417		0,81875
17	17	18	4,19062		0,79374
18	18	19	4,07649		0,76736
19	12	20	5,11973		0,9162
20	20	21	4,62721		0,88124
21	12	22	5,11973		0,98571
22	22	23	4,93097		0,90424
23	23	24	4,57432		0,87752
24	24	25	4,45543		0,85584
25	22	26	4,93097		0,96736
26	26	27	4,85141		0,92847

Red Baja Tensión 3.3



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9
C.d.t. máx.(%): 5
Cos ϕ : 0,8
Coef. Simultaneidad: 0.8
Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):
- XLPE, EPR: 90
- PVC: 90

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(m Ω /m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	Sección (mm ²)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	1	2	30	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	132,79	3x150/80	205,87/0,675	
2	2	3	31	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	132,79	3x150/80	205,87/0,675	
3	3	4	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	132,79	3x150/80	274,5/0,9	
4	4	5	14	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	124,49	3x150/80	274,5/0,9	
5	5	6	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	116,19	3x150/80	274,5/0,9	
6	6	7	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	107,89	3x150/80	274,5/0,9	
7	7	8	11	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	99,59	3x150/80	274,5/0,9	
8	8	9	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	91,29	3x150/80	274,5/0,9	
9	9	10	11	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	82,99	3x150/80	274,5/0,9	
10	10	11	8	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	74,69	3x150/80	274,5/0,9	
11	11	12	11	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	66,4	3x150/80	274,5/0,9	
12	12	13	16	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	58,1	3x150/80	274,5/0,9	
13	13	14	5	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	49,8	3x150/80	274,5/0,9	
14	14	15	14	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	41,5	3x150/80	274,5/0,9	
15	15	16	16	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	33,2	3x150/80	274,5/0,9	
16	16	17	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	24,9	3x150/80	274,5/0,9	
17	17	18	11	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	16,6	3x150/80	274,5/0,9	
18	18	19	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	8,3	3x150/80	274,5/0,9	
19	14	20	14	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	8,3	3x150/80	274,5/0,9	

Nudo	Tensión Nudo(V)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Min (kA)
1	400	132,791(73,6 kW)	23,11053	23,35824	21,17688	18,16322
2		0 A(0 kW)	16,27087	10,21028	5,97827	10,44001
3		0 A(0 kW)	11,87336	5,98988	3,18752	6,62743
4		-8,3 A(-4,6 kW)	10,96806	5,33517	2,80365	5,96631
5		-8,3 A(-4,6 kW)	9,78755	4,55614	2,36046	5,15645
6		-8,3 A(-4,6 kW)	9,14657	4,16377	2,14241	4,73935
7		-8,3 A(-4,6 kW)	8,52147	3,79939	1,94282	4,34669
8		-8,3 A(-4,6 kW)	7,92165	3,46518	1,76211	3,9822
9		-8,3 A(-4,6 kW)	7,488	3,23223	1,63744	3,72575
10		-8,3 A(-4,6 kW)	7,01641	2,98656	1,50706	3,45325
11		-8,3 A(-4,6 kW)	6,70804	2,83	1,42454	3,27851
12		-8,3 A(-4,6 kW)	6,32466	2,63959	1,32478	3,06491
13		-8,3 A(-4,6 kW)	5,83761	2,40413	1,20227	2,79915
14		0 A(0 kW)	5,70011	2,3389	1,1685	2,72522
15		-8,3 A(-4,6 kW)	5,34683	2,17369	1,08328	2,53739
16		-8,3 A(-4,6 kW)	4,99235	2,01125	0,99993	2,35191
17		-8,3 A(-4,6 kW)	4,81257	1,93009	0,95844	2,25895
18		-8,3 A(-4,6 kW)	4,60945	1,83935	0,91218	2,15479
19		-8,3 A(-4,6 kW)	4,45543	1,77121	0,87752	2,07642
20		-8,3 A(-4,6 kW)	5,34683	2,17369	1,08328	2,53739

Resultados Cortocircuito:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	IkMin (kA)
1	1	2	23,35824	5,97827
2	2	3	16,27087	3,18752
3	3	4	11,87336	2,80365
4	4	5	10,96806	2,36046
5	5	6	9,78755	2,14241
6	6	7	9,14657	1,94282



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón n° 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

7	7	8	8,52147	1,76211
8	8	9	7,92165	1,63744
9	9	10	7,488	1,50706
10	10	11	7,01641	1,42454
11	11	12	6,70804	1,32478
12	12	13	6,32466	1,20227
13	13	14	5,83761	1,1685
14	14	15	5,70011	1,08328
15	15	16	5,34683	0,99993
16	16	17	4,99235	0,95844
17	17	18	4,81257	0,91218
18	18	19	4,60945	0,87752
19	14	20	5,70011	1,08328

Red Baja Tensión 3.4

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9

C.d.t. máx.(%): 5

Cos ϕ : 0,8

Coef. Simultaneidad: 0.8

Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):

- XLPE, EPR: 90

- PVC: 90

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	Sección (mm ²)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	1	2	29	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	157,69	3x150/80	205,87/0,675	
2	2	3	6	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	16,6	3x150/80	205,87/0,675	
3	3	4	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	8,3	3x150/80	205,87/0,675	
4	2	5	20	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	116,19	3x150/80	305/1	
5	5	6	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	107,89	3x150/80	205,87/0,675	
6	6	7	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	99,59	3x150/80	274,5/0,9	
7	7	8	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	91,29	3x150/80	274,5/0,9	
8	8	9	11	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	82,99	3x150/80	274,5/0,9	
9	9	10	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	74,69	3x150/80	274,5/0,9	
10	10	11	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	66,4	3x150/80	274,5/0,9	
11	11	12	11	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	58,1	3x150/80	274,5/0,9	
12	12	13	19	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	49,8	3x150/80	274,5/0,9	
13	13	14	12	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	41,5	3x150/80	274,5/0,9	
14	14	15	21	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	24,9	3x150/80	274,5/0,9	
15	15	16	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	16,6	3x150/80	274,5/0,9	
16	16	17	13	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	8,3	3x150/80	274,5/0,9	
17	14	18	6	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	16,6	3x150/80	274,5/0,9	
18	18	19	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	8,3	3x150/80	274,5/0,9	
19	2	20	25	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	24,9	3x150/80	205,87/0,675	
20	20	21	14	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	24,9	3x150/80	228,75/0,75	
21	21	22	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	16,6	3x150/80	244,3/0,801	
22	22	23	12	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	8,3	3x150/80	244,3/0,801	

Nudo	Tensión Nudo(V)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Min (kA)
1	400	157,689(87,4 kW)	23,11053	23,35824	21,17688	18,16322
2		0 A(0 kW)	16,45523	10,43916	6,14881	10,62451
3		-8,3 A(-4,6 kW)	15,39467	9,19204	5,24659	9,59185
4		-8,3 A(-4,6 kW)	13,85313	7,6394	4,20696	8,21097
5		-8,3 A(-4,6 kW)	13,30706	7,15041	3,89635	7,75398
6		-8,3 A(-4,6 kW)	12,09295	6,15718	3,28738	6,79344
7		-8,3 A(-4,6 kW)	11,0624	5,40091	2,84171	6,03351
8		-8,3 A(-4,6 kW)	10,18109	4,80727	2,5018	5,42022
9		-8,3 A(-4,6 kW)	9,35128	4,28693	2,21049	4,87092
10		-8,3 A(-4,6 kW)	8,70032	3,9019	1,99869	4,45767



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

11		-8,3 A(-4,6 kW)	8,18398	3,60957	1,83992	4,14017
12		-8,3 A(-4,6 kW)	7,62739	3,30635	1,677	3,80755
13		-8,3 A(-4,6 kW)	6,82055	2,88676	1,45441	3,34196
14		0 A(0 kW)	6,39116	2,67229	1,34187	3,10168
15		-8,3 A(-4,6 kW)	5,75434	2,36457	1,18178	2,75432
16		-8,3 A(-4,6 kW)	5,51793	2,25328	1,12428	2,62798
17		-8,3 A(-4,6 kW)	5,20825	2,1098	1,05045	2,46453
18		-8,3 A(-4,6 kW)	6,19562	2,57653	1,29187	2,99391
19		-8,3 A(-4,6 kW)	5,89444	2,43125	1,21634	2,82985
20		0 A(0 kW)	12,67464	6,61795	3,56638	7,2444
21		-8,3 A(-4,6 kW)	11,15823	5,46826	2,88081	6,10217
22		-8,3 A(-4,6 kW)	10,34683	4,91552	2,56316	5,53312
23		-8,3 A(-4,6 kW)	9,42144	4,3296	2,23416	4,91636

Resultados Cortocircuito:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	IkMin (kA)
1	1	2	23,35824	6,14881
2	2	3	16,45523	5,24659
3	3	4	15,39467	4,20696
4	2	5	16,45523	3,89635
5	5	6	13,30706	3,28738
6	6	7	12,09295	2,84171
7	7	8	11,0624	2,5018
8	8	9	10,18109	2,21049
9	9	10	9,35128	1,99869
10	10	11	8,70032	1,83992
11	11	12	8,18398	1,677
12	12	13	7,62739	1,45441
13	13	14	6,82055	1,34187
14	14	15	6,39116	1,18178
15	15	16	5,75434	1,12428
16	16	17	5,51793	1,05045
17	14	18	6,39116	1,29187
18	18	19	6,19562	1,21634
19	2	20	16,45523	3,56638
20	20	21	12,67464	2,88081
21	21	22	11,15823	2,56316
22	22	23	10,34683	2,23416

Red Baja Tensión 3.5

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9

C.d.t. máx.(%): 5

Cos ϕ : 0,8

Coef. Simultaneidad: 0.8

Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):

- XLPE, EPR: 90

- PVC: 90

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	Sección (mm ²)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	1	2	28	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	141,09	3x150/80	205,87/0,675	
2	2	3	26	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	141,09	3x150/80	205,87/0,675	
3	3	4	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	141,09	3x150/80	205,87/0,675	
4	4	5	8	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	141,09	3x150/80	219,6/0,72	
5	5	6	31	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	141,09	3x150/80	244,3/0,801	
6	6	7	13	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	49,8	3x150/80	244,3/0,801	
7	7	8	13	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	49,8	3x150/80	274,5/0,9	
8	8	9	11	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	41,5	3x150/80	274,5/0,9	
9	9	10	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	33,2	3x150/80	274,5/0,9	



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

10	10	11	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	24,9	3x150/80	274,5/0,9	
11	11	12	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	16,6	3x150/80	274,5/0,9	
12	12	13	11	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	8,3	3x150/80	274,5/0,9	
13	6	14	8	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	91,29	3x150/80	274,5/0,9	
14	14	15	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	82,99	3x150/80	274,5/0,9	
15	15	16	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	74,69	3x150/80	274,5/0,9	
16	16	17	11	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	66,4	3x150/80	274,5/0,9	
17	17	18	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	58,1	3x150/80	274,5/0,9	
18	18	19	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	49,8	3x150/80	274,5/0,9	
19	19	20	18	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	41,5	3x150/80	274,5/0,9	
20	20	21	19	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	33,2	3x150/80	274,5/0,9	
21	21	22	15	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	24,9	3x150/80	274,5/0,9	
22	22	23	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	16,6	3x150/80	274,5/0,9	
23	23	24	8	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	8,3	3x150/80	274,5/0,9	

Nudo	Tensión Nudo(V)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Min (kA)
1	400	141,09(78,2 kW)	23,11053	23,35824	21,17688	18,16322
2		0 A(0 kW)	16,64272	10,67754	6,32895	10,8143
3		0 A(0 kW)	12,67464	6,61795	3,56638	7,2444
4		0 A(0 kW)	11,66079	5,83121	3,09348	6,46888
5		0 A(0 kW)	10,87517	5,27097	2,76659	5,90051
6		0 A(0 kW)	8,58031	3,83296	1,9611	4,38308
7		0 A(0 kW)	7,87111	3,43766	1,74734	3,95201
8		-8,3 A(-4,6 kW)	7,26629	3,11576	1,57549	3,59682
9		-8,3 A(-4,6 kW)	6,82055	2,88676	1,45441	3,34196
10		-8,3 A(-4,6 kW)	6,45903	2,70581	1,3594	3,13933
11		-8,3 A(-4,6 kW)	6,13301	2,54611	1,27603	2,95961
12		-8,3 A(-4,6 kW)	5,86589	2,41762	1,20926	2,81442
13		-8,3 A(-4,6 kW)	5,56881	2,2771	1,13657	2,65505
14		-8,3 A(-4,6 kW)	8,13019	3,57975	1,82381	4,1076
15		-8,3 A(-4,6 kW)	7,67497	3,33181	1,69061	3,83561
16		-8,3 A(-4,6 kW)	7,26629	3,11576	1,57549	3,59682
17		-8,3 A(-4,6 kW)	6,82055	2,88676	1,45441	3,34196
18		-8,3 A(-4,6 kW)	6,45903	2,70581	1,3594	3,13933
19		-8,3 A(-4,6 kW)	6,13301	2,54611	1,27603	2,95961
20		-8,3 A(-4,6 kW)	5,62061	2,30143	1,14913	2,68269
21		-8,3 A(-4,6 kW)	5,16362	2,08933	1,03994	2,44116
22		-8,3 A(-4,6 kW)	4,85141	1,94756	0,96736	2,27897
23		-8,3 A(-4,6 kW)	4,68132	1,87135	0,92847	2,19154
24		-8,3 A(-4,6 kW)	4,53972	1,80843	0,89644	2,11925

Resultados Cortocircuito:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	IkMin (kA)
1	1	2	23,35824	6,32895
2	2	3	16,64272	3,56638
3	3	4	12,67464	3,09348
4	4	5	11,66079	2,76659
5	5	6	10,87517	1,9611
6	6	7	8,58031	1,74734
7	7	8	7,87111	1,57549
8	8	9	7,26629	1,45441
9	9	10	6,82055	1,3594
10	10	11	6,45903	1,27603
11	11	12	6,13301	1,20926
12	12	13	5,86589	1,13657
13	6	14	8,58031	1,82381
14	14	15	8,13019	1,69061
15	15	16	7,67497	1,57549
16	16	17	7,26629	1,45441
17	17	18	6,82055	1,3594
18	18	19	6,45903	1,27603
19	19	20	6,13301	1,14913
20	20	21	5,62061	1,03994
21	21	22	5,16362	0,96736
22	22	23	4,85141	0,92847
23	23	24	4,68132	0,89644



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón n° 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

Red Baja Tensión 3.6

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9
C.d.t. máx.(%): 5
Cos ϕ : 0,8
Coef. Simultaneidad: 0.8
Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):
- XLPE, EPR: 90
- PVC: 90

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	Sección (mm2)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	1	2	31	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	107,89	3x150/80	205,87/0,675	
2	2	3	25	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	107,89	3x150/80	205,87/0,675	
3	3	4	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	107,89	3x150/80	205,87/0,675	
4	4	5	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	107,89	3x150/80	274,5/0,9	
5	5	6	6	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	107,89	3x150/80	274,5/0,9	
6	6	7	11	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	99,59	3x150/80	274,5/0,9	
7	7	8	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	91,29	3x150/80	274,5/0,9	
8	8	9	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	82,99	3x150/80	274,5/0,9	
9	9	10	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	74,69	3x150/80	274,5/0,9	
10	10	11	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	66,4	3x150/80	274,5/0,9	
11	11	12	16	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	58,1	3x150/80	274,5/0,9	
12	12	13	6	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	49,8	3x150/80	274,5/0,9	
13	13	14	11	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	41,5	3x150/80	274,5/0,9	
14	14	15	5	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	33,2	3x150/80	274,5/0,9	
15	15	16	15	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	24,9	3x150/80	274,5/0,9	
16	16	17	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	16,6	3x150/80	274,5/0,9	
17	17	18	11	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	8,3	3x150/80	274,5/0,9	
18	13	19	15	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	8,3	3x150/80	274,5/0,9	
19	14	20	15	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	8,3	3x150/80	274,5/0,9	

Nudo	Tensión Nudo(V)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Min (kA)
1	400	107,892(59,8 kW)	23,11053	23,35824	21,17688	18,16322
2		0 A(0 kW)	16,0896	9,99041	5,81661	10,26066
3		0 A(0 kW)	12,43616	6,42585	3,44935	7,05752
4		0 A(0 kW)	11,45495	5,68053	3,00479	6,31732
5		0 A(0 kW)	10,60496	5,08716	2,66102	5,71118
6		-8,3 A(-4,6 kW)	10,10006	4,75489	2,4722	5,36541
7		-8,3 A(-4,6 kW)	9,2821	4,24509	2,18732	4,82629
8		-8,3 A(-4,6 kW)	8,63992	3,86713	1,97972	4,42007
9		-8,3 A(-4,6 kW)	8,07708	3,55041	1,80799	4,07553
10		-8,3 A(-4,6 kW)	7,62739	3,30635	1,677	3,80755
11		-8,3 A(-4,6 kW)	7,18111	3,07148	1,552	3,54768
12		-8,3 A(-4,6 kW)	6,56352	2,75768	1,38658	3,19752
13		0 A(0 kW)	6,35774	2,65584	1,33327	3,08319
14		0 A(0 kW)	6,01141	2,48736	1,24547	2,89329
15		-8,3 A(-4,6 kW)	5,86589	2,41762	1,20926	2,81442
16		-8,3 A(-4,6 kW)	5,46796	2,22996	1,11226	2,60145
17		-8,3 A(-4,6 kW)	5,23086	2,12019	1,05578	2,47638
18		-8,3 A(-4,6 kW)	4,99235	2,01125	0,99993	2,35191
19		-8,3 A(-4,6 kW)	5,89444	2,43125	1,21634	2,82985
20		-8,3 A(-4,6 kW)	5,59459	2,2892	1,14282	2,6688

Resultados Cortocircuito:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	IkMin (kA)
1	1	2	23,35824	5,81661
2	2	3	16,0896	3,44935



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón n° 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

3	3	4	12,43617	3,00479
4	4	5	11,45495	2,66102
5	5	6	10,60496	2,4722
6	6	7	10,10006	2,18732
7	7	8	9,2821	1,97972
8	8	9	8,63992	1,80799
9	9	10	8,07708	1,677
10	10	11	7,62739	1,552
11	11	12	7,18111	1,38658
12	12	13	6,56352	1,33327
13	13	14	6,35774	1,24547
14	14	15	6,01141	1,20926
15	15	16	5,86589	1,11226
16	16	17	5,46796	1,05578
17	17	18	5,23086	0,99993
18	13	19	6,35774	1,21634
19	14	20	6,01141	1,14282

Red Baja Tensión 3.7

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9

C.d.t. máx.(%): 5

Cos ϕ : 0,8

Coef. Simultaneidad: 0.8

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	Sección (mm ²)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
2	2	3	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	74,69	3x150/80	274,5/0,9	
3	3	4	14	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	66,4	3x150/80	274,5/0,9	
4	4	5	16	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	58,1	3x150/80	274,5/0,9	
5	5	6	25	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	49,8	3x150/80	274,5/0,9	
6	6	7	7	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	49,8	3x150/80	274,5/0,9	
7	7	8	11	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	41,5	3x150/80	274,5/0,9	
8	8	9	11	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	33,2	3x150/80	274,5/0,9	
9	9	10	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	24,9	3x150/80	274,5/0,9	
10	10	11	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	16,6	3x150/80	274,5/0,9	
11	11	12	20	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	8,3	3x150/80	274,5/0,9	
11	1	AP3 F1	3	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	90,21	3x150/80	274,5/0,9	
12	AP3 F1	2	3	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	82,99	3x150/80	274,5/0,9	

Nudo	Tensión Nudo(V)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Min (kA)
1	400	90,211(50 kW)	23,11053	23,35824	21,17688	18,16322
2		-8,3 A(-4,6 kW)	21,56311	19,59905	15,72918	16,42149
3		-8,3 A(-4,6 kW)	19,37298	14,92095	10,05578	13,81303
4		-8,3 A(-4,6 kW)	16,45523	10,43916	6,14881	10,62451
5		-8,3 A(-4,6 kW)	13,85313	7,6394	4,20696	8,21097
6		0 A(0 kW)	10,96806	5,33517	2,80365	5,96631
7		-8,3 A(-4,6 kW)	10,34683	4,91552	2,56316	5,53312
8		-8,3 A(-4,6 kW)	9,4926	4,37311	2,25833	4,96264
9		-8,3 A(-4,6 kW)	8,76153	3,9373	2,01804	4,49589
10		-8,3 A(-4,6 kW)	8,18398	3,60957	1,83992	4,14017
11		-8,3 A(-4,6 kW)	7,67497	3,33181	1,69061	3,83561
12		-8,3 A(-4,6 kW)	6,82055	2,88676	1,45441	3,34196
AP3 F1		-7,22 A(-4 kW)	22,33228	21,4707	18,48286	17,31548

Resultados Cortocircuito:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	IkMin (kA)
-------	------------	------------	------------	------------



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón n° 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

2	2	3	21,56311	10,05578
3	3	4	19,37298	6,14881
4	4	5	16,45523	4,20696
5	5	6	13,85313	2,80365
6	6	7	10,96806	2,56316
7	7	8	10,34683	2,25833
8	8	9	9,4926	2,01804
9	9	10	8,76153	1,83992
10	10	11	8,18398	1,69061
11	11	12	7,67497	1,45441
11	1	AP3 F1	23,35824	17,31547
12	AP3 F1	2	22,33228	15,72918

Red Baja Tensión 3.9

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9

C.d.t. máx.(%): 5

Cos ϕ : 0,8

Coef. Simultaneidad: 0.8

Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):

- XLPE, EPR: 90

- PVC: 90

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(m Ω /m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	Sección (mm ²)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	1	2	30	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	157,69	3x150/80	205,87/0,675	
2	2	3	31	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	157,69	3x150/80	205,87/0,675	
3	3	4	39	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	157,69	3x150/80	219,6/0,72	
4	4	5	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	157,69	3x150/80	274,5/0,9	
5	5	6	20	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	141,09	3x150/80	274,5/0,9	
6	6	7	11	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	132,79	3x150/80	274,5/0,9	
7	7	8	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	124,49	3x150/80	274,5/0,9	
8	8	9	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	116,19	3x150/80	274,5/0,9	
9	9	10	11	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	107,89	3x150/80	274,5/0,9	
10	10	11	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	99,59	3x150/80	274,5/0,9	
11	11	12	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	91,29	3x150/80	274,5/0,9	
12	12	13	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	82,99	3x150/80	274,5/0,9	
13	13	14	20	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	74,69	3x150/80	274,5/0,9	
14	14	15	13	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	66,4	3x150/80	274,5/0,9	
15	15	16	6	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	58,1	3x150/80	274,5/0,9	
16	16	17	12	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	49,8	3x150/80	274,5/0,9	
17	17	18	6	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	41,5	3x150/80	274,5/0,9	
18	18	19	6	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	33,2	3x150/80	274,5/0,9	
19	19	20	6	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	24,9	3x150/80	274,5/0,9	
20	20	21	5	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	16,6	3x150/80	274,5/0,9	
21	21	22	8	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	8,3	3x150/80	274,5/0,9	
22	15	23	16	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	8,3	3x150/80	274,5/0,9	
23	5	24	7	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	16,6	3x150/80	274,5/0,9	
24	24	25	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	8,3	3x150/80	274,5/0,9	

Nudo	Tensión Nudo(V)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Min (kA)
1	400	157,689(87,4 kW)	23,11053	23,35824	21,17688	18,16322
2		0 A(0 kW)	16,27087	10,21028	5,97827	10,44001
3		0 A(0 kW)	11,87336	5,98988	3,18752	6,62743
4		0 A(0 kW)	8,70032	3,9019	1,99869	4,45767
5		0 A(0 kW)	8,18398	3,60957	1,83992	4,14017
6		-8,3 A(-4,6 kW)	7,22346	3,09347	1,56366	3,57209
7		-8,3 A(-4,6 kW)	6,78264	2,86759	1,44432	3,32054
8		-8,3 A(-4,6 kW)	6,42492	2,68895	1,35058	3,12039
9		-8,3 A(-4,6 kW)	6,10216	2,53116	1,26825	2,94275



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

10		-8,3 A(-4,6 kW)	5,78184	2,37761	1,18853	2,76911
11		-8,3 A(-4,6 kW)	5,54325	2,26513	1,13039	2,64145
12		-8,3 A(-4,6 kW)	5,29984	2,15197	1,07211	2,51263
13		-8,3 A(-4,6 kW)	5,07656	2,04955	1,01954	2,39571
14		-8,3 A(-4,6 kW)	4,68132	1,87135	0,92847	2,19154
15		0 A(0 kW)	4,45543	1,77121	0,87752	2,07642
16		-8,3 A(-4,6 kW)	4,35827	1,72851	0,85584	2,02725
17		-8,3 A(-4,6 kW)	4,17601	1,64899	0,81554	1,93554
18		-8,3 A(-4,6 kW)	4,09042	1,61191	0,79678	1,89272
19		-8,3 A(-4,6 kW)	4,00823	1,57646	0,77887	1,85174
20		-8,3 A(-4,6 kW)	3,92924	1,54253	0,76174	1,8125
21		-8,3 A(-4,6 kW)	3,86574	1,51535	0,74803	1,78103
22		-8,3 A(-4,6 kW)	3,76826	1,4738	0,72709	1,73289
23		-8,3 A(-4,6 kW)	4,20533	1,66174	0,82199	1,95025
24		-8,3 A(-4,6 kW)	7,82118	3,41058	1,7328	3,92226
25		-8,3 A(-4,6 kW)	7,35344	3,16134	1,5997	3,64733

Resultados Cortocircuito:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	IkMin (kA)
1	1	2	23,35824	5,97827
2	2	3	16,27087	3,18752
3	3	4	11,87336	1,99869
4	4	5	8,70032	1,83992
5	5	6	8,18398	1,56366
6	6	7	7,22346	1,44432
7	7	8	6,78264	1,35058
8	8	9	6,42492	1,26825
9	9	10	6,10216	1,18853
10	10	11	5,78184	1,13039
11	11	12	5,54325	1,07211
12	12	13	5,29984	1,01954
13	13	14	5,07656	0,92847
14	14	15	4,68132	0,87752
15	15	16	4,45543	0,85584
16	16	17	4,35827	0,81554
17	17	18	4,17601	0,79678
18	18	19	4,09042	0,77887
19	19	20	4,00823	0,76174
20	20	21	3,92924	0,74803
21	21	22	3,86574	0,72709
22	15	23	4,45543	0,82199
23	5	24	8,18398	1,7328
24	24	25	7,82118	1,5997

Red Baja Tensión 3.10

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9

C.d.t. máx.(%): 5

Cos ϕ : 0,8

Coef. Simultaneidad: 0.8

Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):

- XLPE, EPR: 90

- PVC: 90

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	Sección (mm ²)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	1	2	27	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	141,09	3x150/80	205,87/0,675	
2	2	3	31	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	141,09	3x150/80	205,87/0,675	
3	3	4	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	141,09	3x150/80	219,6/0,72	



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

4	4	5	30	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	141,09	3x150/80	219,6/0,72	
5	5	6	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	141,09	3x150/80	274,5/0,9	
6	6	7	14	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	132,79	3x150/80	274,5/0,9	
7	7	8	7	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	124,49	3x150/80	274,5/0,9	
8	8	9	7	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	116,19	3x150/80	274,5/0,9	
9	9	10	16	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	107,89	3x150/80	274,5/0,9	
10	10	11	11	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	99,59	3x150/80	274,5/0,9	
11	11	12	7	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	91,29	3x150/80	274,5/0,9	
12	12	13	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	82,99	3x150/80	274,5/0,9	
13	13	14	6	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	74,69	3x150/80	274,5/0,9	
14	14	15	8	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	66,4	3x150/80	274,5/0,9	
15	15	16	11	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	58,1	3x150/80	274,5/0,9	
16	16	17	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	49,8	3x150/80	274,5/0,9	
17	17	18	14	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	41,5	3x150/80	274,5/0,9	
18	18	19	15	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	33,2	3x150/80	274,5/0,9	
19	19	20	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	24,9	3x150/80	274,5/0,9	
20	20	21	12	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	16,6	3x150/80	274,5/0,9	
21	21	22	11	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	8,3	3x150/80	274,5/0,9	
22	17	23	16	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	8,3	3x150/80	274,5/0,9	

Nudo	Tensión Nudo(V)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Min (kA)
1	400	141,09(78,2 kW)	23,11053	23,35824	21,17688	18,16322
2		0 A(0 kW)	16,83336	10,92595	6,51948	11,00952
3		0 A(0 kW)	12,20548	6,24428	3,33967	6,87939
4		0 A(0 kW)	11,15823	5,46826	2,88081	6,10217
5		0 A(0 kW)	8,82356	3,97334	2,03776	4,53477
6		-8,3 A(-4,6 kW)	8,29361	3,67072	1,87299	4,20685
7		-8,3 A(-4,6 kW)	7,58038	3,28127	1,6636	3,77989
8		-8,3 A(-4,6 kW)	7,26629	3,11576	1,57549	3,59682
9		-8,3 A(-4,6 kW)	6,97638	2,96606	1,49623	3,43041
10		-8,3 A(-4,6 kW)	6,39116	2,67229	1,34187	3,10168
11		-8,3 A(-4,6 kW)	6,04137	2,50179	1,25297	2,90959
12		-8,3 A(-4,6 kW)	5,83761	2,40413	1,20227	2,79915
13		-8,3 A(-4,6 kW)	5,59459	2,2892	1,14282	2,6688
14		-8,3 A(-4,6 kW)	5,44331	2,21847	1,10634	2,58838
15		-8,3 A(-4,6 kW)	5,25366	2,13068	1,06117	2,48835
16		-8,3 A(-4,6 kW)	5,01314	2,02069	1,00476	2,36271
17		0 A(0 kW)	4,83191	1,93879	0,96288	2,26891
18		-8,3 A(-4,6 kW)	4,57432	1,82376	0,90424	2,13687
19		-8,3 A(-4,6 kW)	4,32681	1,71473	0,84885	2,01137
20		-8,3 A(-4,6 kW)	4,19062	1,65534	0,81875	1,94287
21		-8,3 A(-4,6 kW)	4,0217	1,58226	0,7818	1,85845
22		-8,3 A(-4,6 kW)	3,87828	1,52071	0,75073	1,78724
23		-8,3 A(-4,6 kW)	4,53972	1,80843	0,89644	2,11925

Resultados Cortocircuito:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	IkMin (kA)
1	1	2	23,35824	6,51948
2	2	3	16,83337	3,33967
3	3	4	12,20548	2,88081
4	4	5	11,15823	2,03776
5	5	6	8,82356	1,87299
6	6	7	8,29361	1,6636
7	7	8	7,58038	1,57549
8	8	9	7,26629	1,49623
9	9	10	6,97638	1,34187
10	10	11	6,39116	1,25297
11	11	12	6,04137	1,20227
12	12	13	5,83761	1,14282
13	13	14	5,59459	1,10634
14	14	15	5,44331	1,06117
15	15	16	5,25366	1,00476
16	16	17	5,01314	0,96288
17	17	18	4,83191	0,90424
18	18	19	4,57432	0,84885
19	19	20	4,32681	0,81875



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

20	20	21	4,19062	0,7818
21	21	22	4,0217	0,75073
22	17	23	4,83191	0,89644

Red Baja Tensión 3.11

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9
C.d.t. máx.(%): 5
Cos ϕ : 0,8
Coef. Simultaneidad: 0.8
Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):
- XLPE, EPR: 90
- PVC: 90

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	Sección (mm2)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	1	2	30	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	157,69	3x150/80	205,87/0,675	
2	2	3	31	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	157,69	3x150/80	205,87/0,675	
5	5	6	20	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	141,09	3x150/80	274,5/0,9	
6	6	7	12	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	132,79	3x150/80	274,5/0,9	
7	7	8	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	124,49	3x150/80	274,5/0,9	
8	8	9	7	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	116,19	3x150/80	274,5/0,9	
10	10	11	7	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	82,99	3x150/80	274,5/0,9	
11	11	12	7	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	74,69	3x150/80	274,5/0,9	
12	12	13	8	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	66,4	3x150/80	274,5/0,9	
13	13	14	20	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	58,1	3x150/80	274,5/0,9	
14	14	15	12	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	49,8	3x150/80	274,5/0,9	
15	15	16	6	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	41,5	3x150/80	274,5/0,9	
16	16	17	12	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	33,2	3x150/80	274,5/0,9	
17	17	18	11	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	24,9	3x150/80	274,5/0,9	
18	18	19	8	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	16,6	3x150/80	274,5/0,9	
19	19	20	9	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	8,3	3x150/80	274,5/0,9	
22	15	23	16	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	8,3	3x150/80	274,5/0,9	
23	5	24	7	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	16,6	3x150/80	219,6/0,72	
24	24	25	8	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	8,3	3x150/80	219,6/0,72	
23	3	5	10	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	157,69	3x150/80	219,6/0,72	
21	9	23	8	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	107,89	3x150/80	274,5/0,9	
22	23	24	7	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	99,59	3x150/80	274,5/0,9	
23	24	10	7	Al/Alm/0.1	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra.	91,29	3x150/80	274,5/0,9	

Nudo	Tensión Nudo(V)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Min (kA)
1	400	157,689(87,4 kW)	23,11053	23,35824	21,17688	18,16322
2		0 A(0 kW)	16,27087	10,21028	5,97827	10,44001
3		0 A(0 kW)	11,87336	5,98988	3,18752	6,62743
5		0 A(0 kW)	10,87517	5,27097	2,76659	5,90051
6		-8,3 A(-4,6 kW)	9,2821	4,24509	2,18732	4,82629
7		-8,3 A(-4,6 kW)	8,52147	3,79939	1,94282	4,34669
8		-8,3 A(-4,6 kW)	8,02463	3,52154	1,79244	4,04395
9		-8,3 A(-4,6 kW)	7,67497	3,33181	1,69061	3,83561
10		-8,3 A(-4,6 kW)	6,74514	2,84867	1,43436	3,29939
11		-8,3 A(-4,6 kW)	6,4935	2,72288	1,36834	3,15849
12		-8,3 A(-4,6 kW)	6,25949	2,60768	1,30812	3,029
13		-8,3 A(-4,6 kW)	6,01141	2,48736	1,24547	2,89329
14		-8,3 A(-4,6 kW)	5,46796	2,22996	1,11226	2,60145
15		0 A(0 kW)	5,18584	2,09952	1,04517	2,45279
16		-8,3 A(-4,6 kW)	5,05525	2,03984	1,01457	2,38461
17		-8,3 A(-4,6 kW)	4,81257	1,93009	0,95844	2,25895
18		-8,3 A(-4,6 kW)	4,60945	1,83935	0,91218	2,15479
19		-8,3 A(-4,6 kW)	4,47204	1,77853	0,88124	2,08485
20		-8,3 A(-4,6 kW)	4,32681	1,71473	0,84885	2,01137



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

23		-8,3 A(-4,6 kW)	4,85141	1,94756	0,96736	2,27897
24		-8,3 A(-4,6 kW)	10,26334	4,8608	2,53211	5,47611
25		-8,3 A(-4,6 kW)	9,63797	4,46278	2,30827	5,05775
23		-8,3 A(-4,6 kW)	7,30961	3,13839	1,5875	3,6219
24		-8,3 A(-4,6 kW)	7,01641	2,98656	1,50706	3,45325

Resultados Cortocircuito:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	IkMin (kA)
1	1	2	23,35824	5,97827
2	2	3	16,27087	3,18752
5	5	6	10,87517	2,18732
6	6	7	9,2821	1,94282
7	7	8	8,52147	1,79244
8	8	9	8,02463	1,69061
10	10	11	6,74514	1,36834
11	11	12	6,4935	1,30812
12	12	13	6,25949	1,24547
13	13	14	6,01141	1,11226
14	14	15	5,46796	1,04517
15	15	16	5,18584	1,01457
16	16	17	5,05525	0,95844
17	17	18	4,81257	0,91218
18	18	19	4,60945	0,88124
19	19	20	4,47204	0,84885
22	15	23	5,18584	0,96736
23	5	24	10,87517	2,53211
24	24	25	10,26334	2,30827
23	3	5	11,87336	2,76659
21	9	23	7,67497	1,5875
22	23	24	7,30961	1,50706
23	24	10	7,01641	1,43436

ANEXO DE CALCULOS CT PREF. Y L.SUBT. M.T. FASE 1

ÍNDICE

1. INTENSIDAD EN ALTA TENSIÓN.
2. INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN.
3. CORTOCIRCUITOS.
 - 3.1. Observaciones.
 - 3.2. Cálculo de corrientes de cortocircuito.
 - 3.3. Cortocircuito en el lado de alta tensión.
 - 3.4. Cortocircuito en el lado de baja tensión.
4. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.
 - 4.1. Comprobación por densidad de corriente.
 - 4.2. Comprobación por sollicitación electrodinámica.
 - 4.3. Comprobación por sollicitación térmica a cortocircuito.
5. SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN.
6. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.
7. DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS.
8. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.
 - 8.1. Investigación de las características del suelo.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

- 8.2. Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.
- 8.3. Diseño de la instalación de tierra.
- 8.4. Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.
- 8.5. Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.
- 8.6. Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación.
- 8.7. Cálculo de las tensiones aplicadas.
- 8.8. Investigación de las tensiones transferibles al exterior.
- 8.9. Corrección del diseño inicial.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

1. INTENSIDAD EN ALTA TENSIÓN.

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

$$I_p = S / (1,732 \cdot U_p) ; \text{ siendo:}$$

S = Potencia del transformador en kVA.

U_p = Tensión compuesta primaria en kV.

I_p = Intensidad primaria en A.

Sustituyendo valores:

Transformador	Potencia (kVA)	U_p (kV)	I_p (A)
trafo 1	630	15	24.25
trafo 2	630	15	24.25

2. INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN.

En un transformador trifásico la intensidad del circuito secundario I_s viene dada por la expresión:

$$I_s = (S \cdot 1000) / (1,732 \cdot U_s) ; \text{ siendo:}$$

S = Potencia del transformador en kVA.

U_s = Tensión compuesta secundaria en V.

I_s = Intensidad secundaria en A.

Sustituyendo valores:

Transformador	Potencia (kVA)	U_s (V)	I_s (A)
trafo 1	630	400	909.35
trafo 2	630	400	909.35

3. CORTOCIRCUITOS.

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 proporcionado por la Cía suministradora.

3.2. Cálculo de corrientes de cortocircuito.

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

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de Alta Tensión:

$$I_{ccp} = S_{cc} / (1,732 \cdot U_p) ; \text{ siendo:}$$

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

U_p = Tensión compuesta primaria en kV.

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

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

$$I_{ccs} = (100 \cdot S) / (1,732 \cdot U_{cc} (\%) \cdot U_s) ; \text{ siendo:}$$

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.

3.3. Cortocircuito en el lado de Alta Tensión.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

Utilizando las expresiones del apartado 3.2.

Scc (MVA)	Up (kV)	Iccp (kA)
500	15	19.25

3.4. Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.

Utilizando las expresiones del apartado 3.2.

Transformador	Potencia (kVA)	Us (V)	Ucc (%)	Iccs (kA)
trafo 1	630	400	4	22.73
trafo 2	630	400	4	22.73

4. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.

Las características del embarrado son:

Intensidad asignada : 630 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.

4.1. 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 Orma-SF6 conforme a la normativa vigente, se garantiza lo indicado para la intensidad asignada de 630 A.

4.2. Comprobación por solicitud electrodinámica.

La resistencia mecánica de los conductores deberá verificar, en caso de cortocircuito que:

$$\sigma_{\text{máx}} \geq (I_{\text{ccp}}^2 \cdot L^2) / (60 \cdot d \cdot W), \text{ siendo:}$$

$\sigma_{\text{máx}}$ = 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 Orma-SF6 conforme a la normativa vigente se garantiza el cumplimiento de la expresión anterior.

4.3. Comprobación por solicitud térmica a cortocircuito.

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

$$I_{\text{th}} = \alpha \cdot S \cdot \sqrt{(\Delta T / t)}, \text{ siendo:}$$

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 por Orma-SF6 conforme a la normativa vigente, se garantiza que:

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



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

5. 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.

Protección trafo 1.

La protección del transformador en AT de este CT se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles combinados, siendo éstos los que efectúan la protección ante cortocircuitos. Estos fusibles son limitadores de corriente, produciéndose su fusión antes de que la corriente de cortocircuito haya alcanzado su valor máximo.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el paso de la punta de corriente producida en la conexión del transformador en vacío.
- Soportar la intensidad nominal en servicio continuo.

La intensidad nominal de los fusibles se escogerá por tanto en función de la potencia:

Potencia (kVA)	In fusibles (A)
630	63

Para la protección contra sobrecargas se instalará un relé electrónico con captadores de intensidad por fase, cuya señal alimentará a un disparador electromecánico liberando el dispositivo de retención del interruptor.

Protección trafo 2.

La protección del transformador en AT de este CT se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles combinados, siendo éstos los que efectúan la protección ante cortocircuitos. Estos fusibles son limitadores de corriente, produciéndose su fusión antes de que la corriente de cortocircuito haya alcanzado su valor máximo.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el paso de la punta de corriente producida en la conexión del transformador en vacío.
- Soportar la intensidad nominal en servicio continuo.

La intensidad nominal de los fusibles se escogerá por tanto en función de la potencia:

Potencia (kVA)	In fusibles (A)
630	63

Para la protección contra sobrecargas se instalará un relé electrónico con captadores de intensidad por fase, cuya señal alimentará a un disparador electromecánico liberando el dispositivo de retención del interruptor.

Protección en Baja Tensión.

En el circuito de baja tensión de cada transformador según RU6302 se instalará un Cuadro de Distribución de 4 salidas con posibilidad de extensionamiento. Se instalarán fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad exigida a esa salida, y un poder de corte mayor o igual a la corriente de cortocircuito en el lado de baja tensión, calculada en el apartado 3.4.

La descarga del trafo al cuadro de Baja Tensión se realizará con conductores XLPE 0,6/1kV 240 mm² Al unipolares instalados al aire cuya intensidad admisible a 40°C de temperatura ambiente es de 390 A.

Para el trafo 1, cuya potencia es de 630 kVA y cuya intensidad en Baja Tensión se ha calculado en el apartado 2, se emplearán 3 conductores por fase y 2 para el neutro.

Para el trafo 2, cuya potencia es de 630 kVA y cuya intensidad en Baja Tensión se ha calculado en el apartado 2, se emplearán 3 conductores por fase y 2 para el neutro.

6. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

Para el cálculo de la superficie mínima de las rejillas de entrada de aire en el edificio del centro de transformación, se utiliza la siguiente expresión:

$$Sr = (Wcu + Wfe) / (0,24 \cdot k \cdot \sqrt{(h \cdot \Delta T^3)}), \text{ siendo:}$$

Wcu = Pérdidas en el cobre del transformador, en kW.

Wfe = Pérdidas en el hierro del transformador, en kW.

k = Coeficiente en función de la forma de las rejillas de entrada de aire, 0,5.

h = Distancia vertical entre centros de las rejillas de entrada y salida, en m.

ΔT = Diferencia de temperatura entre el aire de salida y el de entrada, 15°C.

Sr = Superficie mínima de la rejilla de entrada de ventilación del transformador, en m².

No obstante, puesto que se utilizan edificios prefabricados de Alstom éstos han sufrido ensayos de homologación en cuanto al dimensionado de la ventilación del centro de transformación.

7. DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS.

El pozo de recogida de aceite será capaz de alojar la totalidad del volumen que contiene el transformador, y así es dimensionado por el fabricante al tratarse de un edificio prefabricado.

8. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.

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 de 150 Ωm .

8.2. 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:

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.

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 (Inicial), $I_{dm\acute{a}x}$ (A): 300.

- Duración de la falta.

Desconexión inicial:

Tiempo máximo de eliminación del defecto (s): 1.

8.3. 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.

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.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón n° 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

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 Ω.

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.

8.4. 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 del neutro:
 - Desconocida.
- Nivel de aislamiento de las instalaciones de Baja Tensión, U_{bt} = 10000 V.
- Características del terreno:
 - ρ terreno (Ωxm): 150.
 - ρ_H hormigón (Ωxm): 3000.

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_E), se utilizarán las siguientes fórmulas:

- Resistencia del sistema de puesta a tierra, R_t:

$$R_t = K_r \cdot \rho \ (\Omega)$$

- Intensidad de defecto, I_d:

$$I_d = I_{d\text{máx}} \ (A)$$

- Aumento del potencial de tierra, U_E:

$$U_E = R_t \cdot I_d \ (V)$$

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 70-25/5/00.
- Geometría: Anillo.
- Dimensiones (m): 7x2.5.
- Profundidad del electrodo (m): 0.5.
- Número de picas: 0.
- Longitud de las picas (m): 0.

Los parámetros característicos del electrodo son:

- De la resistencia, K_r (Ω/Ωxm) = 0.108.
- De la tensión de paso, K_p (V/((Ωxm)A)) = 0.0214.
- De la tensión de contacto exterior, K_c (V/((Ωxm)A)) = 0.0645.

Sustituyendo valores en las expresiones anteriores, se tiene:

$$R_t = K_r \cdot \rho = 0.108 \cdot 150 = 16.2 \ \Omega.$$

$$I_d = I_{d\text{máx}} = 300 \ A.$$



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

$$U_E = R_t \cdot I_d = 16.2 \cdot 300 = 4860 \text{ V.}$$

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, $K_r (\Omega/\Omega\text{m}) = 0.135$.

Sustituyendo valores:

$$R_{t_{\text{NEUTRO}}} = K_r \cdot \rho = 0.135 \cdot 150 = 20.25 \Omega.$$

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 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:

$$U_p = K_p \cdot \rho \cdot I_d = 0.0214 \cdot 150 \cdot 300 = 963 \text{ V.}$$

8.6. 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.

$$U_p (\text{acc}) = K_c \cdot \rho \cdot I_d = 0.0645 \cdot 150 \cdot 300 = 2902.5 \text{ V.}$$

8.7. 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:

$$U_p = 10 \cdot U_{ca} \cdot (1 + (2 \cdot R_{ac} + 6 \cdot \rho_s \cdot C_s) / 1000) \text{ V.}$$

$$U_p (\text{acc}) = 10 \cdot U_{ca} \cdot (1 + (2 \cdot R_{ac} + 3 \cdot \rho_s \cdot C_s + 3 \cdot \rho_H \cdot C_H) / 1000) \text{ V.}$$



$$C_s = 1 - 0,106 \cdot [(1 - \rho / \rho_s) / (2 \cdot h_s + 0,106)].$$

$$C_H = 1 - 0,106 \cdot [(1 - \rho / \rho_H) / (2 \cdot h_H + 0,106)].$$

$$t = t' + t'' \text{ s.}$$

Siendo:

U_p = Tensión de paso admisible en el exterior, en voltios.

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

U_{ca} = Tensión de contacto aplicada admisible según ITC-RAT 13 (Tabla 1), en voltios.

R_{ac} = Resistencias adicionales, como calzado, aislamiento de la torre, etc, en Ω .

C_s = Coeficiente reductor de la resistencia superficial del suelo.

C_H = Coeficiente reductor de la resistencia del hormigón.

h_s = Espesor de la capa superficial del terreno, en m.

h_H = Espesor de la capa de hormigón, en m.

ρ = Resistividad natural del terreno, en Ωxm .

ρ_s = Resistividad superficial del suelo, en Ωxm .

ρ_H = Resistividad del hormigón, 3000 Ωxm .

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

t' = Tiempo de desconexión inicial, en segundos.

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

Según el punto 8.2. el tiempo de duración de la falta es:

$$t' = 1 \text{ s.}$$

$$t = t' = 1 \text{ s.}$$

Sustituyendo valores:

$$U_p = 10 \cdot U_{ca} \cdot (1 + (2 \cdot R_{ac} + 6 \cdot \rho_s \cdot C_s) / 1000) = 10 \cdot 107 \cdot (1 + (2 \cdot 2000 + 6 \cdot 150 \cdot 1) / 1000) = 6313 \text{ V.}$$

$$U_p(\text{acc}) = 10 \cdot U_{ca} \cdot (1 + (2 \cdot R_{ac} + 3 \cdot \rho_s \cdot C_s + 3 \cdot \rho_H \cdot C_H) / 1000) = 10 \cdot 107 \cdot (1 + (2 \cdot 2000 + 3 \cdot 150 \cdot 1 + 3 \cdot 3000 \cdot 0.67) / 1000) = 12292.41 \text{ V.}$$

$$C_s = 1 - 0,106 \cdot [(1 - \rho / \rho_s) / (2 \cdot h_s + 0,106)] = 1 - 0,106 \cdot [(1 - 150 / 150) / (2 \cdot 0.1 + 0,106)] = 1$$

$$C_H = 1 - 0,106 \cdot [(1 - \rho / \rho_H) / (2 \cdot h_H + 0,106)] = 1 - 0,106 \cdot [(1 - 150 / 3000) / (2 \cdot 0.1 + 0,106)] = 0.67$$

Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla:

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

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Tensión de paso en el exterior	$U_p = 963 \text{ V.}$	$\leq$	$U_p = 6313 \text{ V.}$
Tensión de paso en el acceso	$U_p(\text{acc}) = 2902.5 \text{ V.}$	$\leq$	$U_p(\text{acc}) = 12292.41 \text{ V.}$

Tensión e intensidad de defecto.

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Aumento del potencial de tierra	$U_E = 4860 \text{ V.}$	$\leq$	$U_{bt} = 10000 \text{ V.}$
Intensidad de defecto	$I_d = 300 \text{ A.}$	$>$	

8.8. 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.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

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 (Dn-p), entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio.

$$Dn-p \geq (\rho \cdot Id) / (2000 \cdot \pi) = (150 \cdot 300) / (2000 \cdot \pi) = 7.16 \text{ m.}$$

Siendo:

ρ = Resistividad del terreno en $\Omega \cdot \text{m}$.

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.

8.9. Corrección del diseño inicial.

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado según se pone de manifiesto en las tablas del punto 8.7.

9. PUENTES MT Y BT

En el presente apartado se pretende justificar que las secciones propuestas para los puentes tanto de alta como de baja tensión indicados en la memoria resultan adecuadas, para lo cual se deberá cumplir, en el caso de funcionamiento a plena potencia del transformador, que la intensidad que circule por los mismos sea inferior a la intensidad térmica admisible del conductor.

9.1. Intensidad en MT

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

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

Siendo:

S Potencia del transformador en kVA.

U_p Tensión del primario del transformador (MT) en kV.

I_p Intensidad del primario del transformador (MT) en A.

A continuación, en la tabla 5 se dan los valores calculados para los casos más habituales de potencia del transformador y tensión del primario.

Tabla 5. Intensidades nominales de primario transformadores

Potencia del transformador (kVA)	Tensión nominal primario (kV)							
	6	10	11	13,2	15	20	25	30
50	4,8	2,9	2,6	2,2	1,9	1,4	1,2	1,0
100	9,6	5,8	5,2	4,4	3,8	2,9	2,3	1,9
160	15,4	9,2	8,4	7	6,2	4,6	3,7	3,1
250	24,1	14,	13,1	10,9	9,6	7,2	5,8	4,8
400	38,5	23,	21	17,5	15,4	11,5	9,2	7,7
630	60,6	36,	33,1	27,6	24,2	18,2	14,5	12,1
1000	--	57,	52,5	43,7	38,5	28,9	23,1	19,2

9.2 Dimensionado de las conexiones MT



Los conductores empleados en la conexión de MT entre el transformador y las celdas tomarán como referencia la norma informativa **DND001 Cables aislados para redes aéreas y subterráneas de Media Tensión hasta 30 kV:**

- Tensión nominal de la red ≤ 20 kV: tensión de aislamiento 12/20 kV y de 95 mm² de sección mínima.
- Tensión nominal de la red > 20 kV y ≤ 30 kV: tensión de aislamiento 18/30 kV y de 150 mm² de sección mínima.

9.2.1 Intensidad máxima admisible para el cable en servicio permanente

Las intensidades máximas admisibles de las secciones indicadas en dicho apartado son las que figuran en la tabla 6. Se han tomado de la ITC-LAT-06 Tablas 6 y 13, para la temperatura máxima admisible de los conductores y condiciones del tipo de instalación allí establecidas.

Tabla 6. Intensidades máximas admisibles conductor

Sección nominal de los conductores mm ²	Instalación al aire	Instalación directamente enterrada
	Cable aislado con XLPE	Cable aislado con XLPE
95	255	205
150	335	260
Temperatura máxima en el conductor: 90° C	- Temperatura del aire: 40° C - Una terna de cables unipolares en contacto mutuo. - Disposición que permita una eficaz renovación del aire.	- Temperatura del terreno: 25° C - 3 cables unipolares en tresbolillo - Profundidad de instalación: 1 m - Resistividad térmica del terreno: 1,5 K·m/W - Temperatura aire ambiente: 40°C

La intensidad máxima en régimen permanente que circulará por estos cables no será superior a 60,6 A según los cálculos que figuran anteriormente, siendo dichos valores muy inferiores a las máximas admisibles por los cables seleccionados (255 A y 335 A respectivamente), en consecuencia, no se tendrá en cuenta el calentamiento en condiciones normales de funcionamiento.

9.2.2 Intensidad máxima admisible para el cable en cortocircuito

La temperatura que puede alcanzar el conductor del cable, como consecuencia de un cortocircuito o sobreintensidad de corta duración, no debe sobrepasar la temperatura máxima admisible de corta duración (para menos de un tiempo t) asignada a los materiales utilizados para el aislamiento del cable.

A estos efectos, se considera el proceso adiabático, es decir que el calor desprendido durante el proceso es absorbido por los conductores.

Se tiene que cumplir que el valor de la integral de Joule durante el cortocircuito tiene que ser menor al valor máximo de la integral de Joule admisible en el conductor.

$$I_{cc3}^2 \cdot t_{cc} \leq I_{cc3Adm}^2 \cdot t_{cc} = (K \cdot S)^2$$

Con esta fórmula se calcula la Intensidad de cortocircuito trifásico admisible del conductor.

$$I_{cc3 Adm} = K \cdot \frac{S}{\sqrt{t_{cc}}}$$

Donde:

$I_{cc3 Adm}$: Intensidad de cortocircuito trifásico calculada con hipótesis adiabática en el conductor,



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

en amperios.

S Sección del conductor, en mm².

K Coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y del tipo de aislamiento. Representa la densidad de corriente admisible para un cortocircuito de 1 segundo y para el caso del conductor de Al con aislamiento XLPE. $K=94 \text{ A/mm}^2$ suponiendo temperatura inicial antes del cortocircuito de 90 °C y máxima durante el cortocircuito de 250 °C.

t_{cc} Duración del cortocircuito, en segundos.

El tiempo máximo de duración del cortocircuito deberá en ningún caso será superior a 1 segundo.

Los valores de cortocircuito máximo admisibles de los conductores especificados en el presente proyecto tipo se detallan en la tabla 7.

Tabla 7. Intensidades de cortocircuito admisibles en los conductores de secciones normalizadas, en kA

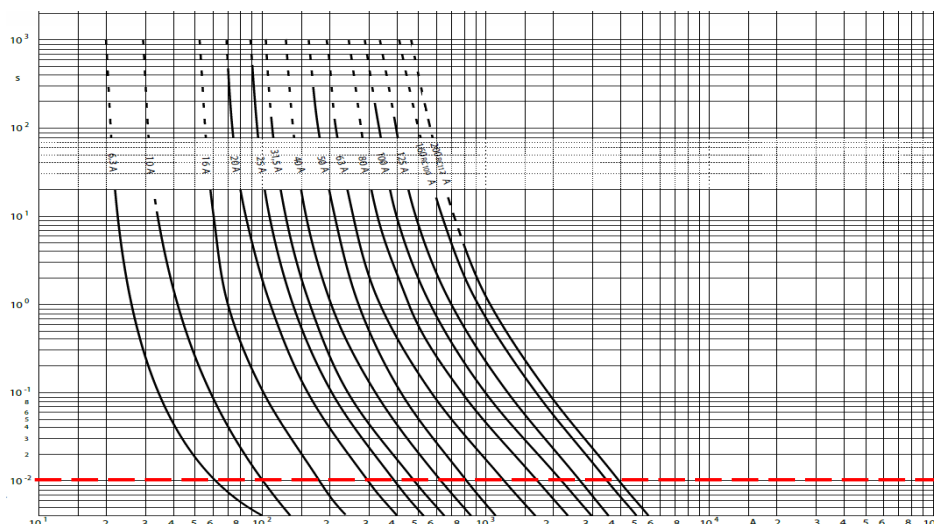
Sección del conductor mm ²	Duración del cortocircuito (s)						
	0,01	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0
95	89,3	28,2	20,0	16,3	12,6	11,5	8,9
150	141,0	44,6	31,5	25,7	19,9	18,2	14,1

El valor de la intensidad de cortocircuito para el diseño del centro de transformación será de 16 ó 20 kA en función de las características de la red a la que se conecte.

Aunque la intensidad de cortocircuito máxima prevista de 20 kA puede llegar a ser superior a la intensidad máxima admisible por los cables de las conexiones de MT, estos últimos están protegidos por los cortacircuitos fusibles de protección del transformador por lo que su dimensionamiento se considera adecuado.

En la gráfica 1 se detallan las curvas de fusión para el calibre de los fusibles habituales. Se observa que para sobreintensidades debidas a eventuales cortocircuitos (kA) el tiempo de actuación de los fusibles de los cortacircuitos es instantáneo (inferior de 10 ms) y para este tiempo de actuación la intensidad máxima admisible de cable de conexión de MT es muy superior a la intensidad de cortocircuito esperada.

Gráfica 1. Curvas fusión fusibles



9.2.3 Intensidad máxima admisible para la pantalla en cortocircuito



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

La intensidad de cortocircuito admisible en la pantalla de aluminio se ha calculado siguiendo la guía de la norma UNE 211003 y el método descrito en la norma UNE 21192.

Se tiene en cuenta que la pantalla de Al es de 0,3 mm de espesor, con una temperatura inicial de 70 °C y una temperatura final de la pantalla de 180 °C.

En la tabla 8 se indican las intensidades máximas de cortocircuito admisibles (kA) por la pantalla de los cables seleccionados, para un tiempo de duración del cortocircuito de 1 segundo.

Tabla 8. Intensidades cortocircuito admisible en pantallas en kA

Sección del conductor mm ²	Intensidad máxima admisible durante 1 segundo (kA)
95 mm ² - 12/20 kV	2,56
150 mm ² - 18/30 kV	2,90

9.3 Intensidad en BT

La intensidad máxima (nominal) que circula por los puentes de BT se puede calcular mediante la fórmula:

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

Siendo:

S Potencia nominal del transformador (kVA).
Us Tensión del secundario del transformador (BT) en kV.
Is Intensidad del secundario del transformador (BT) en A.

A continuación, en la tabla 9 se dan los valores calculados para los casos más habituales de potencia del transformador y tensión del secundario.

Tabla 9. Potencias e intensidades nominales transformadores distribución B1B2

Tensión nominal del secundario (kV)	Potencia del transformador (kVA)	Intensidad nominal del secundario (A)
B1 – 0,23	50	94 (*)
	100	188 (*)
	160	301 (*)
	250	471 (*)
	400	753 (*)
	630	1.186 (*)
B2 – 0,40	50	72
	100	144
	160	231
	250	361
	400	578
	630	910
	1000	1.443



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

(*) En transformadores clase B1B2 se ha considerado un 75% de la potencia nominal para el nivel de tensión B1 (230 V).

9.4 Dimensionado de las conexiones BT

9.5 Intensidad máxima

Según la Tabla 11 de la ITC-BT-07 para conductores de 240 mm² de aluminio con aislamiento XLPE, la intensidad máxima admisible ($I_{m\acute{a}x}$) es de 420 A.

El cálculo de las conexiones de BT se realiza partir de la máxima corriente admisible por los conductores aplicando los siguientes factores correctores debidos a las condiciones particulares de instalación (instalación al aire, apartado 3.1.4 de la ITC-BT-07):

- Temperatura del aire circundante superior a 40°C. Consideraremos una temperatura de 50° C, para la que el factor de corrección a aplicar resulta ser $f_1 = 0,90$ (Tabla 13).

Tabla 10. Puentes de BT (Tensión B2)

Potencia del trafo (kVA)	Tensión del secundario				
	B2 (400 V)				$I_{adm} = f_1 \cdot I_{m\acute{a}x}$
	Composición del puente - mm ² Al (fases+neutro)	I_n (A)	$I_{m\acute{a}x}$ (A)	f_1	
50	3x1x240+1x240	72	420	0,9	378
100	3x1x240+1x240	144	420	0,9	378
160	3x1x240+1x240	231	420	0,9	378
250	3x1x240+1x240	361	420	0,9	378
400	3x2x240+1x240	577	840	0,9	756
630	3x3x240+2x240	909	1.260	0,9	1.134
1.000	3x4x240+2x240	1.443	1.680	0,9	1.512

Tabla 11. Puentes de BT (Tensión B1)

Potencia del trafo (kVA)	Tensión del secundario				
	B1 (230 V)				$I_{adm} = f_1 \cdot I_{m\acute{a}x}$
	Composición del puente - mm ² Al (fases+neutro)	I_n (A)	$I_{m\acute{a}x}$ (A)	f_1	
50	3x1x240+1x240	94	420	0,9	378
100	3x1x240+1x240	188	420	0,9	378
160	3x1x240+1x240	301	420	0,9	378
250	3x2x240+1x240	471	840	0,9	756
400	3x3x240+2x240	753	1.260	0,9	1.134
630	3x4x240+2x240	1.186	1.680	0,9	1.512



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

Se cumple que la intensidad admisible es superior a la nominal del transformador, por lo que se concluye que el puente está adecuadamente dimensionado.

10 – JUSTIFICACIÓN DE SECCIÓN (LÍNEA SUB. DE M.T.).

10.1 Introducción

Para la justificación de los cálculos en los que se basen los proyectos de las LSMT se seguirán las prescripciones indicadas en la ITC-LAT-6 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en las líneas eléctricas de alta tensión.

En este apartado se detalla y justifica el cálculo de los siguientes parámetros:

- Intensidades máximas admisibles para el cable.
 - o En servicio permanente.
 - o En cortocircuito durante un tiempo determinado.
- Pérdidas de potencia.
- Caída de tensión de la línea

10.2 Características Eléctricas del conductor

Para la realización de los cálculos justificativos se tendrán en cuenta las características del conductor que se detallan en la norma de referencia informativa **DND001 Cables aislados para redes aéreas y subterráneas de Media Tensión hasta 30 kV.**

Resistencia del conductor

La resistencia del conductor varía con la temperatura de funcionamiento de la línea. Se adopta como temperatura máxima del conductor en régimen permanente 90 °C. El incremento de resistencia en función de la temperatura viene determinado por la expresión:

$$R = R_{20^{\circ}\text{C}} \cdot (1 + \alpha \cdot (\theta - 20^{\circ}\text{C}))$$

Siendo:

- α Coeficiente de temperatura del aluminio, $\alpha = 0,00403 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$,
- θ Temperatura máxima del conductor, se adopta el valor correspondiente a 90°C.
- $R_{20^{\circ}\text{C}}$ Resistencia del conductor a 20 °C.

Los valores de resistencia para los valores indicados a la temperatura estándar (20 °C) y máxima (90 °C) son:

Tabla 1. Resistencia de los conductores

Conductor	Sección nominal	Resistencia máxima a 20 °C (Ω/km)	Resistencia máxima a 90 °C (Ω/km)
RH5Z1	150	0,206	0,264
	240	0,125	0,160
	400	0,0778	0,100

Reactancia del cable



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

La reactancia depende de la geometría y diseño del conductor. Las reactancias de los cables especificados para disposición las tres fases por un mismo tubo y dispuestos en triángulo son:

Tabla 2. Reactancia de los conductores

Conductor	Sección nominal	Reactancia cable 12/20 kV (Ω/km)	Reactancia cable 18/30 kV (Ω/km)
RH5Z1	150	0,114	0,123
	240	0,106	0,114
	400	0,099	0,106

10.3 Intensidades máximas admisibles para el cable

10.3.1 Intensidad máxima admisible para el cable en servicio permanente

Para cada instalación, dependiendo de sus características, configuración, condiciones de funcionamiento, tipo de aislamiento, etc., se justificará y calculará la intensidad máxima permanente del conductor, con el fin de no superar la temperatura máxima asignada del mismo.

Según se establece en la ITC-LAT-6, el aumento de temperatura provocado por la circulación de la intensidad calculada, no debe dar lugar a una temperatura en el conductor superior a la prescrita en la tabla 3.

Tabla 3. Temperaturas máximas admisibles aislamiento conductores

Tipo de aislamiento seco	Servicio permanente	Cortocircuit o θ_{cc} ($t \leq 5s$)
Polietileno reticulado XLPE	90 °C	250 °C

Los valores de intensidad máxima admisible según la ITC-LAT-6 para las condiciones estándar que se describen a continuación son los indicados en la tabla 4.

- Temperatura máxima en el conductor: 90 °C.
- LSMT en servicio permanente .
- 3 cables unipolares en trébol, dentro de un tubo.
- Profundidad de instalación: 1 m.
- Resistividad térmica del terreno: 1,5 K·m/W.
- Temperatura ambiente del terreno a la profundidad indicada: 25 °C.
- Temperatura del aire ambiente: 40 °C.

Tabla 4. Intensidades máximas admisibles en conductores XLPE, Al, bajo tubo.

Sección nominal de los conductores	Intensidad máxima admisible, I, en A (Cables unipolares en triángulo en contacto)
150	245
240	320
400	415



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

En el caso en que no se cumplan las condiciones descritas anteriormente, la intensidad admisible deberá corregirse teniendo en cuenta cada una de las magnitudes de la instalación real que difieran de aquellas.

Las condiciones a considerar para la corrección del valor de la intensidad admisible son las siguientes:

- Temperatura del terreno.
- Agrupación de los circuitos.
- Resistividad térmica del terreno.
- Profundidad de la instalación.

Tras la aplicación de los diferentes factores correctores, debe cumplirse que el aumento de temperatura provocado por la circulación de la intensidad calculada no dé lugar a una temperatura, en el conductor, superior a la prescrita en la tabla 3.

Factor relativo a cables enterrados bajo tubo en terrenos cuya temperatura sea distinta de 25°C (Fct)

En la tabla 5 se indican los factores de corrección F, de la Intensidad admisible para temperaturas del terreno distintas de 25°C, en función de la temperatura máxima asignada al conductor.

Tabla 5. Factor de corrección, Fct, para temperatura del terreno distinta a 25 °C

Temperatura °C, en servicio permanente, θs	Temperatura del terreno, en °C, θt								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
90	1,11	1,07	1,04	1	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78

El factor de corrección para otras temperaturas del terreno distintas de las tablas será:

$$F_{ct} = \sqrt{\frac{\theta_s - \theta_t}{\theta_s - 25}}$$

Factor relativo a agrupación de circuitos (Fca):

En el caso de que la LSMT se componga de una agrupación de tubos, la intensidad admisible dependerá del tipo de agrupación empleado y variará para cada cable o terna según esté colocado en un tubo central o periférico. Cada caso deberá estudiarse individualmente por el proyectista. Además se tendrán en cuenta los coeficientes aplicables en función de la temperatura y resistividad térmica del terreno y profundidad de la instalación.

Para ternas de cable enterradas en una zanja en el interior de tubos, se aplicarán los coeficientes indicados en la Tabla 6.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

Tabla 6. Coeficiente corrector por agrupación de cables

Circuitos en tubulares soterrados (un circuito trifásico por tubo)			
Tubos dispuestos en plano horizontal			
Circuitos agrupados	Distancias entre tubos en mm		
	Contacto	200	400
2	0,8	0,83	0,87
3	0,7	0,75	0,8
4	0,64	0,7	0,77

Factor relativo a Resistividad Térmica del terreno (F_{crt}):

Cables instalados en tubos, un circuito por tubo, enterrados en terrenos de resistividad térmica distinta de 1,5 K·m/W.

Tabla 7. Coeficiente corrector para resistividad térmica del terreno distinta a 1,5 K·m/W.

Sección del conductor	Resistividad del terreno (K·m/W)						
	0.8	0.9	1	1.5	2	2.5	3
150	1,1	1,12	1,1	1	0,93	0,87	0,82
240	1,1	1,12	1,1	1	0,92	0,86	0,81
400	1,1	1,13	1,1	1	0,92	0,86	0,81

La resistividad térmica del terreno en función de su naturaleza y humedad viene dada en la tabla 8.

Tabla 8. Resistividad térmica del terreno

Resistividad térmica del terreno (K m/W)	Naturaleza del terreno y grado de humedad
0,40	Inundado
0,50	Muy húmedo
0,70	Húmedo
0,85	Poco húmedo
1,00	Seco
1,20	Arcilloso muy seco
1,50	Arenoso muy seco
2,00	De piedra arenisca
2,50	De piedra caliza
3,00	De piedra granítica

Factor relativo a la Profundidad de la instalación (F_{cp}):

Cables instalados en tubos a distintas profundidades



Tabla 9. Coeficiente corrector para distintas profundidades de soterramiento

Profundidad (m)	En tubular con sección	
	<= 185 mm ²	> 185 mm ²
0,50	1,06	1,08
0,60	1,04	1,06
0,80	1,02	1,03
1,00	1,00	1,00
1,25	0,98	0,98
1,50	0,97	0,96
1,75	0,96	0,95
2,00	0,95	0,94
2,50	0,93	0,92
3,00	0,92	0,91

En base a los factores expuestos, la intensidad admisible permanente del conductor se calculará por la siguiente expresión:

$$I_{ad} = I \cdot F_{ct} \cdot F_{crt} \cdot F_{ca} \cdot F_{cp}$$

Donde:

I_{adm}	Intensidad máxima admisible en servicio permanente, en A.
I	Intensidad del conductor sin coeficientes de corrección, en A.
F_{ct}	Factor de corrección debido a la temperatura del terreno.
F_{crt}	Factor de corrección debido a la resistividad del terreno.
F_{ca}	Factor de corrección debido a la agrupación de circuitos.
F_{cp}	Factor de corrección debido a la profundidad de soterramiento.

Por tanto, sustituyendo valores:

$$I_{ad} = I \cdot F_{ct} \cdot F_{crt} \cdot F_{ca} \cdot F_{cp}$$

$$I_{ad} = 320 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 0,8 \cdot 0,98 = 320 \cdot 0,862 = 275,97A$$

10.3.2 Intensidad máxima admisible para el cable en cortocircuito

La temperatura que puede alcanzar el conductor del cable, como consecuencia de un cortocircuito o sobreintensidad de corta duración, no debe sobrepasar la temperatura máxima admisible de corta duración (para menos de un tiempo t) asignada a los materiales utilizados para el aislamiento del cable.

A estos efectos, se considera el proceso adiabático, es decir que el calor desprendido durante el proceso es absorbido por los conductores.

Se tiene que cumplir que el valor de la integral de Joule durante el cortocircuito tiene que ser menor al valor máximo de la integral de Joule admisible en el conductor.

$$I_{cc3}^2 \cdot t_{cc} \leq I_{cc3Adm}^2 \cdot t_{cc} = (K \cdot S)^2$$



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

Con esta fórmula se calcula la Intensidad de cortocircuito trifásico admisible del conductor.

$$I_{cc3\text{ Adm}} = K \cdot \frac{S}{\sqrt{t_{cc}}}$$

Donde:

I_{cc3 Adm}	Intensidad de cortocircuito trifásico calculada con hipótesis adiabática en el conductor, en amperios.
S	Sección del conductor, en mm².
K	Coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y del tipo de aislamiento. Representa la densidad de corriente admisible para un cortocircuito de 1 segundo y para el caso del conductor de Al con aislamiento XLPE. K=94 A/mm² suponiendo temperatura inicial antes del cortocircuito de 90 °C y máxima durante el cortocircuito de 250 °C.
t_{cc}	Duración del cortocircuito, en segundos.

El tiempo máximo de duración del cortocircuito deberá ser proporcionado por EDE.

Los valores de cortocircuito máximo admisibles de los conductores especificados en el presente proyecto tipo se detallan en la tabla 10.

Tabla 10. Corrientes de cortocircuito admisibles en los conductores de secciones normalizadas, en kA

Sección del conductor mm²	Duración del cortocircuito (s)									
	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
150	44,6	31,5	25,7	19,9	18,2	14,1	11,5	10,0	8,9	8,1
240	71,3	50,4	41,2	31,9	29,1	22,6	18,4	16,0	14,3	13,0
400	118,9	84,1	68,6	53,2	48,5	37,6	30,7	26,6	23,8	21,7

El valor de la intensidad de cortocircuito para el cálculo de la LSMT será de 16 ó 20 kA en función de las características de la red a la que se conecte.

Se comprobará que la intensidad de cortocircuito para el cálculo de la red (16 kA o 20 kA) será inferior a la intensidad de cortocircuito admisible en los conductores según la duración del mismo (véase tabla 10).

10.3.3 Intensidad máxima admisible para la pantalla en cortocircuito

La intensidad de cortocircuito admisible en la pantalla de aluminio se ha calculado siguiendo la guía de la norma UNE 211003 y el método descrito en la norma UNE 21192.

Se tiene en cuenta que la pantalla de Al es de 0,3 mm de espesor, con una temperatura inicial de 70 °C y una temperatura final de la pantalla de 180 °C.

En la tabla 11 se indican las intensidades máximas de cortocircuito admisibles (kA) por la pantalla de los cables seleccionados, para diferentes tiempos de duración del cortocircuito.

Tabla 11. Intensidades cortocircuito admisible en pantallas en kA



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

Conductor	Sección mm ²	Tiempo de cortocircuito en s							
		0,2	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3
12/20 kV	150	5,55	4,67	3,79	2,90	2,50	2,26	2,09	1,97
	240	6,53	5,50	4,46	3,41	2,94	2,66	2,46	2,31
	400	7,51	6,32	5,13	3,93	3,38	3,06	2,83	2,66
18/30 kV	150	6,53	5,50	4,46	3,41	2,94	2,66	2,46	2,31
	240	7,51	6,32	5,13	3,93	3,38	3,06	2,83	2,66
	400	8,49	7,15	5,80	4,44	3,82	3,45	3,20	3,01

Se comprobará, de acuerdo a la instalación proyectada, que las intensidades de cortocircuito por la pantalla calculadas en el punto de cortocircuito (cortocircuito monofásico) quedan por debajo de los valores de intensidad de cortocircuito máxima admisibles definidos en la tabla 11.

10.4 Protecciones

Para la protección contra sobreintensidades, cortocircuitos y sobrecargas se cumplirá con lo indicado en la ITC-LAT-06 apartado 7.1. De igual forma para la protección contra sobretensiones lo indicado en el apartado 7.2 de la misma ITC.

10.5 Pérdidas de potencia

Las pérdidas de potencia de una línea vendrán dadas por la siguiente expresión:

En valor absoluto:

$$P_p = \frac{P^2 \cdot L \cdot R_{90}}{U^2 \cdot (\cos \varphi)^2}$$

En valor porcentual:

$$P_p(\%) = \frac{P \cdot L \cdot R_{90}}{10 \cdot U^2 \cdot (\cos \varphi)^2}$$

Donde:

P Potencia a transportar, en kW.
L longitud de la línea, en km.
U Tensión nominal de la línea, en kV.
R₉₀ Resistencia del conductor a 90°C en Ω/km.
cos φ Factor de potencia de la instalación.

Calculando la P a transportar con la expresión,

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

Donde:

P Potencia a transportar, en kW.
U Tensión nominal de la línea, en kV.
I Intensidad de la línea en A.
cos φ Factor de potencia de la instalación.

Por tanto:

Red Alta Tensión 1

$$P_p = \frac{P^2 \cdot L \cdot R_{90}}{U^2 \cdot (\cos \varphi)^2} = \frac{1260^2 \cdot 0,2 \cdot 0,16}{15^2 \cdot (0,8)^2} = 352,8$$



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón n° 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

$$P_p(\%) = \frac{P \cdot L \cdot R_{90}}{10 \cdot U^2 \cdot (\cos\varphi)^2} = \frac{1260 \cdot 0,002 \cdot 0,16}{10 \cdot 15^2 \cdot (0,8)^2} = 0,028$$

10.6 Caída de tensión

La caída de tensión se calculará en el punto final del tramo (L) proyectado mediante la siguiente expresión:

En valor absoluto:

$$U_c = \frac{P \cdot L}{U} \cdot (R_{90} + X \cdot \tan\varphi)$$

En valor porcentual:

$$U_c(\%) = \frac{P \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R_{90} + X \cdot \tan\varphi)$$

Donde:

P	Potencia a transportar, en kW.
L	longitud de la línea, en km.
U	Tensión nominal de la línea, en kV.
R_{90}	Resistencia del conductor a 90°C en Ω/km .
X	Reactancia de la línea, en Ω/km .
$\tan \varphi$	Tangente del ángulo definido por el factor de potencia.

Por tanto:

$$U_c = \frac{1260 \cdot 0,200}{15} \cdot (0,16 + 0,114 \cdot 0,75) = 4,1$$

$$U_c(\%) = \frac{P \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R_{90} + X \cdot \tan\varphi) = \frac{1260 \cdot 0,002}{10 \cdot 15^2} \cdot (0,16 + 0,114 \cdot 0,75) = 0,17$$

Red Alta Tensión 1

Red Alta Tensión 1

Las características generales de la red son:

Tensión(V): 15000
C.d.t. máx.(%): 5
Cos φ : 0,8
Coef. Simultaneidad: 1
Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón n° 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

- Conductores aislados: 90
- Conductores desnudos: 90

A continuación se presentan los resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu (mΩ/m)	Canal.	Designación	Polar.	I. Cálculo (A)	Sección (mm ²)	D.tubo (mm)	I. Admisi. (A)/Fci
1	1	2	60	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	48,5	3x240	200	275,84/0,862
2	2	3	60	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	48,5	3x240	200	275,84/0,862
3	3	4	46	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	48,5	3x240	200	275,84/0,862
4	4	5	11	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	48,5	3x240	200	275,84/0,862
5	5	6	11	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	48,5	3x240	200	275,84/0,862

Nudo	Tensión Nudo (V)	Carga Nudo
1	15.000	48,497 A(1.260 kVA)
2	14.998,938	0 A(0 kVA)
3	14.997,875	0 A(0 kVA)
4	14.997,061	0 A(0 kVA)
5	14.996,866	0 A(0 kVA)
6	14.996,671	-48,497 A(-1.260 KVA)

CONCLUSION.

Con los calculos expuestos se considera justificada la instalacion.

En Sevilla, enero de 2026

Fdo. Amaya Jiménez Ortega



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

PRESUPUESTO



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

1.- MEDICIONES Y PRESUPUESTO.

FASE 1

CAPITULO 1.- REDES DE BAJA TENSIÓN AEREAS.

CANTIDAD	Ud.	DESCRIPCION	PRECIO Ud. (€)	TOTAL (€)
4.895	m.	Trenz.Neut.Fi RZ Fca Tetra. 3x150Al/80Alm posado en fachada	36	176.220

TOTAL CAPÍTULO 1

176.220,00€

CAPITULO 2.- RED DE BAJA TENSIÓN SUBTERRANEA.

CANTIDAD	Ud.	DESCRIPCION	PRECIO Ud. (€)	TOTAL (€)
110	m.	Canalización en con 3 tubos de 160 mm de diámetro	32	3.520
1	Ud	Arqueta tipo A2.	500	500
3	Ud	Arqueta tipo A1.	350	1.050
240	m.	Suministro y Tendido en tubular 1C. XZ1 (3x1x240)+(3x1x150)	27	6.480

TOTAL CAPÍTULO 2

11.550,00€

FASE 2

CAPITULO 3.- LÍNEA SUBTERRÁNEA DE M.T

CANTIDAD	Ud.	DESCRIPCION	PRECIO Ud. (€)	TOTAL (€)
190	Ud.	Canalización de 3 Tubos para Red de M.T.	110	20.900
4	Ud.	Arqueta Prefabricada A2 .	500	2.500
2	Ud.	Arqueta Prefabricada A1 .	350	700



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

400	Ud	Tendido de Conductor M.T 3x1x240 Al 18/30KV. Inclusive conexión en ambos extremos.	30	12.000
-----	----	--	----	--------

TOTAL CAPÍTULO 3

36.100,00€

CAPITULO 4.- NUEVO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CT 2

CANTIDAD	Ud.	DESCRIPCION	PRECIO Ud. (€)	TOTAL (€)
1	Ud.	Edificio Prefabricado	12.000	12.000
2	Ud.	Transformador de potencia de 630 KVA, totalmente instalado.	9.200	18.400
2	Ud.	Puentes de M.T	750	1.500
2	Ud.	Puentes de B.T	450	900
1	Ud.	Compacto ormazabal CGMCOSMOS-2L+2P motorizada norma global	11.500	11.500
2	Ud	Cuadro de B.T 8 salidas CBTO AS8 1600 4BTVC Ni SOS.	3.100	6.200
1	Ud	Puesta a Tierra del C.T	1.300	1.300
1	Ud	Equipo de Seguridad	350	350

TOTAL CAPÍTULO 4

52.150,00€

CAPITULO 5.- REDES DE BAJA TENSIÓN SUBTERRANEAS.

CANTIDAD	Ud.	DESCRIPCION	PRECIO Ud. (€)	TOTAL (€)
1.005	m.	Canalización en de 5/3 tubos de 160 mm de diámetro	52	52.260
8	Ud	Arqueta tipo A2.	500	4.000
48	Ud	Arqueta tipo A1.	350	16.800
2.790	m.	Suministro y Tendido en tubular 1C. XZ1 (3x1x240)+(3x1x150)	27	75.330

TOTAL CAPÍTULO 5

148.390,00€



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

2. RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO 1.- REDES DE BAJA TENSIÓN AEREAS.	176.220,00€
CAPITULO 2.- RED DE BAJA TENSIÓN SUBTERRANEA	11.550,00€
CAPITULO 3.- LÍNEA SUBTERRÁNEA DE M.T	36.100,00€
CAPITULO 4.- CENTRO DE DISTRIBUCIÓN CT 2	52.150,00€
CAPITULO 5.- REDES DE BAJA TENSIÓN SUBTERRANEAS	148.390,00€
TOTAL PRESUPUESTO	424.410,00€

Asciende el presente presupuesto a la expresada cantidad de
CUATROCIENTOS VIENTICUATRO MIL CUATROCIENTOS DIEZ EUROS.

En Sevilla, enero de 2026

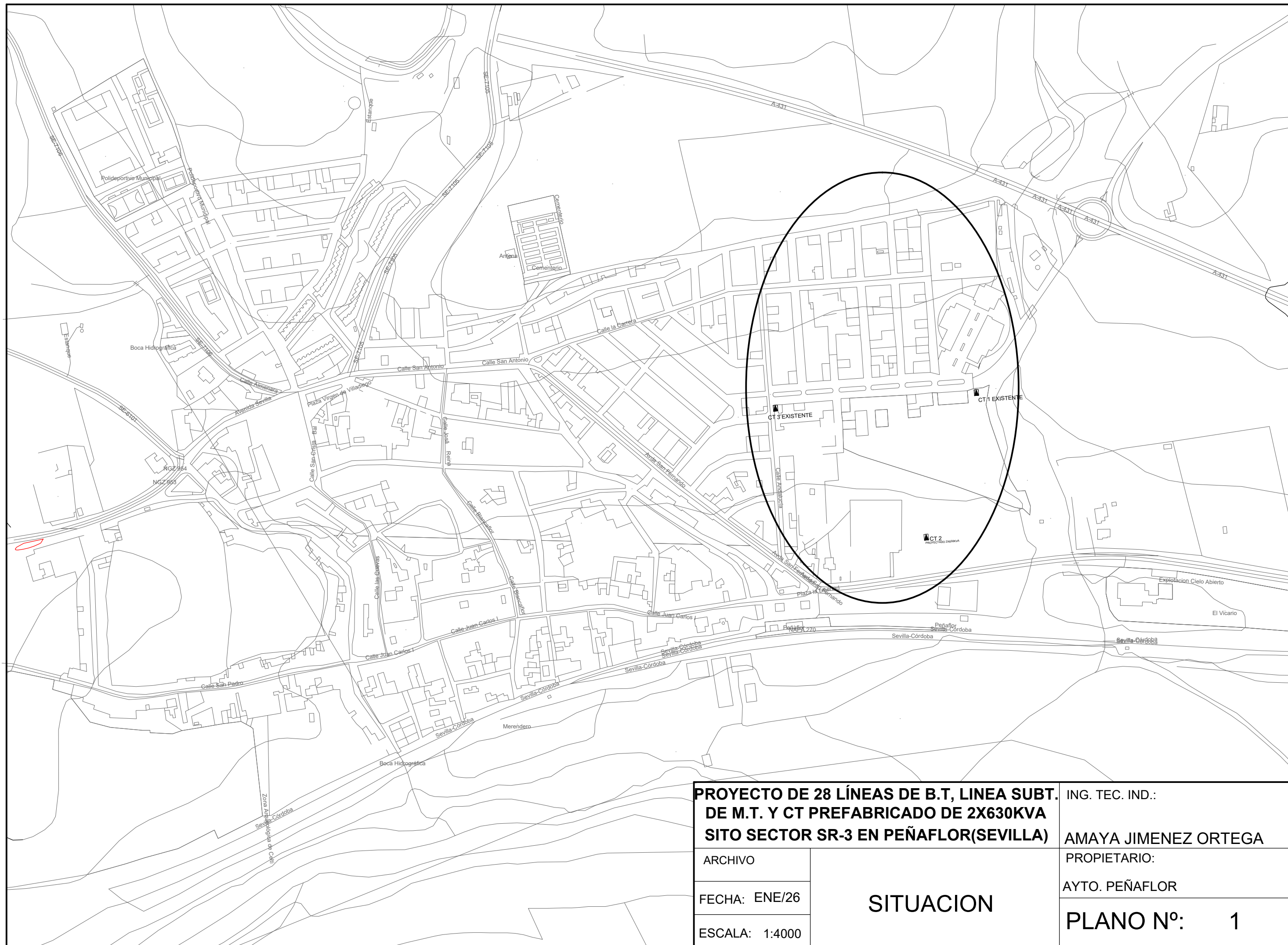
Fdo. Amaya Jiménez Ortega



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

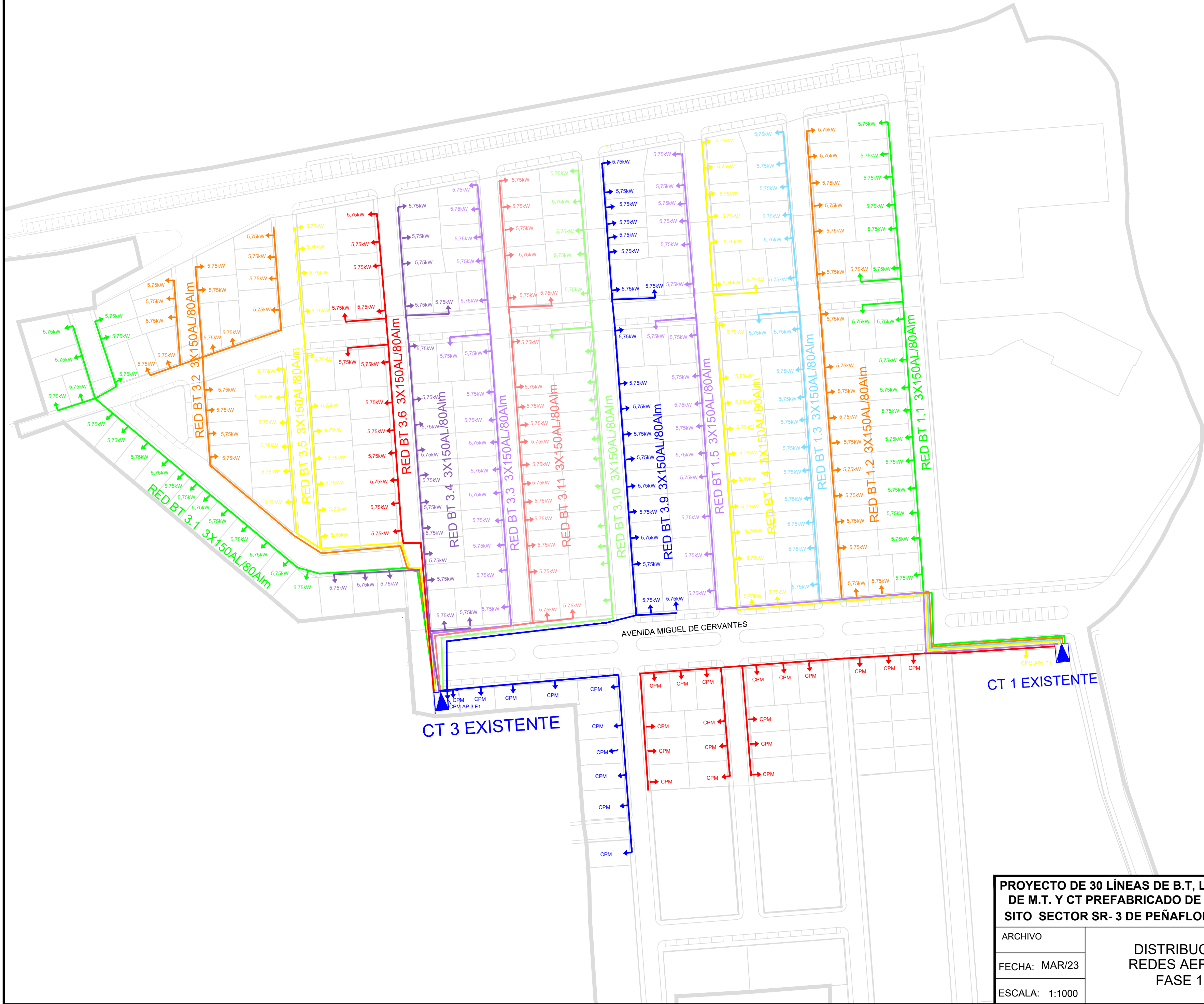
PLANOS



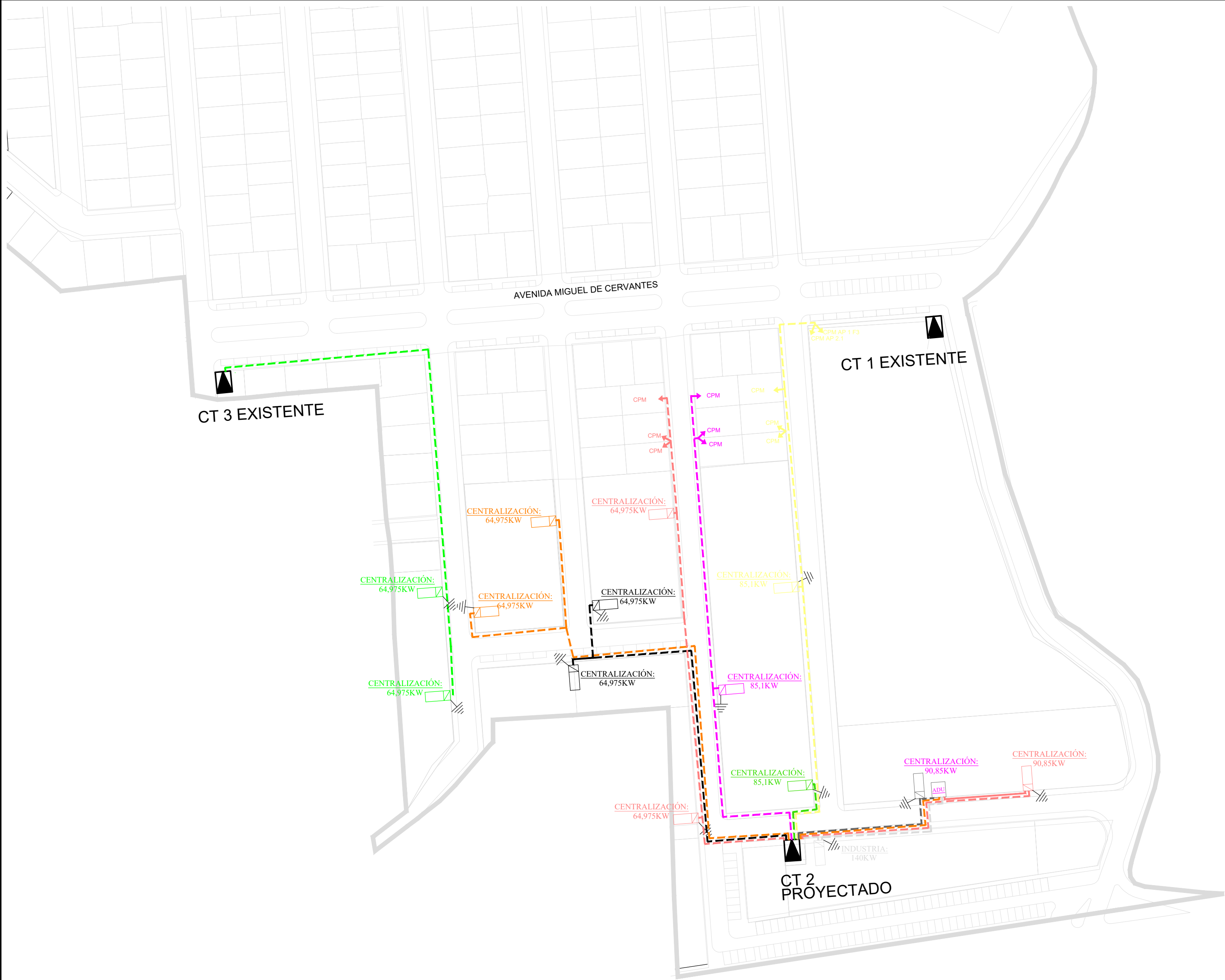


- RED BT 1.7 2(3X240+1X150)mm²Al
- CS+CGP-CENTRALIZACIÓN
- PAT NEUTRO

PROYECTO DE 28 LÍNEAS DE B.T, LINEA SUBT. DE M.T. Y CT PREFABRICADO DE 2X630KVA		ING. TEC. IND.:	
SITO SECTOR SR-3 EN PEÑAFLORES (SEVILLA)		AMAYA JIMENEZ ORTEGA	
ARCHIVO	DISTRIBUCION REDES SUBT BT FASE 1	PROPIETARIO:	
FECHA: ENE/26		AYTO. PEÑAFLORES	
ESCALA: 1:1000		PLANO Nº: 2	



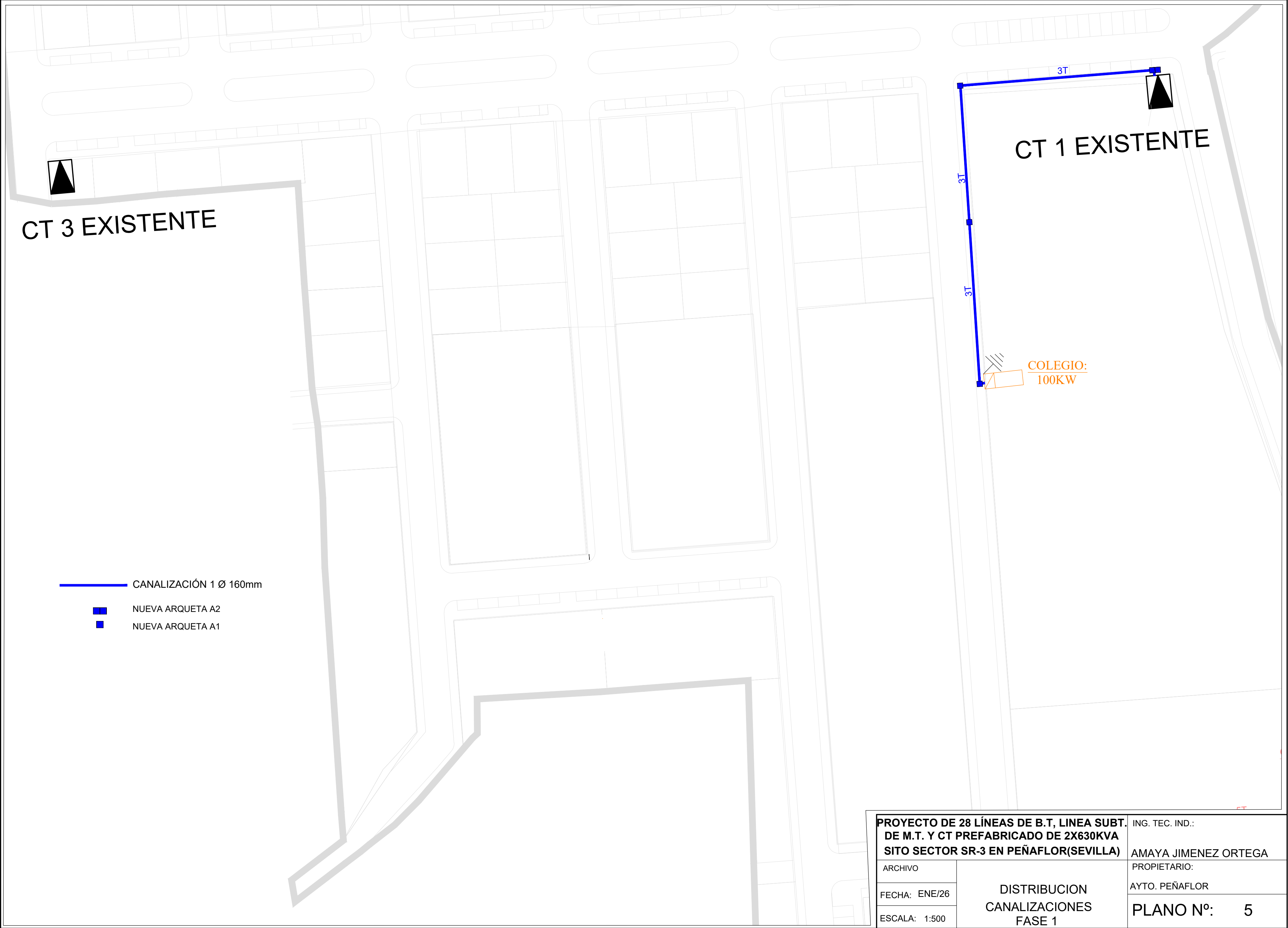
PROYECTO DE 30 LÍNEAS DE B.T, LINEA SUBT. DE M.T. Y CT PREFABRICADO DE 2X630KVA SITO SECTOR SR- 3 DE PEÑAFLO(SEVILLA)		ING. TEC. IND.:
ARCHIVO	DISTRIBUCION REDES AEREAS FASE 1	AMAYA JIMENEZ ORTEGA
FECHA: MAR/23		PROPIETARIO:
ESCALA: 1:1000		AYTO. PEÑAFLO
		PLANO Nº: 3



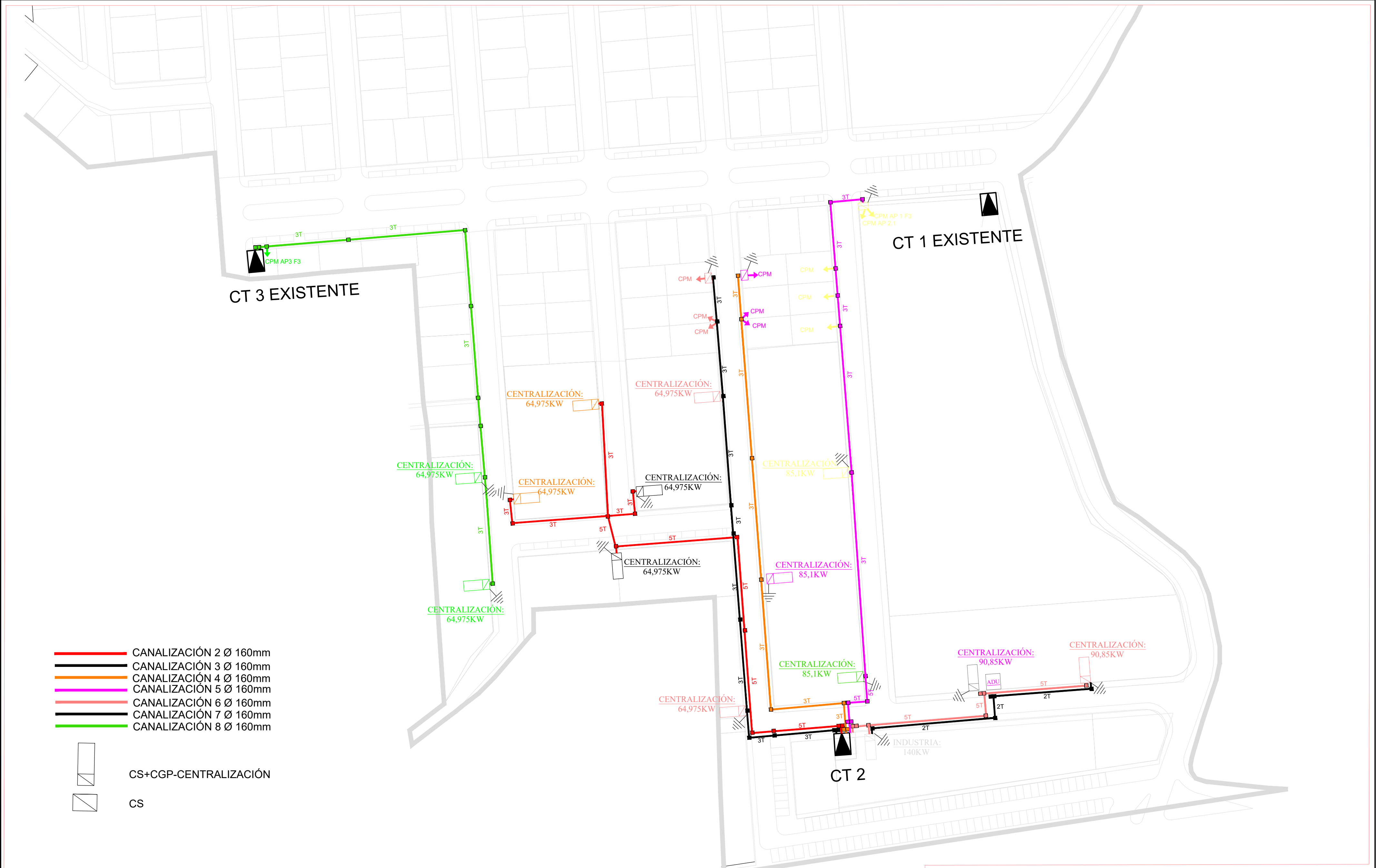
- RED BT 2.1 2(3X240+1X150)mm²Al
- RED BT 2.2 2(3X240+1X150)mm²Al
- RED BT 2.3 2(3X240+1X150)mm²Al
- RED BT 2.4 2(3X240+1X150)mm²Al
- RED BT 2.5 2(3X240+1X150)mm²Al
- RED BT 2.6 (3X240+1X150)mm²Al
- RED BT 2.7 (3X240+1X150)mm²Al
- RED BT 2.8 (3X240+1X150)mm²Al
- RED BT 2.9 (3X240+1X150)mm²Al
- CIRCUITO 0 (3X240+1X150)mm²Al
- RED BT 3.8 2(3X240+1X150)mm²Al

- CAJA DE SECCIONAMIENTO
- CS+CGP-CENTRALIZACIÓN
- PAT NEUTRO
- ADU ARMARIO DISTRIBUCIÓN URBANA

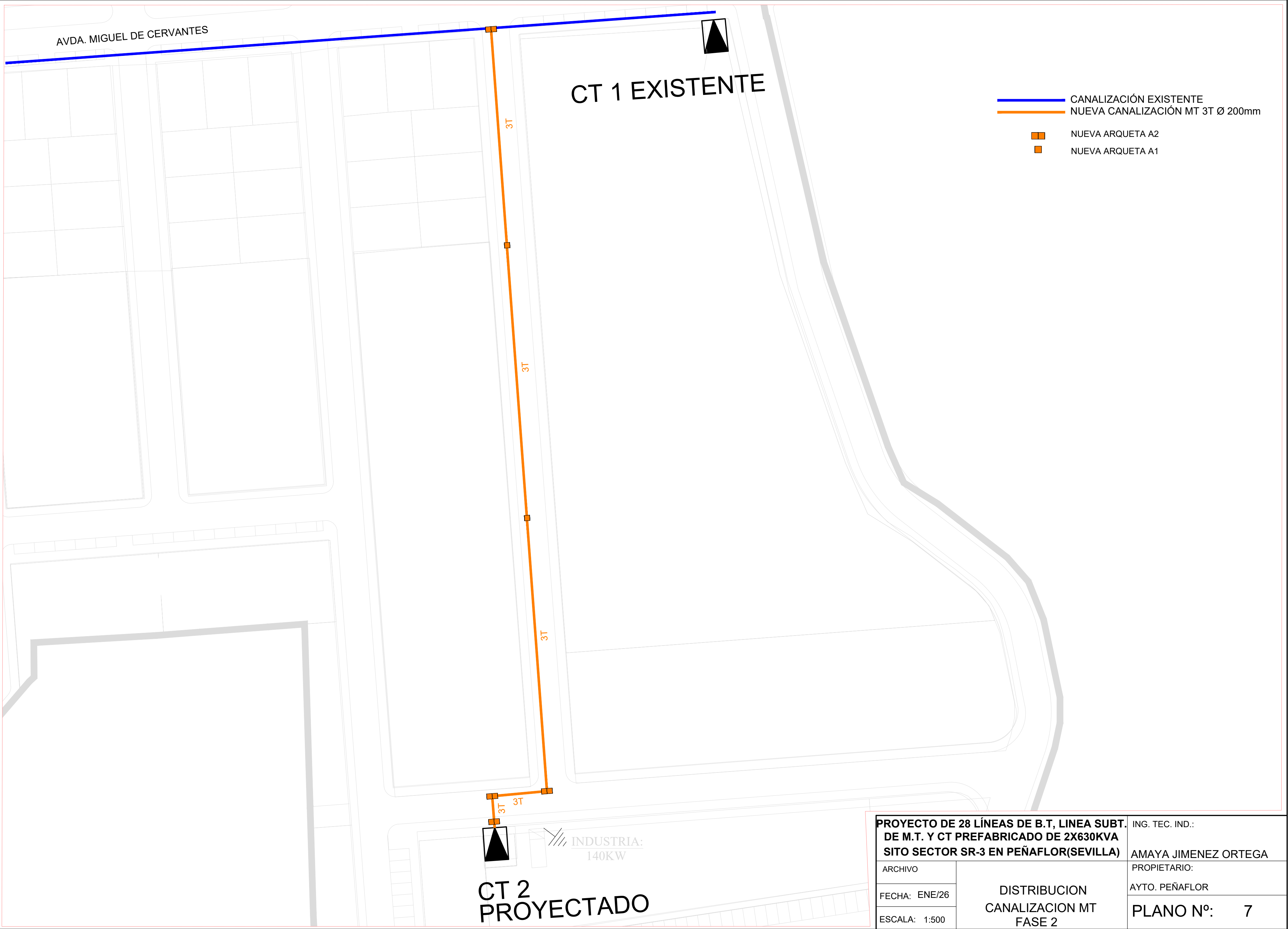
PROYECTO DE 28 LÍNEAS DE B.T, LINEA SUBT. DE M.T. Y CT PREFABRICADO DE 2X630KVA SITO SECTOR SR-3 EN PEÑAFLO(SEVILLA)		ING. TEC. IND.:
ARCHIVO	DISTRIBUCION REDES SUBT FASE 2	AMAYA JIMENEZ ORTEGA
FECHA: ENE/26		PROPIETARIO:
ESCALA: 1:1000		AYTO. PEÑAFLO
		PLANO Nº: 4



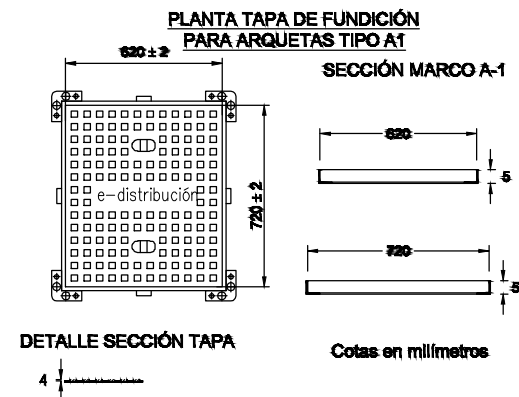
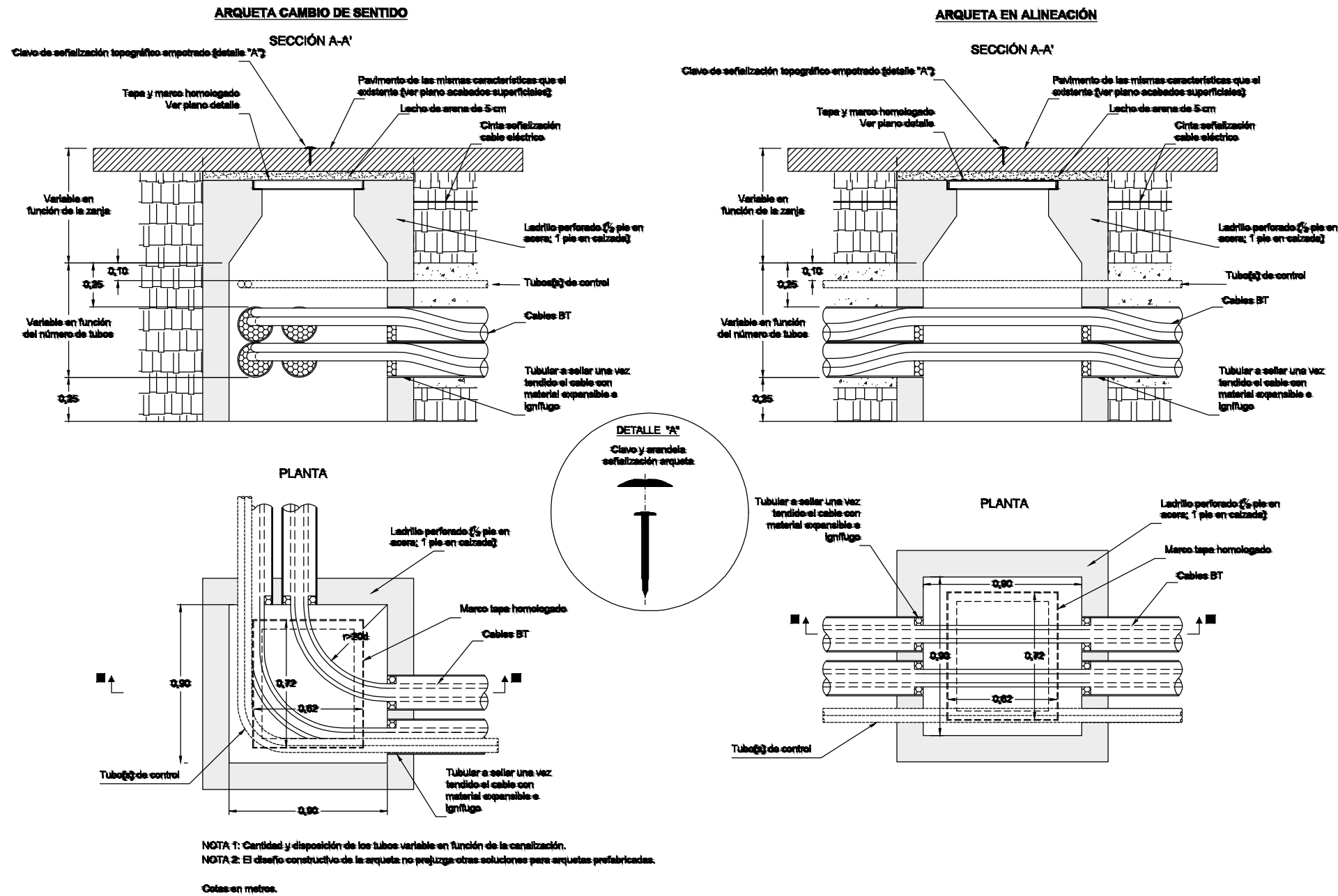
PROYECTO DE 28 LÍNEAS DE B.T, LÍNEA SUBT. DE M.T. Y CT PREFABRICADO DE 2X630KVA		ING. TEC. IND.:	
SITO SECTOR SR-3 EN PEÑAFLORES (SEVILLA)		AMAYA JIMENEZ ORTEGA	
ARCHIVO	DISTRIBUCION CANALIZACIONES FASE 1	PROPIETARIO:	
FECHA: ENE/26		AYTO. PEÑAFLORES	
ESCALA: 1:500		PLANO Nº:	5



PROYECTO DE 28 LÍNEAS DE B.T, LINEA SUBT. DE M.T. Y CT PREFABRICADO DE 2X630KVA		ING. TEC. IND.:	
SITO SECTOR SR-3 EN PEÑAFLORES (SEVILLA)		AMAYA JIMENEZ ORTEGA	
ARCHIVO	DISTRIBUCION CANALIZACIONES FASE 2	PROPIETARIO:	
FECHA: ENE/26		AYTO. PEÑAFLORES	
ESCALA: 1:800		PLANO Nº: 6	

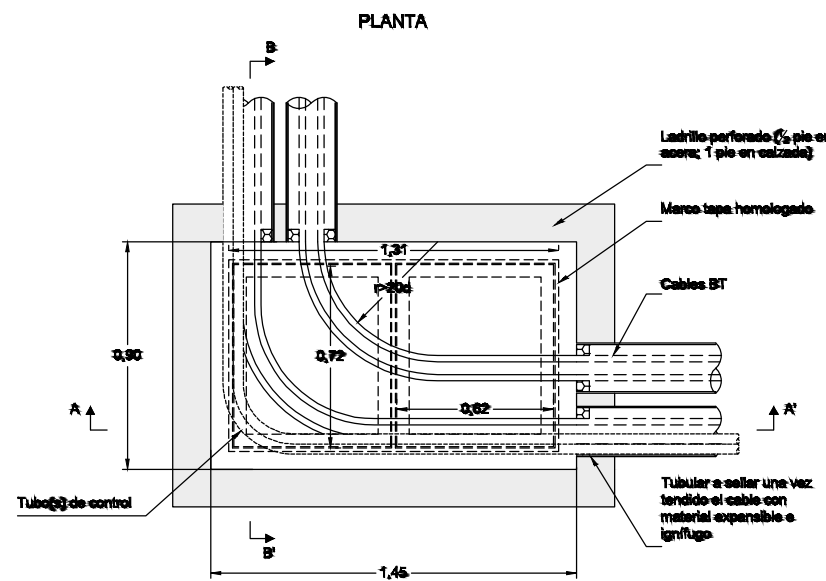
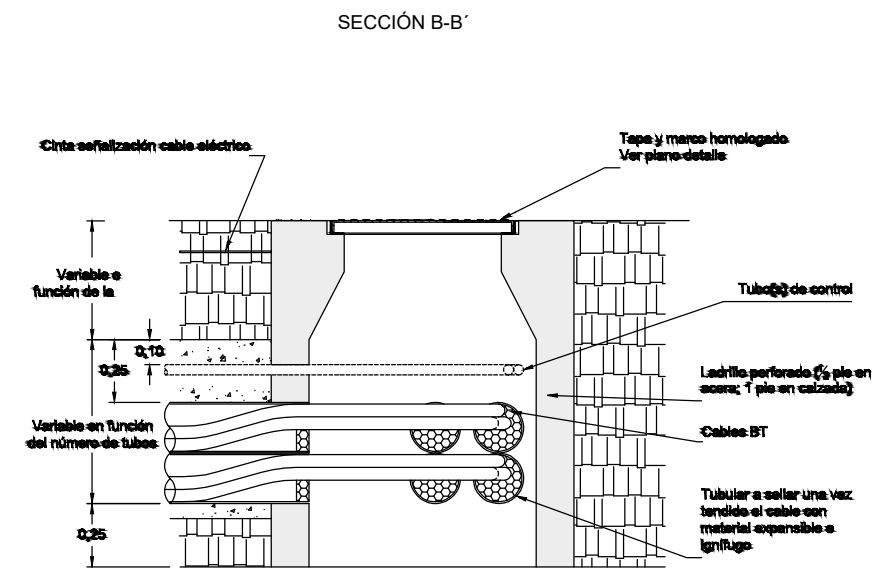
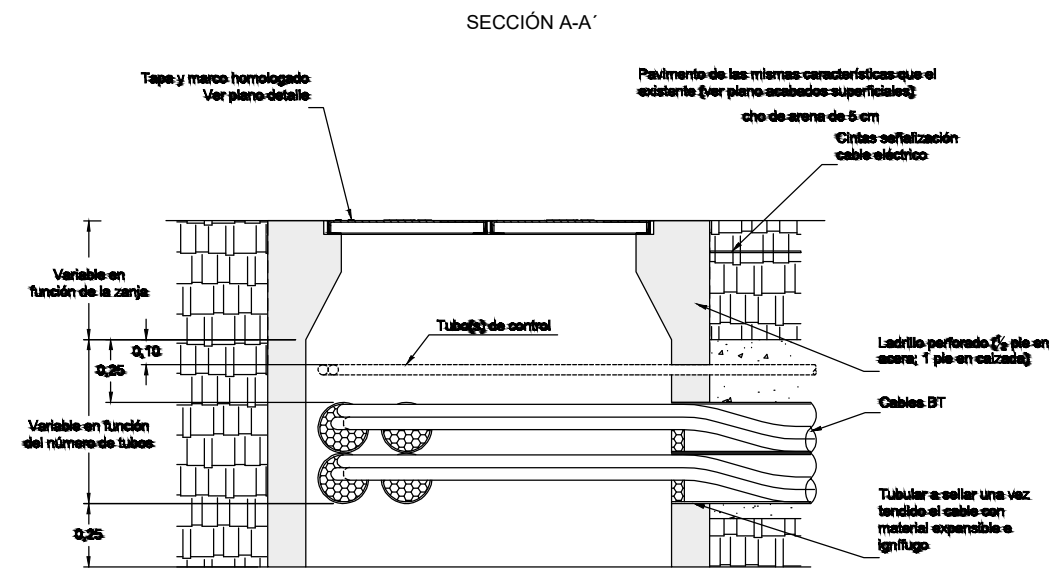


ARQUETA A1 OCULTA

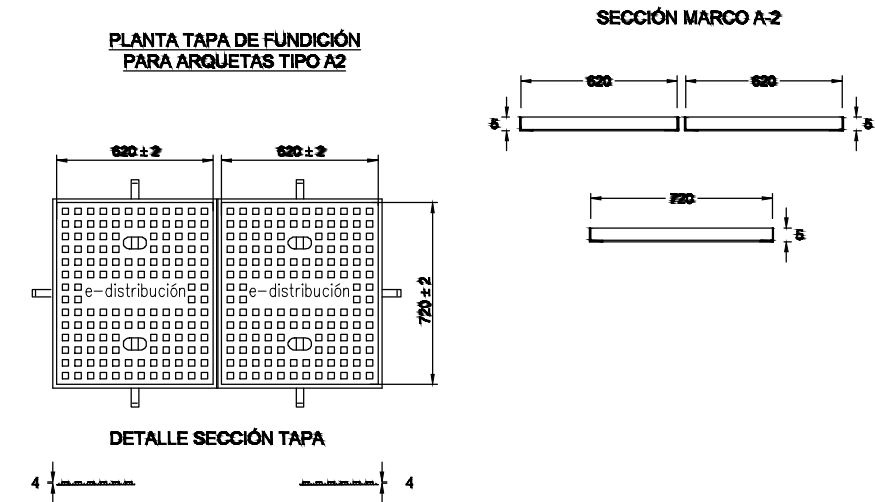


PROYECTO DE 28 LÍNEAS DE B.T, LINEA SUBT. DE M.T. Y CT PREFABRICADO DE 2X630KVA SITO SECTOR SR-3 EN PEÑAFLO(SEVILLA)		ING. TEC. IND.:
ARCHIVO		AMAYA JIMENEZ ORTEGA
FECHA: ENE/26		PROPIETARIO:
ESCALA: 1:25		AYTO. PEÑAFLO
DETALLES ZANJAS BT AQUETAS Y TAPAS		PLANO N°: 8.1

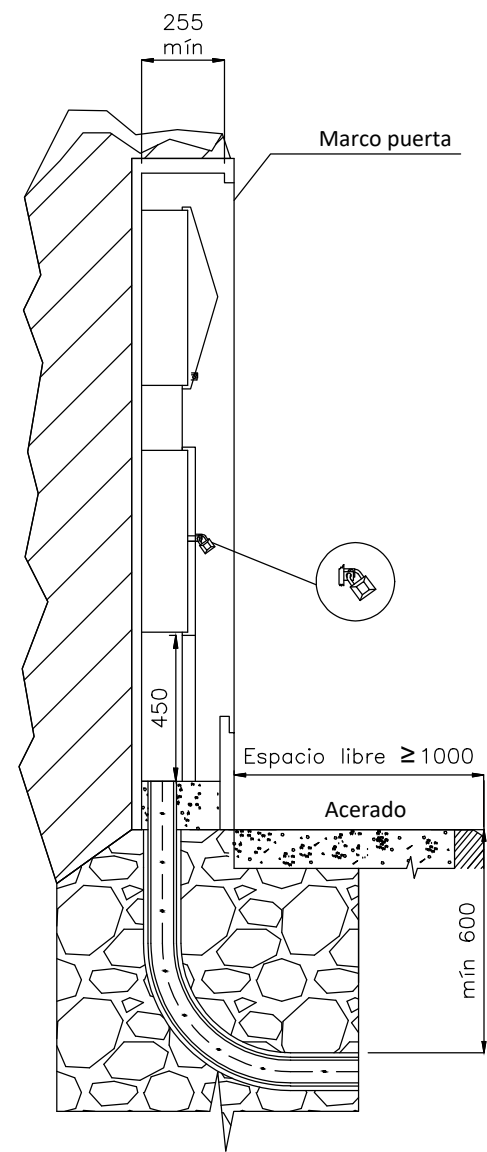
ARQUETA A2 SALIDA DEL CT



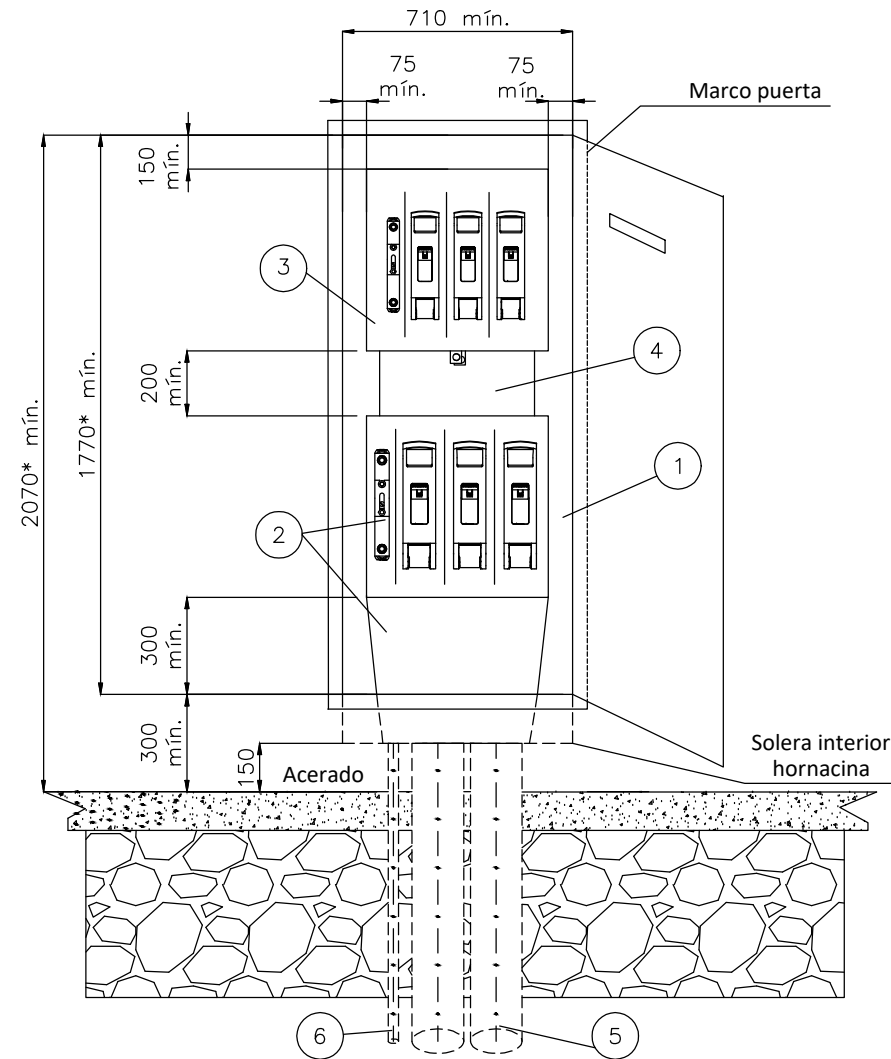
NOTA 1: Cantidad y disposición de los tubos variable en función de la canalización.
NOTA 2: El diseño constructivo de la arqueta no prejuzga otras soluciones para arquetas prefabricadas.
Cotas en metros.



PROYECTO DE 28 LÍNEAS DE B.T, LINEA SUBT. DE M.T. Y CT PREFABRICADO DE 2X630KVA SITO SECTOR SR-3 EN PEÑAFLO(RSEVILLA)		ING. TEC. IND.:
ARCHIVO	DETALLES ZANJAS BT AQUETAS Y TAPAS	AMAYA JIMENEZ ORTEGA
FECHA: ENE/26		PROPIETARIO:
ESCALA: 1:25		AYTO. PEÑAFLO
		PLANO N°: 8.2

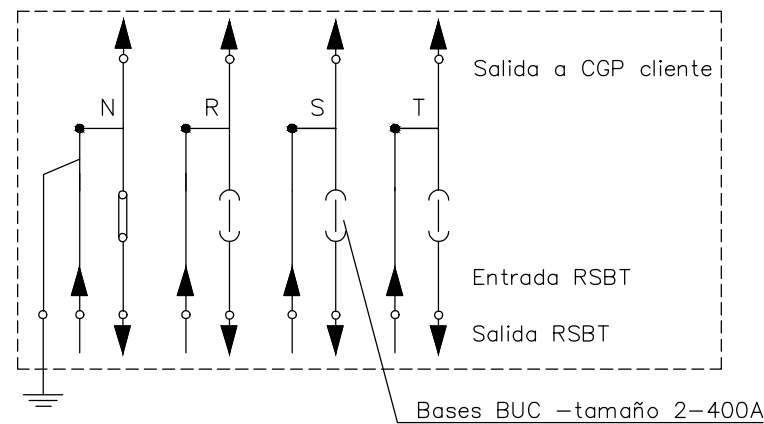


MONTAJE VERTICAL



* Cota mínima considerando caja y CGP de seccionamiento tipo ancha

ESQUEMA CAJA SECCIONAMIENTO
CON ACOMETIDA PARTE SUPERIOR

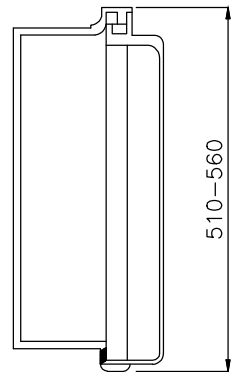
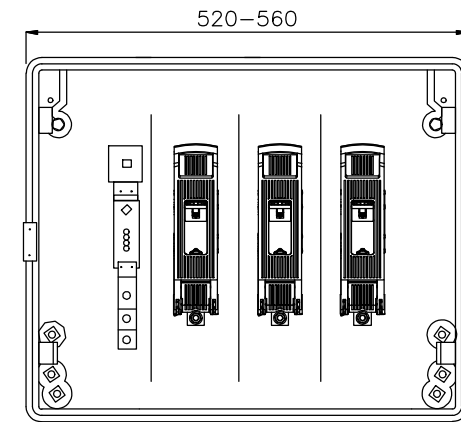
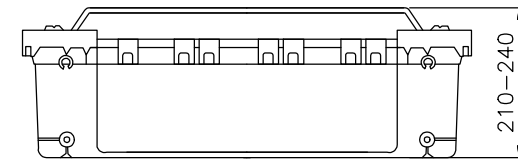


Cotas en milímetros.

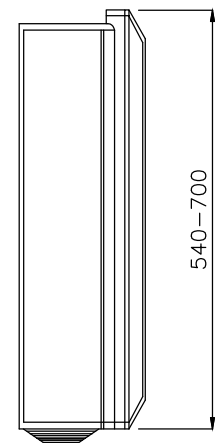
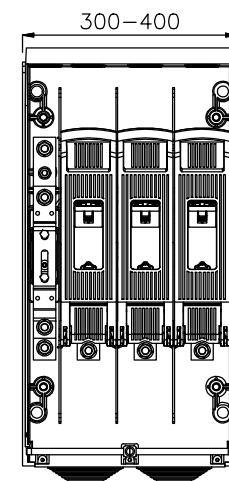
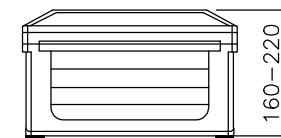
NOTA 1: Las imágenes representadas son orientativas y no prejuzgan el diseño final de la aparamenta.

POSICIÓN	MATERIALES
1	Hornacina (de obra) + puerta preferentemente metálica
2	Caja de seccionamiento CS-400 acometida parte superior (tipo ancha) y canal de protección
3	Caja general de protección CGP-9
4	Canal o tubos aislantes de protección
5	Tubo PE Ø 160 mm (mínimo)
6	Tubo aislante M32 para pat neutro (si procede)

CAJA SECCIONAMIENTO TIPO ANCHA
s/norma informativa CNL003
(USO GENERAL)



CAJA SECCIONAMIENTO TIPO ESTRECHA
s/norma informativa CNL003
(USO EXCEPCIONAL)



PROYECTO DE 28 LÍNEAS DE B.T, LINEA SUBT.
DE M.T. Y CT PREFABRICADO DE 2X630KVA
SITO SECTOR SR-3 EN PEÑAFLO(SEVILLA)

ARCHIVO

FECHA: ENE/26

ESCALA:

CGP Y CS
MONTAJE VERTICAL
HORNACINA OBRA CIVIL

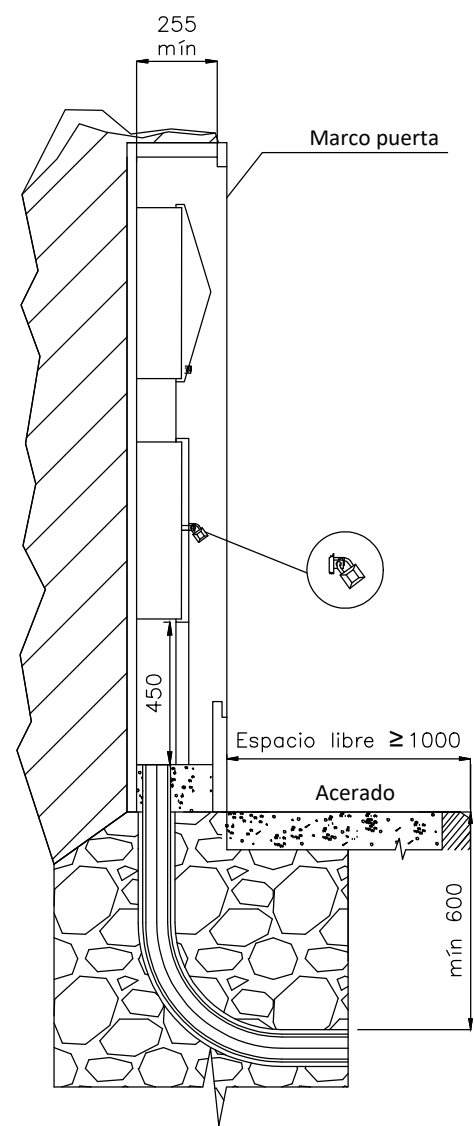
ING. TEC. IND.:

AMAYA JIMENEZ ORTEGA

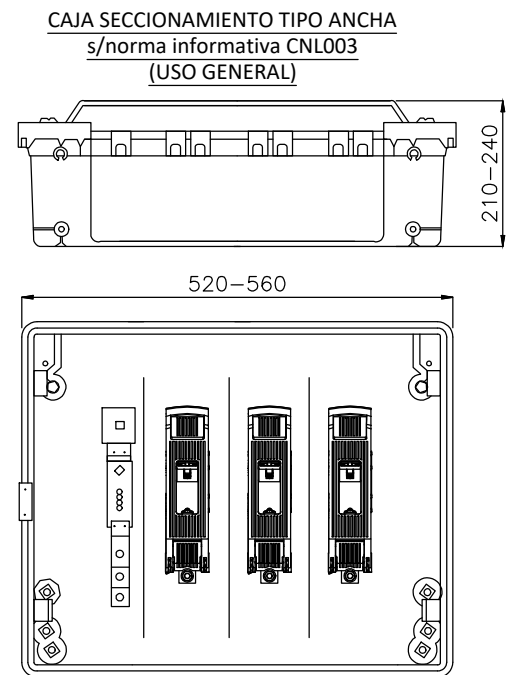
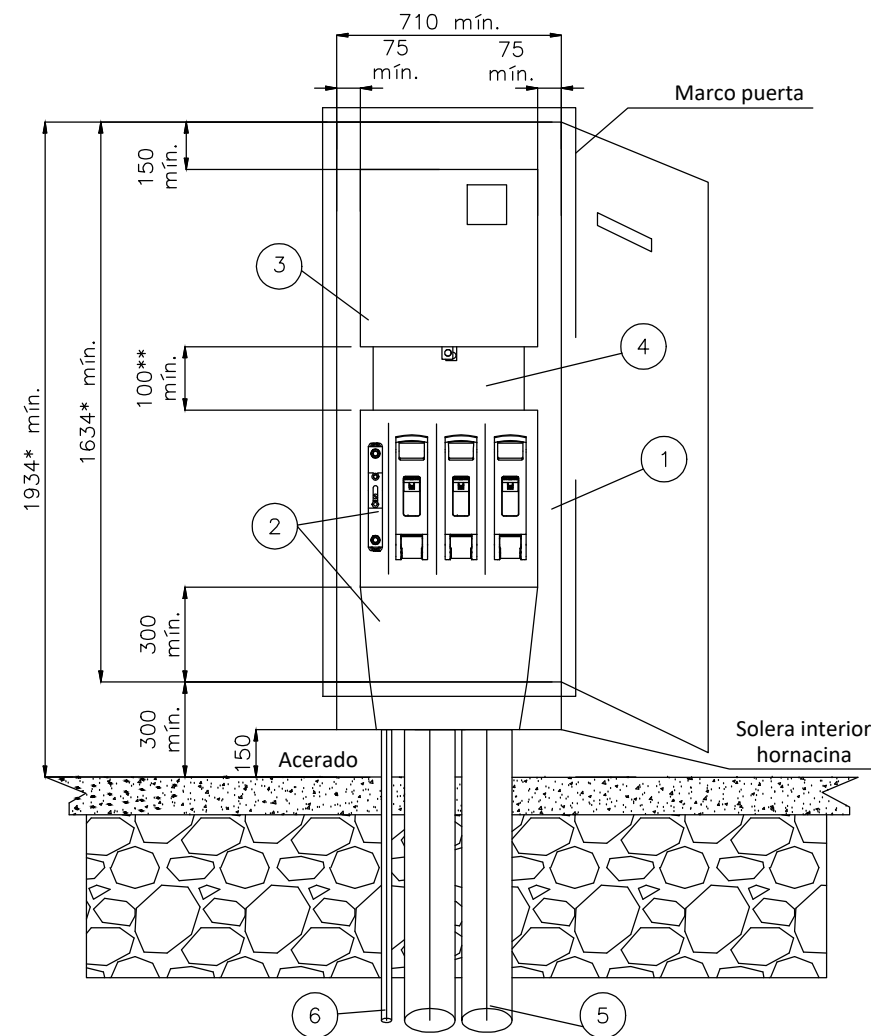
PROPIETARIO:

AYTO. PEÑAFLO

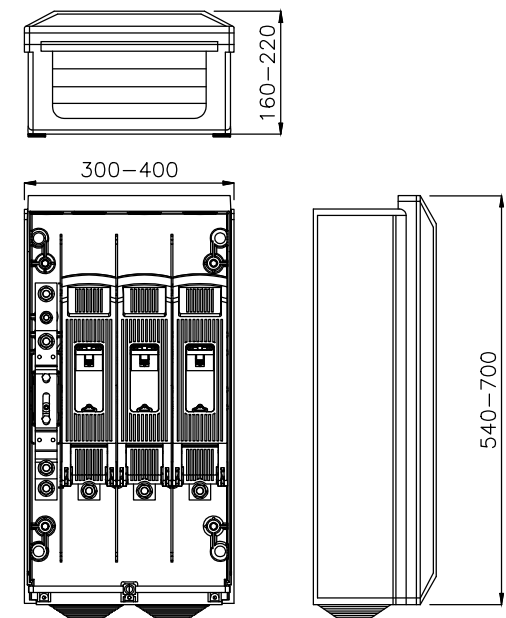
PLANO Nº: 9



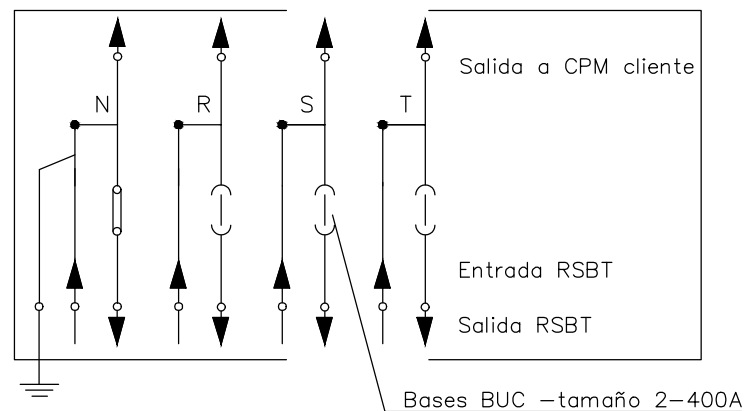
MONTAJE VERTICAL



CAJA SECCIONAMIENTO TIPO ESTRECHA
s/norma informativa CNL003
(USO EXCEPCIONAL)



ESQUEMA CAJA SECCIONAMIENTO
CON ACOMETIDA PARTE SUPERIOR

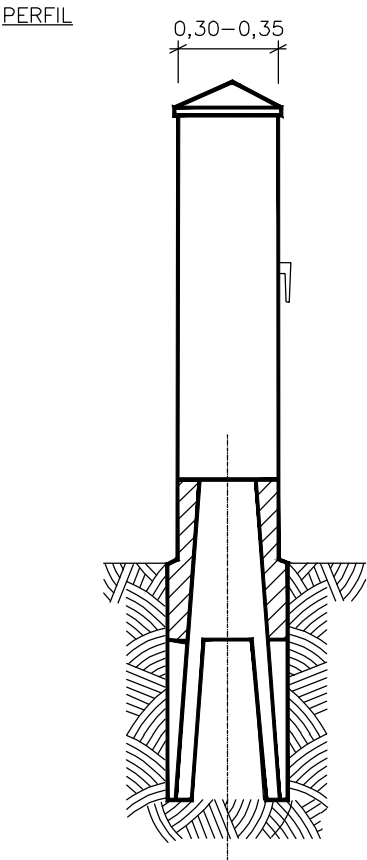
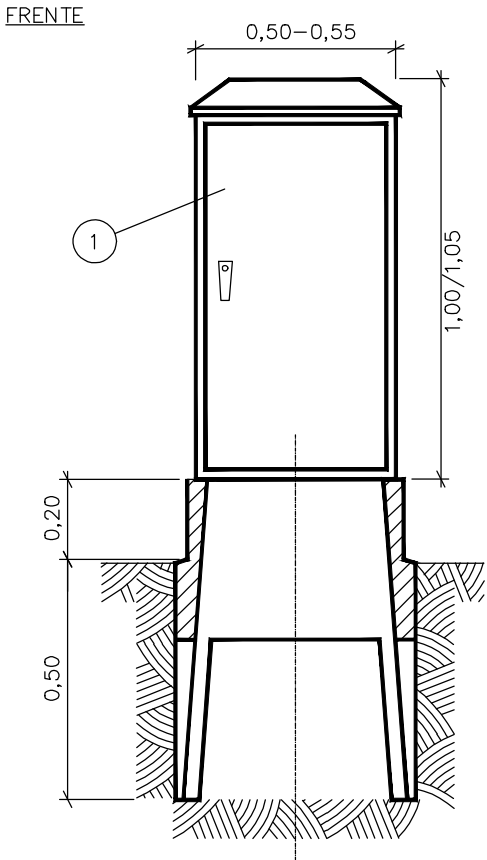


POSICIÓN	MATERIALES
1	Hornacina (de obra) + puerta preferentemente metálica
2	Caja de seccionamiento CS-400 acometida parte superior (tipo ancha) y canal de protección
3	Caja de medida y protección CPM-MF 4
4	Canal o tubos aislantes de protección
5	Tubo PE Ø 160 mm (mínimo)
6	Tubo aislante M32 para pat neutro (si procede)

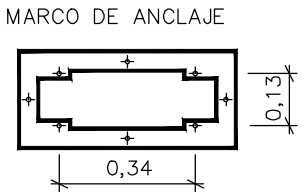
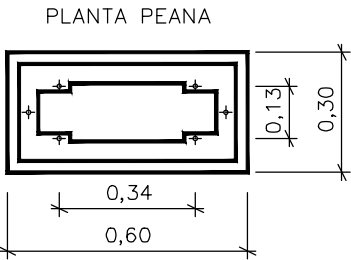
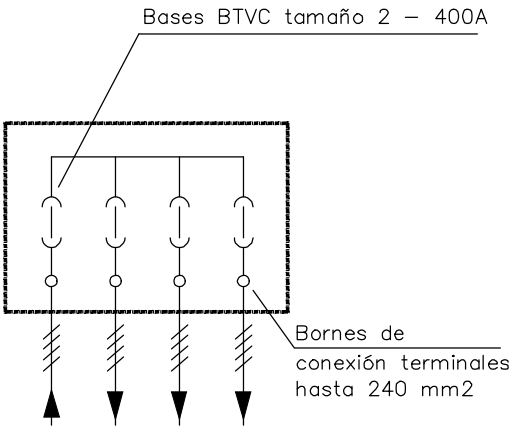
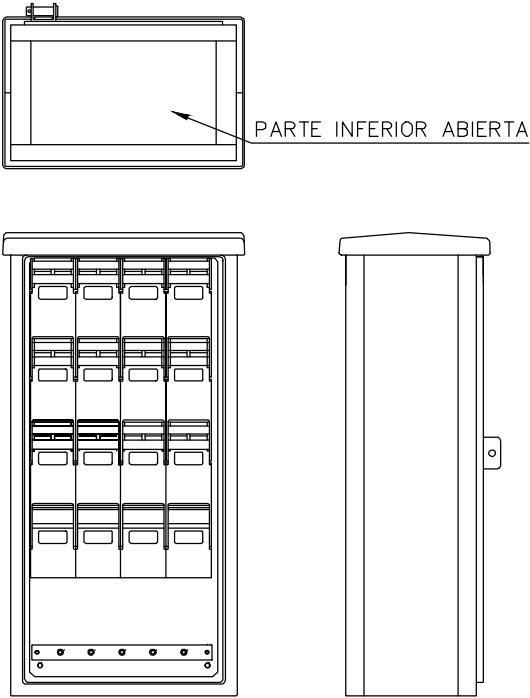
Cotas en milímetros.

NOTA 1: Las imágenes representadas son orientativas y no prejuzgan el diseño final de la aparamenta.

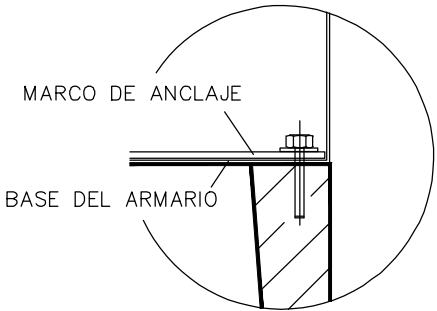
PROYECTO DE 28 LÍNEAS DE B.T, LINEA SUBT. DE M.T. Y CT PREFABRICADO DE 2X630KVA		ING. TEC. IND.:	
SITO SECTOR SR-3 EN PEÑAFLO(SEVILLA)		AMAYA JIMENEZ ORTEGA	
ARCHIVO	CS ACOMETIDA PARTE SUPERIORCPM TRIF. HORNACINA OBRA CIVIL	PROPIETARIO:	
FECHA: ENE/26		AYTO. PEÑAFLO	
ESCALA:		PLANO Nº: 10	



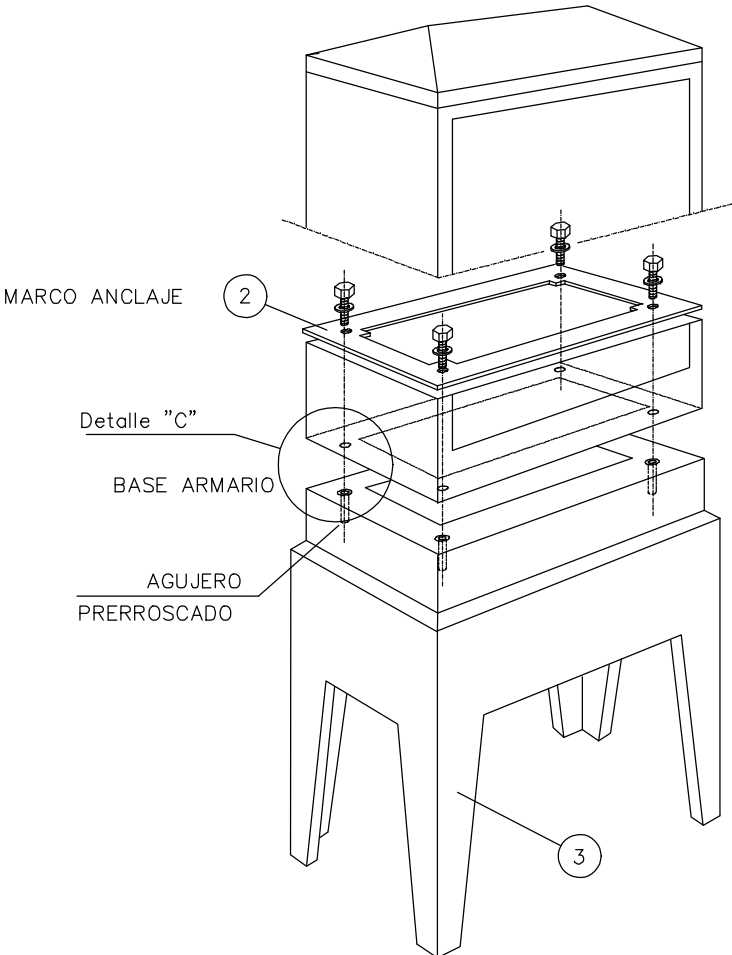
DETALLE ARMARIO DE DISTRIBUCIÓN URBANA



DETALLE C
SUJECION DEL ARMARIO A LA BASE



CONJUNTO MONTADO

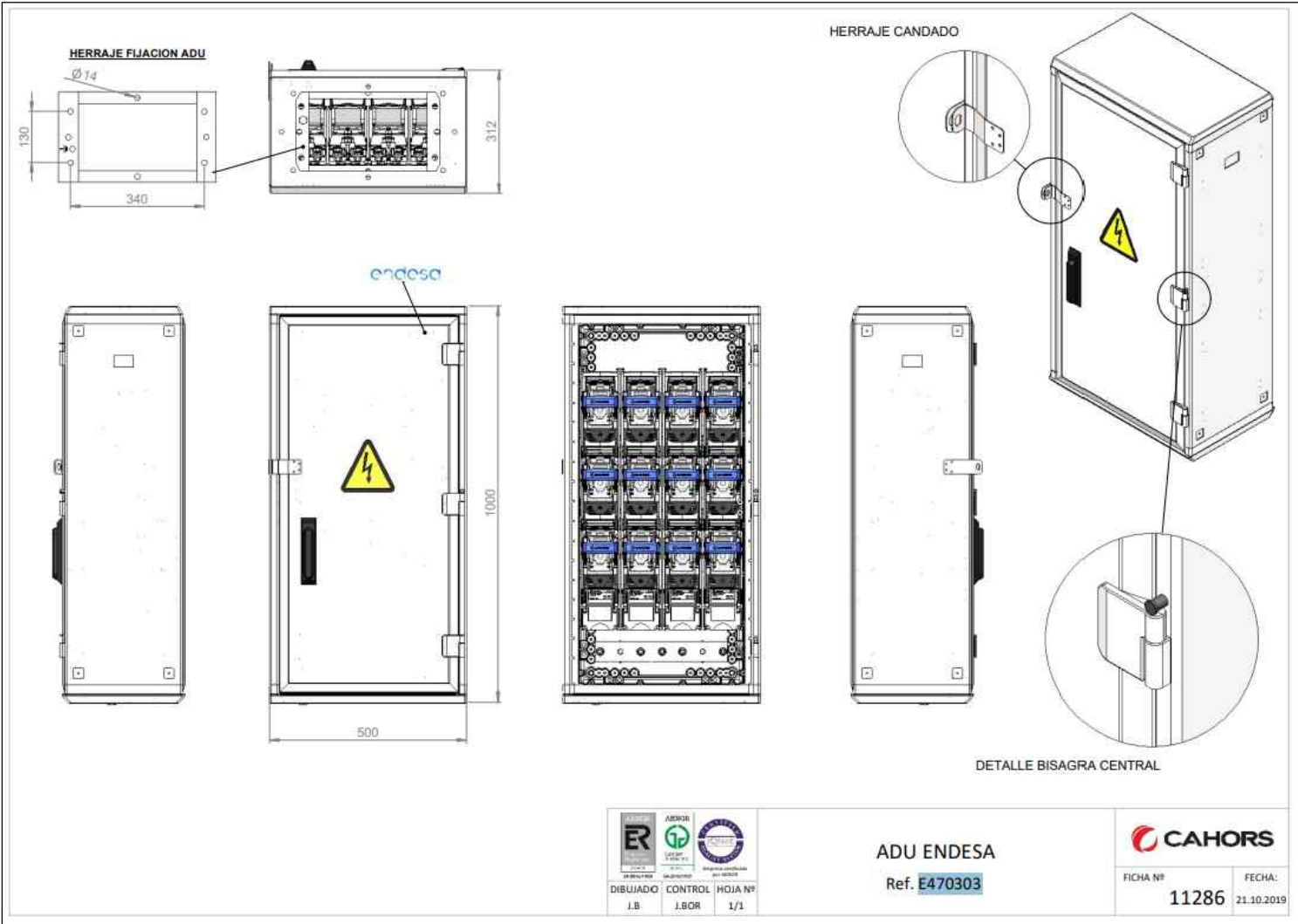


POSICIÓN	MATERIALES
1	Armario de distribución urbana – ADU
2	Herraje fijación armario distribución urbana
3	Zócalo prefabricado armario distribución urbana

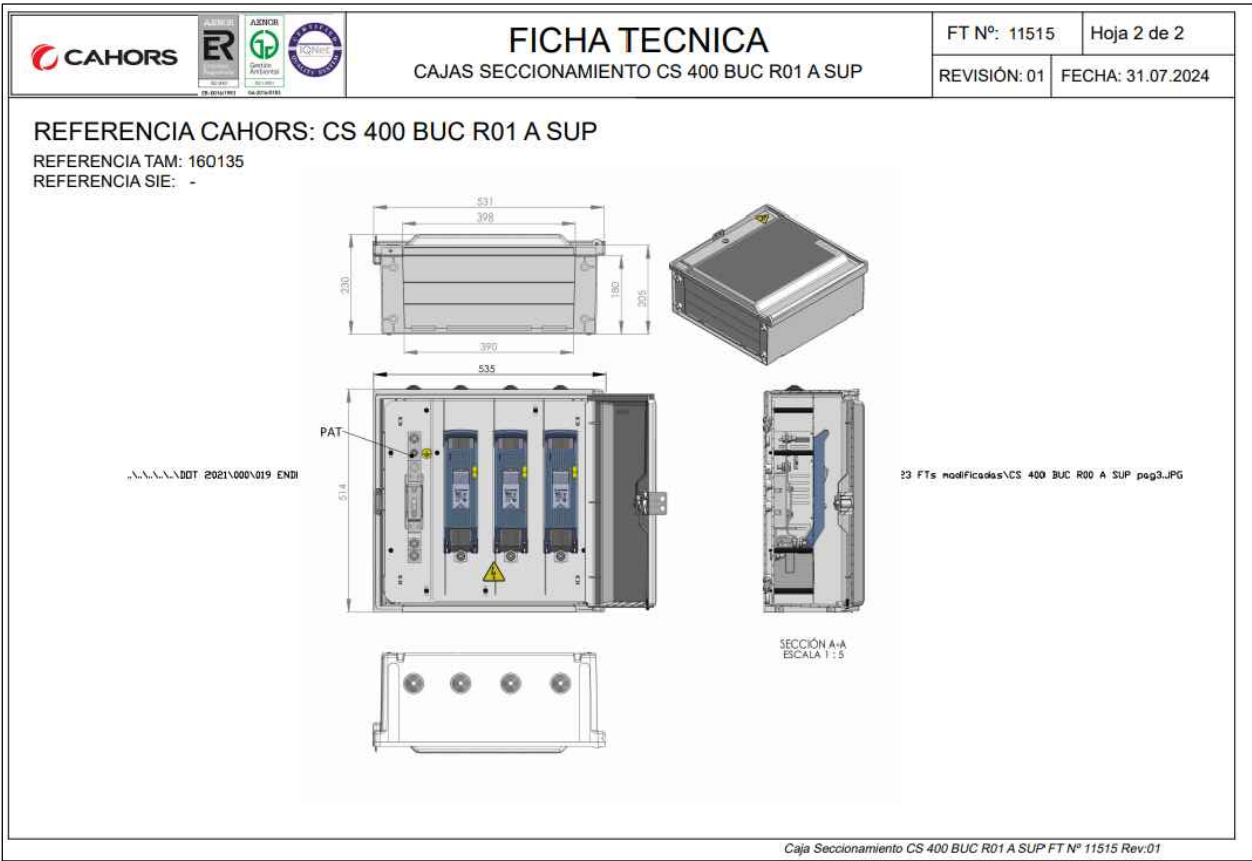
NOTA 1: Las imágenes representadas son orientativas y no prejuzgan el diseño final de la apartamenta.

PROYECTO DE 28 LÍNEAS DE B.T, LINEA SUBT. DE M.T. Y CT PREFABRICADO DE 2X630KVA		ING. TEC. IND.:	
SITO SECTOR SR-3 EN PEÑAFLO(SEVILLA)		AMAYA JIMENEZ ORTEGA	
ARCHIVO	ARMARIO DE DISTRIBUCIÓN URBANA	PROPIETARIO:	
FECHA: ENE/26		AYTO. PEÑAFLO	
ESCALA:		PLANO N°: 11	

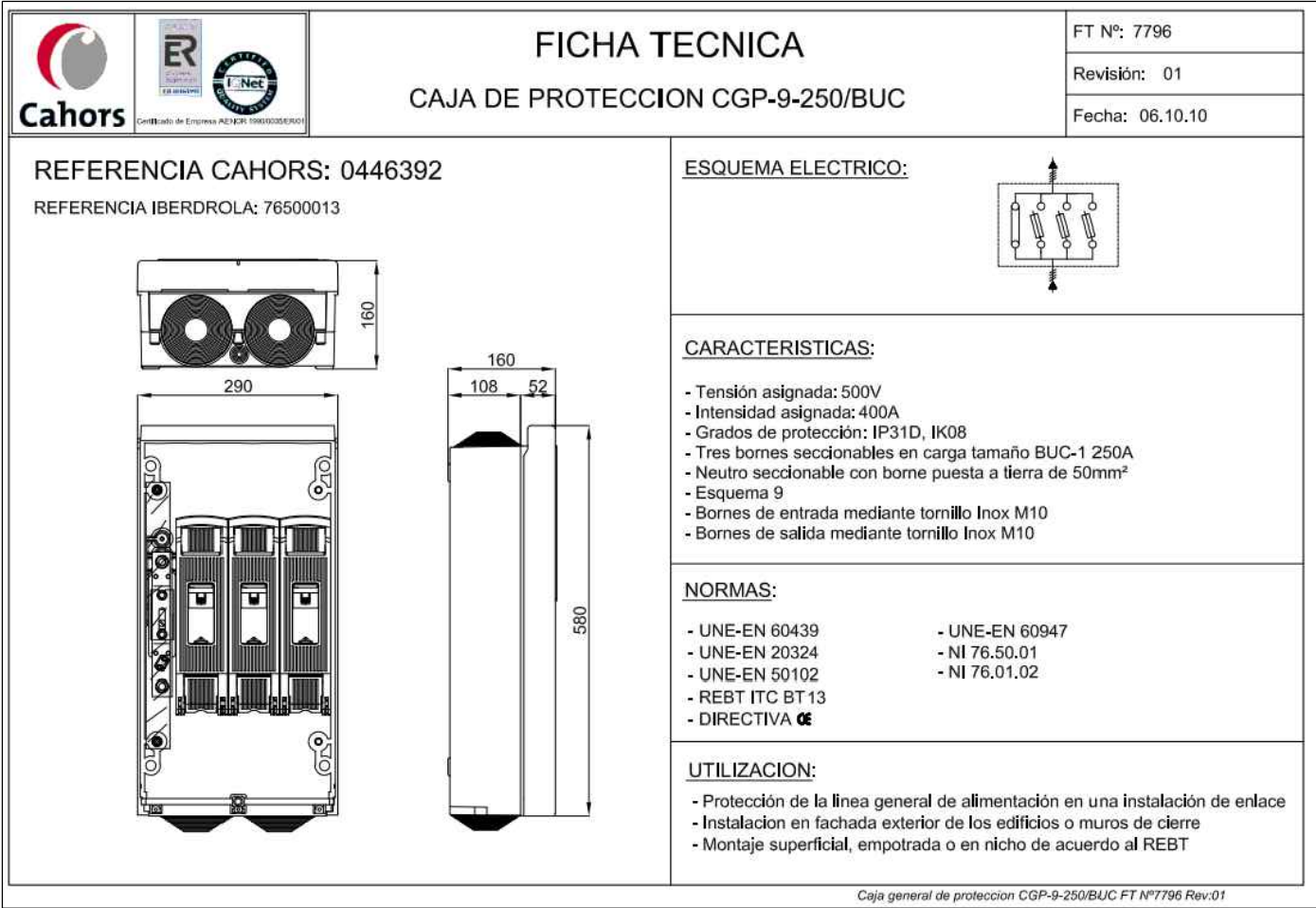
DETALLE ARMARIO DISTRIBUCION URBANA



DETALLE CAJA DE SECCIONAMIENTO 400 A



DETALLE CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN TIPO 9 250 A

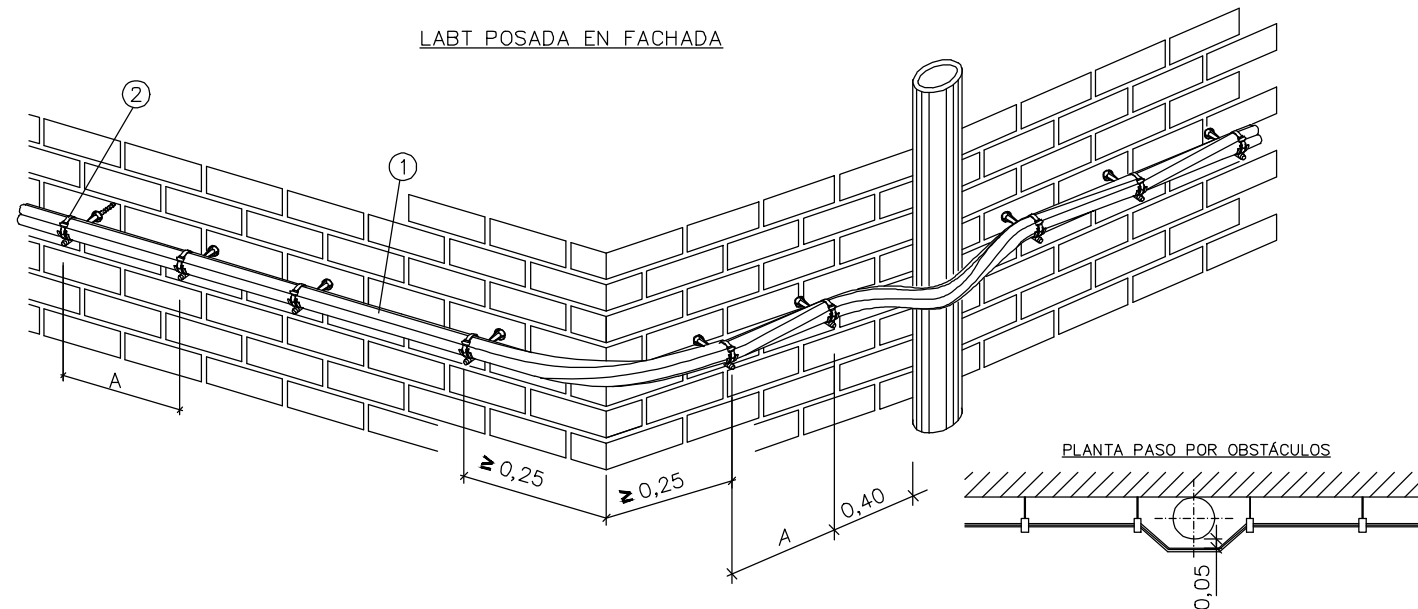


PROYECTO DE 28 LÍNEAS DE B.T, LINEA SUBT. DE M.T. Y CT PREFABRICADO DE 2X630KVA SITO SECTOR SR-3 EN PEÑAFLO(SEVILLA)

ARCHIVO
FECHA: ENE/26
ESCALA: 1:500

DETALLE CGP, CS Y ADU

ING. TEC. IND.:
AMAYA JIMENEZ ORTEGA
PROPIETARIO:
AYTO. PEÑAFLO
PLANO Nº: 12

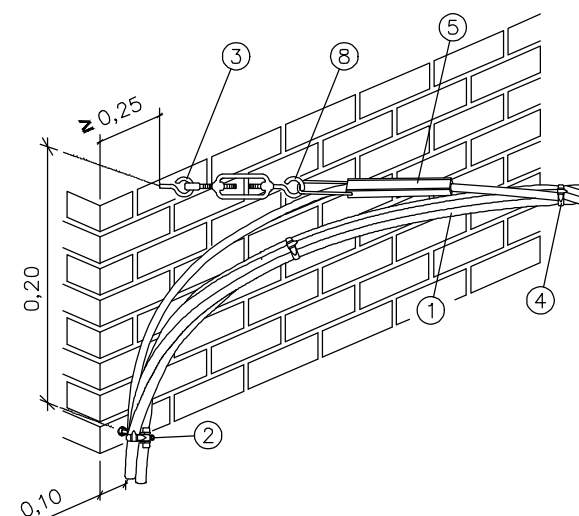


Distancia entre abrazaderas en función de la sección del cable RZ

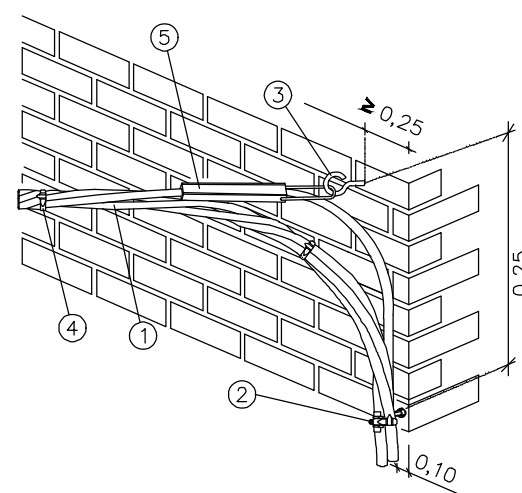
Sección RZ	A(m)
$\leq 50 \text{ mm}^2$	0,70
95 mm^2	0,80
150 mm^2	0,80

AMARRE TRANSVERSAL EN FACHADA

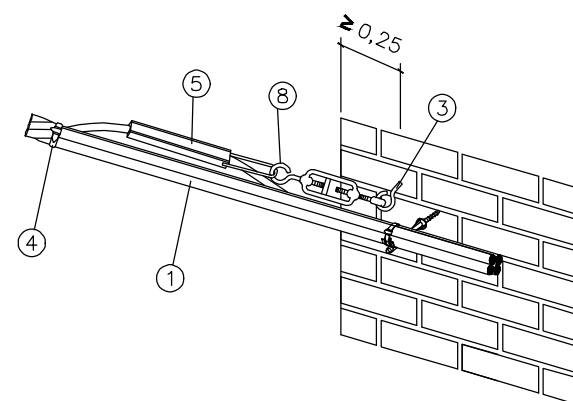
Neutro portante con tensor



Neutro portante sin tensor (uso s/ nota 2)



AMARRE LONGITUDINAL EN FACHADA



Cotas en metros

POSICIÓN	MATERIALES
1	Cable RZ 0,6/1kV (4x50Al 3x50Al/54.6Alm 3x95Al/54.6Alm 3x150Al/80Alm)
2	Soporte Ac+PVC $\varnothing$ 55 mm con tornillo red posada Taco plástico $\varnothing$ 12 mm
3	Gancho espiral acero 16x170
4	Abrazadera acero plastificado $\geq 50 \text{ mm } \varnothing$
5	Pinza amarre cable almelec PA 54–1500 (almelec 54,6mm ²) Pinza amarre cable almelec PA 80–2000 (almelec 80 mm ²)
6	Retención anclaje preformado
7	Guardacabos abierto 13 mm
8	Tensor M–10 con gancho y cáncamo 250 (RZ 4x25Al) Tensor M–16 con gancho y cáncamo 630 (3x50Al/54.6Alm 3x95Al/54.6Alm 3x150Al/80Alm)

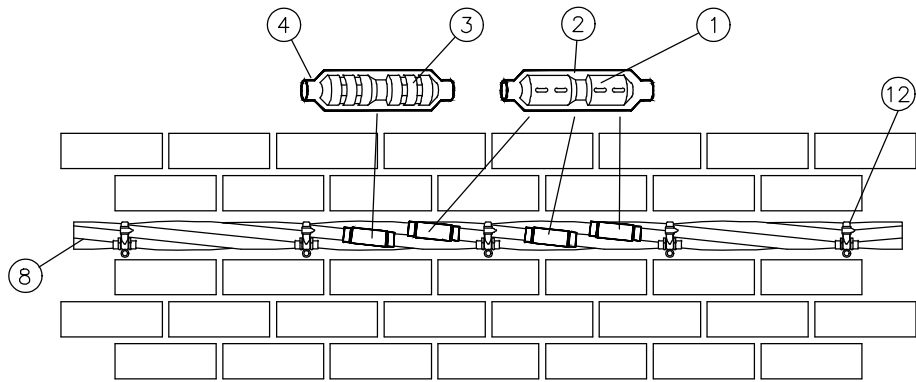
NOTA 1: En zonas de alta contaminación salina podrá sustituirse la pinza de amarre (5) por la retención preformada helicoidal (6) con guardacabos (7) para neutro fiador.

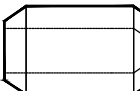
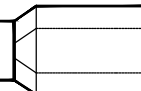
NOTA 2: En los cruces se colocarán siempre tensores en ambos lados, excepto en vanos cortos de hasta 15 metros donde se podrá colocar un amarre sin tensor en unos de los lados.

PROYECTO DE 30 LÍNEAS DE B.T, LINEA SUBT. DE M.T. Y CT PREFABRICADO DE 2X630KVA SITO SECTOR SR-3 EN PEÑAFLO(RSEVILLA)		ING. TEC. IND.:
ARCHIVO		AMAYA JIMENEZ ORTEGA
FECHA: MAR/23		PROPIETARIO:
ESCALA:		AYTO. PEÑAFLO(R)
DETALLE TENDIDO CABLE TRENZADO EN FACHADA, CRUCES, PASO ESQUINA Y OBSTACULOS		PLANO N°: 13

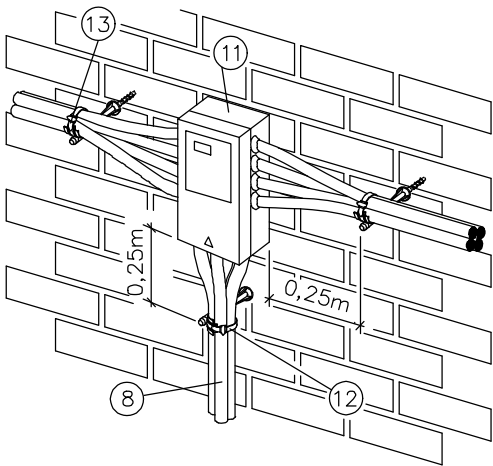
EMPALMES

Empalmes protegidos con manguito contráctil



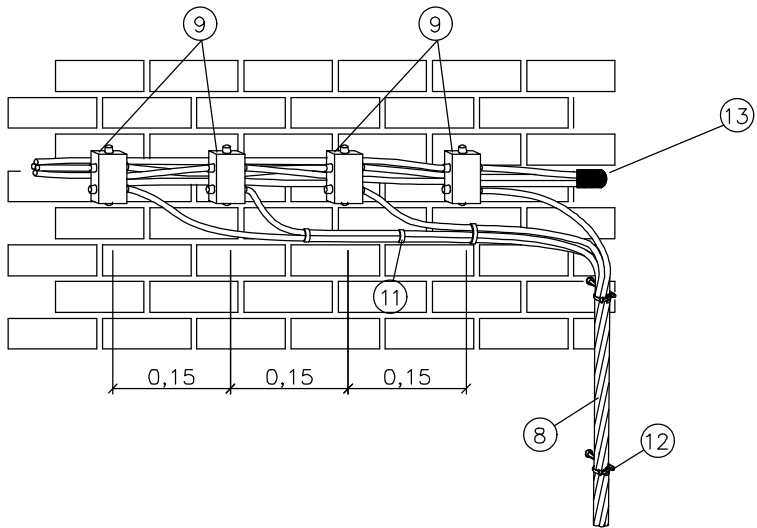
SISTEMA DE UNIÓN MANGUITO – CONDUCTOR	
Manguitos desnudos:	– En los cables de fase (Al), el engastado será punzonado profundo  – En el cable neutro (Alm) el engastado será compresión hexagonal 
Manguitos preaislados:	– El engastado será compresión hexagonal tanto en los cables de fase (Al) como de neutro (Alm)
Orden y número de engastes:	 1  2  4  3   4321 5678

DERIVACIÓN CON CAJA DE DERIVACIÓN



Cotas en metros

DERIVACIÓN

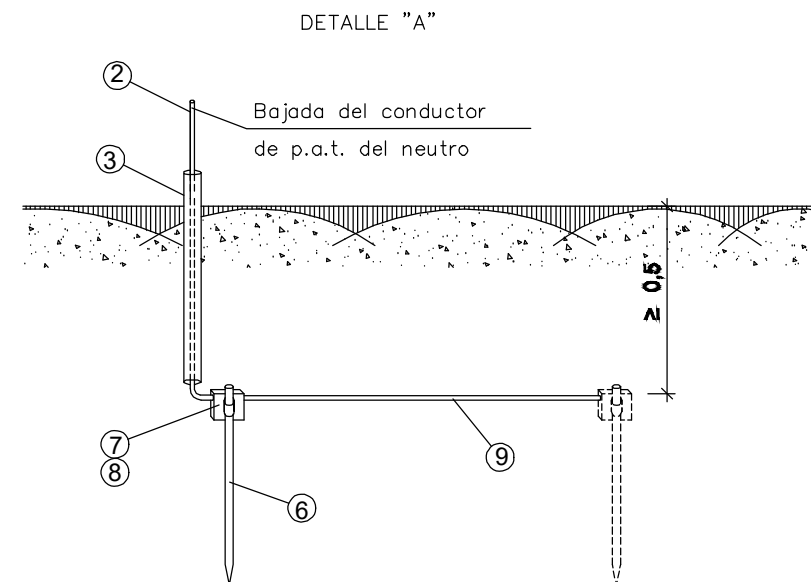
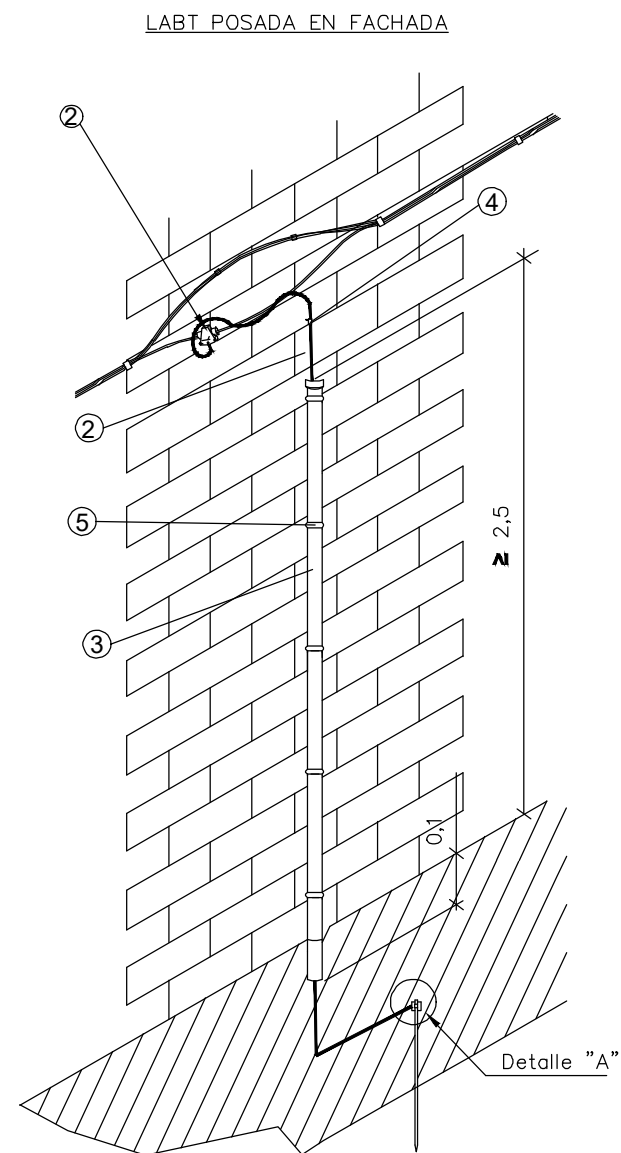


POSICIÓN	MATERIALES
1	Manguito empalme /manguito reductor BT
2	Manguito reconstitución aislamiento cables BT
3	Manguito empalme /manguito reductor BT almelec
4	Manguito reconstitución aislamiento cables BT
5	Brida acero plastificado ≥ 50 mm $\varnothing$
6	Manguito preaislado empalme RZ
7	Manguito preaislado empalme RZ almelec
8	Cable RZ 0,6/1kV
9	Conector bimetálico contacto
10	Conector bimetálico perforación de aislamiento (acometidas RZ 4x25Al)
11	Caja derivación con fusibles
12	Soporte Ac+PVC $\varnothing 55$ mm con tornillo red posada
	Taco plástico $\varnothing 12$ mm
13	Capuchón aislante en final de línea

NOTA: Para empalmes de fase – posiciones ① y ② – y de neutro – posiciones ③ y ④ – también podrán utilizarse los manguitos preaislados respectivos ⑥ y ⑦

Además de los conectores de la posición ⑨ para acometidas (RZ 4x35) podrán utilizarse los conectores de la posición ⑩

PROYECTO DE 30 LÍNEAS DE B.T, LINEA SUBT. DE M.T. Y CT PREFABRICADO DE 2X630KVA SITO SECTOR SR-3 EN PEÑAFLO(RSEVILLA)		ING. TEC. IND.:
ARCHIVO		AMAYA JIMENEZ ORTEGA
FECHA: MAR/23		PROPIETARIO:
ESCALA:		AYTO. PEÑAFLO(R
EMPALMES Y DERIVACIONES EN FACHADA		PLANO Nº: 14



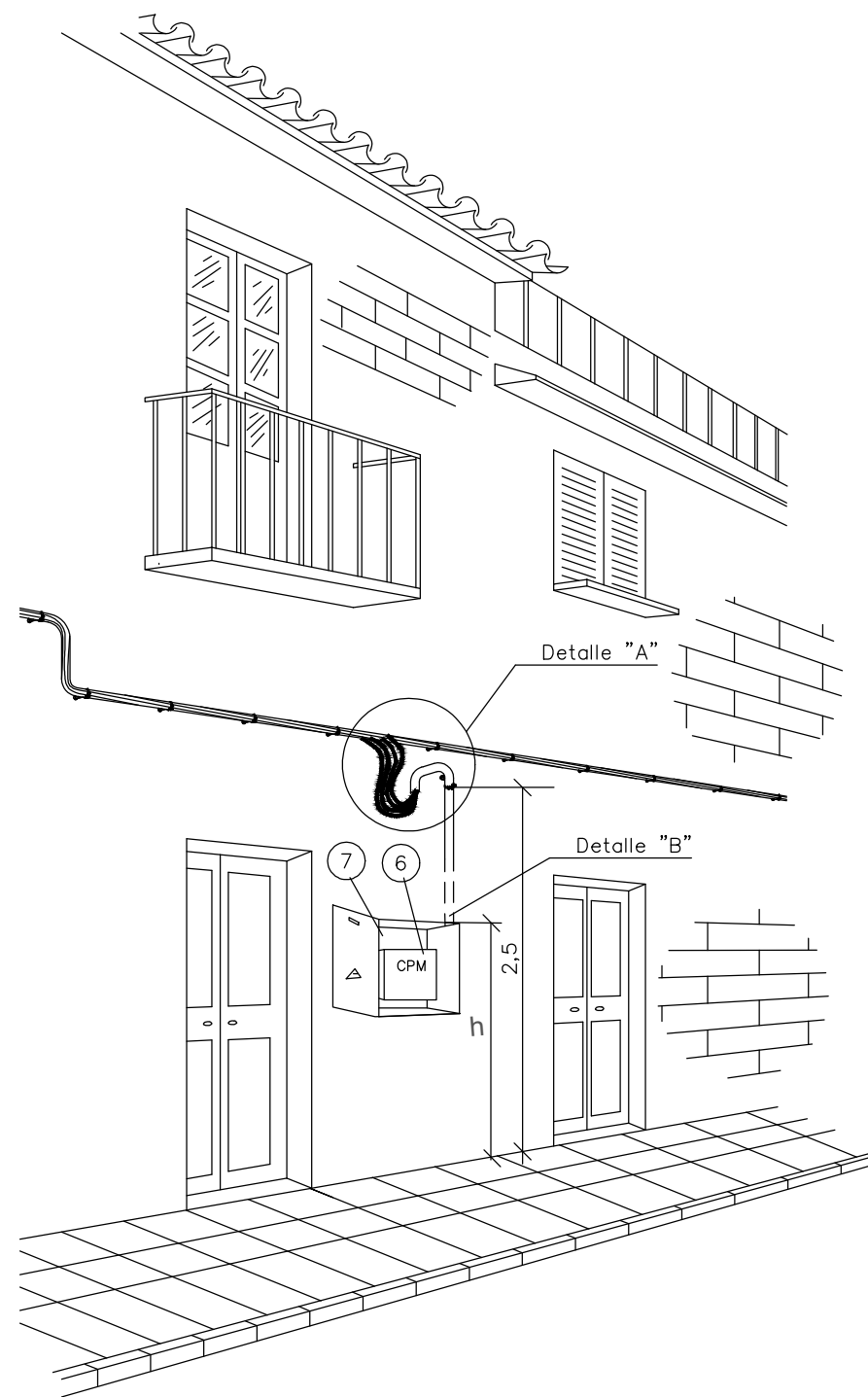
POSICIÓN	MATERIALES
1	Conector bimetálico 35-95 a 4-54 mm ²
	Conector bimetálico 95-150 a 4-54 mm ²
2	Cable XZ1 0,6/1kV Cu 1x50 mm ²
3	Tubo aislante rígido M20
4	Abrazadera acero plastificado de 8 a 12 mmØ con tirafondo + taco
5	Abrazadera acero plastificado de 18 a 22 mmØ con tirafondo + taco
6	Pica Ac-Cu 14,6 mmØ 2 m longitud lisa
7	Grapa para pica Ac-Cu 14,6-18,3 mm
8	Cinta protección anticorrosión
9	Cable Cu 50 mm ²

NOTA: En zonas de muy alta contaminación salina, las abrazaderas de las posiciones ④ y ⑤ se sustituirán por sus equivalentes de acero inoxidable

La conexión grapa-cable Cu-pica se recubrirá con cinta de protección anticorrosiva ⑧

Cotas en metros

PROYECTO DE 30 LÍNEAS DE B.T, LINEA SUBT. DE M.T. Y CT PREFABRICADO DE 2X630KVA SITO SECTOR SR-3 EN PEÑAFLORE(SEVILLA)		ING. TEC. IND.:
ARCHIVO	PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO	AMAYA JIMENEZ ORTEGA
FECHA: MAR/23		PROPIETARIO:
ESCALA:		AYTO. PEÑAFLORE
		PLANO Nº: 15

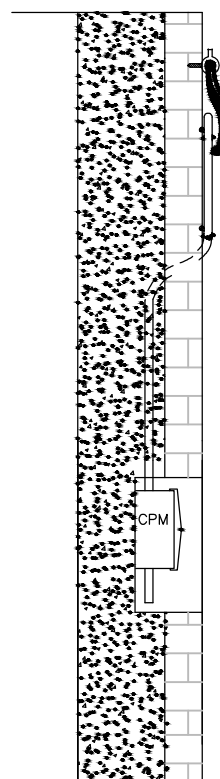


$h \begin{cases} \text{Mínimo 1,50 m} \\ \text{Máximo 1,80 m} \end{cases}$

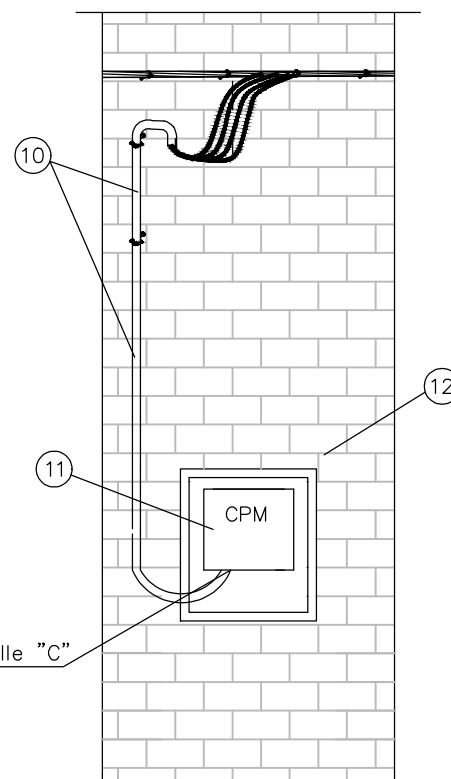
Cotas en metros

DETALLE "B"

VISTA PERFIL



VISTA ALZADO

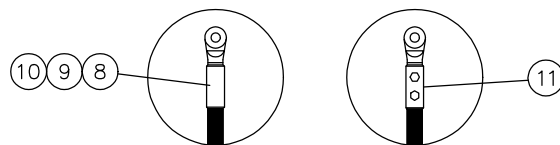


Canalización de la acometida bajo tubo (obligatoria su instalación en distancias inferiores a 2,50 m con respecto al nivel del suelo):

Longitud máxima acometida empotrada: 2 metros.

DETALLE "C"

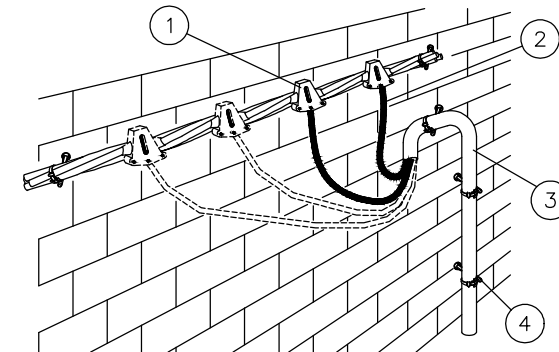
Conexión a caja de protección y medida



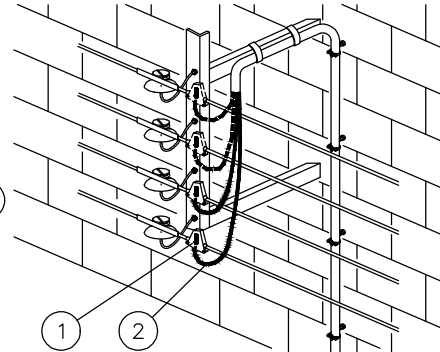
Fases punzonado profundo y neutro compresión hexagonal (RZ-50)
Fases y Neutro punzonado profundo (RZ-25)

DETALLE "A"

CON RED TRENZADA



CON RED CONVENCIONAL



POSICIÓN	MATERIALES
1	Conector bimetálico contacto
	Conector bimetálico perforación de aislamiento
2	Cable RZ 0,6/1kV (RZ-25 o RZ-50)
3	Tubo de protección aislante de superficie. Resistencia al impacto media y resistencia a la compresión fuerte.
	Tubo de protección aislante empotrado. Resistencia al impacto media y resistencia a la compresión media. Diámetro exterior tubos: RZ-25: $\varnothing 63\text{mm}$ RZ-50: $\varnothing 75\text{mm}$
4	Soporte Ac+PVC
	Taco plástico $\varnothing 12\text{ mm}$
5	Brida acero plastificado $> 50\text{ mm } \varnothing$
6	Caja de Protección y Medida (CPM)
7	Hornacina + puerta preferentemente metálica
8	Terminal bimetálico
9	Cinta aislante EPR autovulcanizable
10	Cinta adhesiva PVC color negro
11	Terminal bimetálico preaislado y apriete tornillería

PROYECTO DE 30 LÍNEAS DE B.T, LINEA SUBT. DE M.T. Y CT PREFABRICADO DE 2X630KVA SITO SECTOR SR-3 EN PEÑAFLO (SEVILLA)

ARCHIVO

FECHA: MAR/23

ESCALA:

ACOMETIDA AEREA A CAJA DE PROTECCION Y MEDIDA EN FACHADA

ING. TEC. IND.:

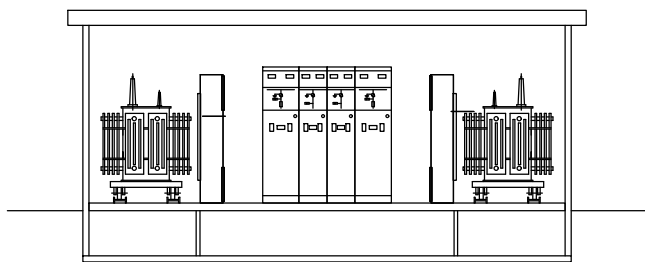
AMAYA JIMENEZ ORTEGA

PROPIETARIO:

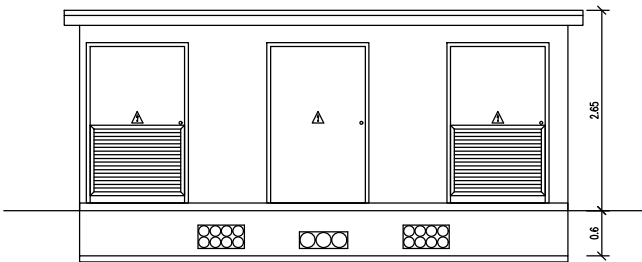
AYTO. PEÑAFLO

PLANO N°: 16

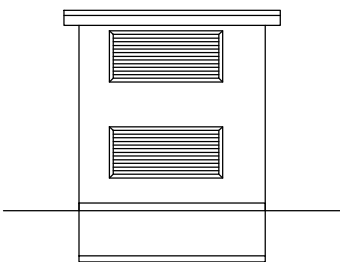
Centro prefabricado 1



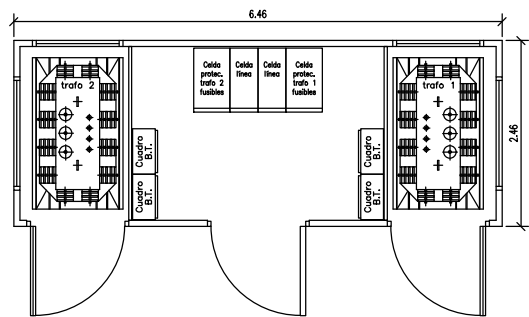
SECCIÓN TRANSVERSAL



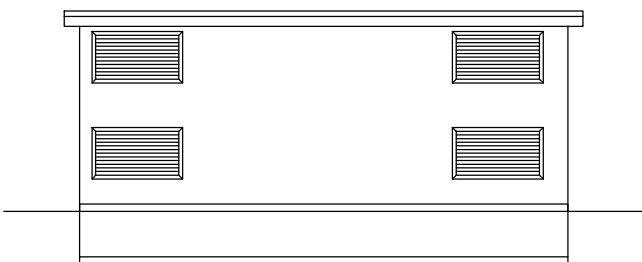
ALZADO FRONTAL



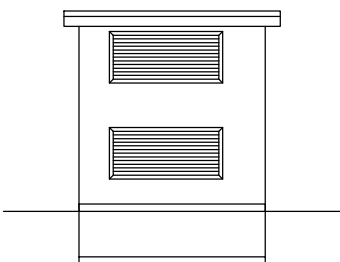
ALZADO LATERAL DERECHO



PLANTA



ALZADO POSTERIOR

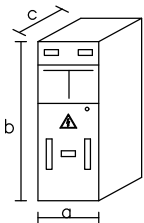


ALZADO LATERAL IZQUIERDO

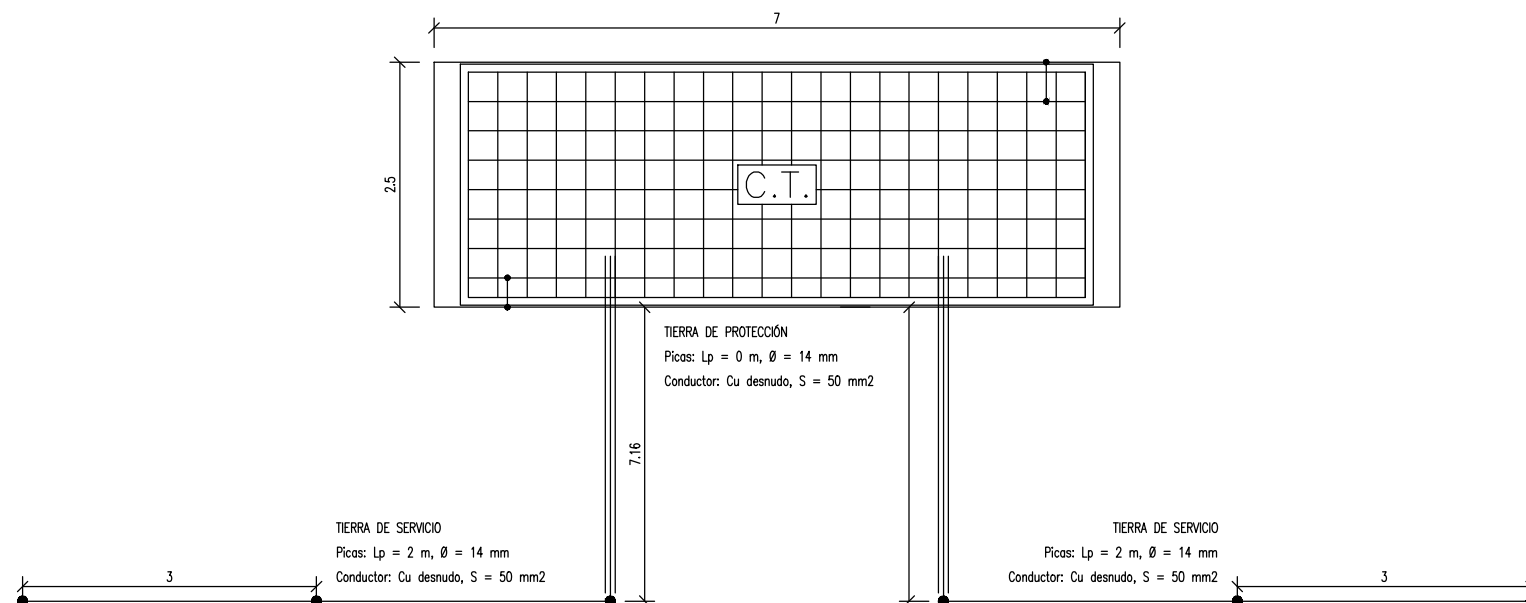
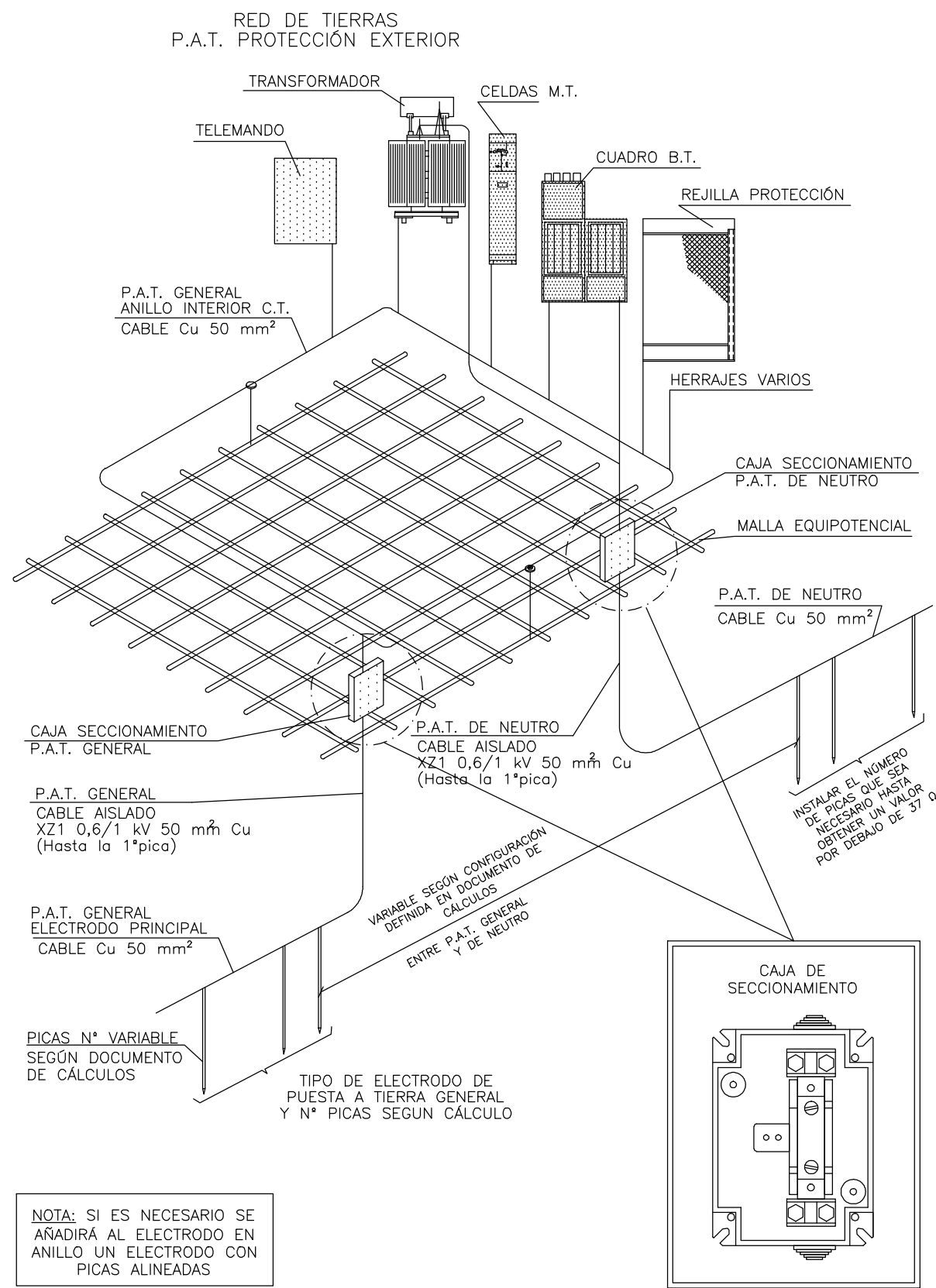
DIMENSIONES DE LA EXCAVACIÓN
7.26 m ancho x 3.26 m fondo x 0.7 m prof.

DIMENSIONES CELDAS

Tipo celda	a(m)	b(m)	c(m)
Prot. fusibles	0.48	1.8	0.85
Línea	0.37	1.8	0.85
Línea	0.37	1.8	0.85
Prot. fusibles	0.48	1.8	0.85



PROYECTO DE 28 LÍNEAS DE B.T, LINEA SUBT. DE M.T. Y CT PREFABRICADO DE 2X630KVA SITO SECTOR SR-3 EN PEÑAFLO(SEVILLA)		ING. TEC. IND.: AMAYA JIMENEZ ORTEGA
ARCHIVO	DETALLES CT	PROPIETARIO: AYTO. PEÑAFLO
FECHA: ENE/26		PLANO N°: 17
ESCALA: 1:100		



TIERRA DE PROTECCIÓN
Configuración: 70-25/5/00
Profundidad electrodo: 0.5 m
Sección conductor: 50 mm²
Diámetro picas: 14 mm
Número de picas: 0
Longitud picas: 0

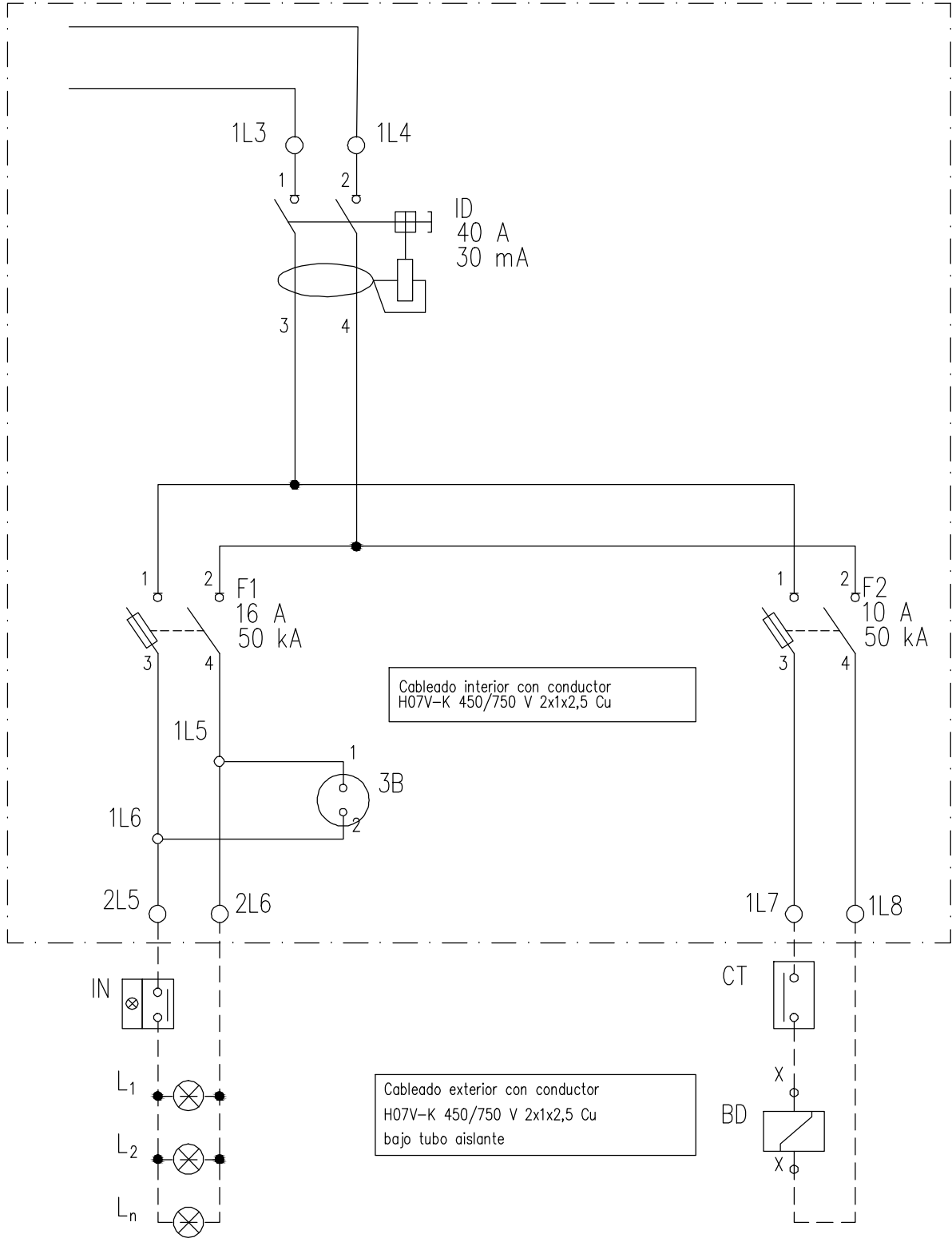
NOTA: En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo electrosoldado, con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30x0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos opuestos de la puesta a tierra de protección del Centro. Dicho mallazo estará cubierto por una capa de hormigón de 10 cm. como mínimo. 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.

TIERRA DE SERVICIO
Configuración: 5/32.
Profundidad electrodo: 0.5 m
Separación picas: 3 m
3 picas en hilera unidas por conductor horizontal
Sección conductor: 50 mm²
Diámetro picas: 14 mm
Longitud picas: 2

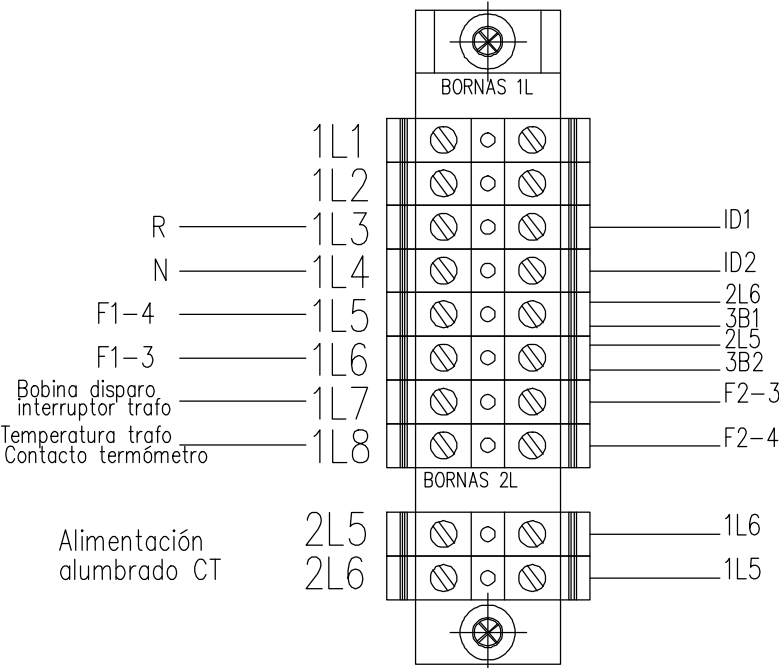
NOTA: El conductor de conexión entre el neutro del transformador y el electrodo de la tierra de servicio será de cable aislado 0,6/1kV de 50 mm² en Cu, bajo tubo de PVC con grado al impacto 7 (mínimo)

PROYECTO DE 28 LÍNEAS DE B.T, LINEA SUBT. DE M.T. Y CT PREFABRICADO DE 2X630KVA SITO SECTOR SR-3 EN PEÑAFLORES(SEVILLA)		ING. TEC. IND.:	
ARCHIVO	PUESTA A TIERRA	AMAYA JIMENEZ ORTEGA	
FECHA: ENE/26		PROPIETARIO:	
ESCALA:		AYTO. PEÑAFLORES	
		PLANO Nº:	18

Unidad funcional de control del cuadro BT



DENOMINACION	DESCRIPCION
ID	Interruptor diferencial bipolar 40A, 30mA
F1	Cortacircuitos seccionable con fusibles cilindricos UTE tamaño 10x38 16A gG-APR
F2	Cortacircuitos seccionable con fusibles cilindricos UTE tamaño 10x38 16A gG-APR
3B	Toma de corriente bipolar de 10 A para clavija redonda (UNE 20315)
IN	Interruptor alumbrado con piloto indicador de presencia
L1, L2, Ln	Punto de luz, min 2 ptos y 150 lux nivel medio.
CT	Contacto del termómetro del transformador MT/BT.
BD	Bobina del disparo del interruptor de detección. del transformador MT/BT

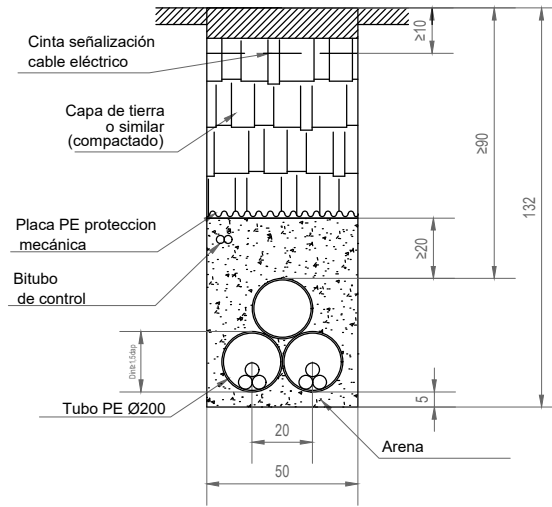


PROYECTO DE 28 LÍNEAS DE B.T, LINEA SUBT. DE M.T. Y CT PREFABRICADO DE 2X630KVA SITO SECTOR SR-3 EN PEÑAFLORE (SEVILLA)

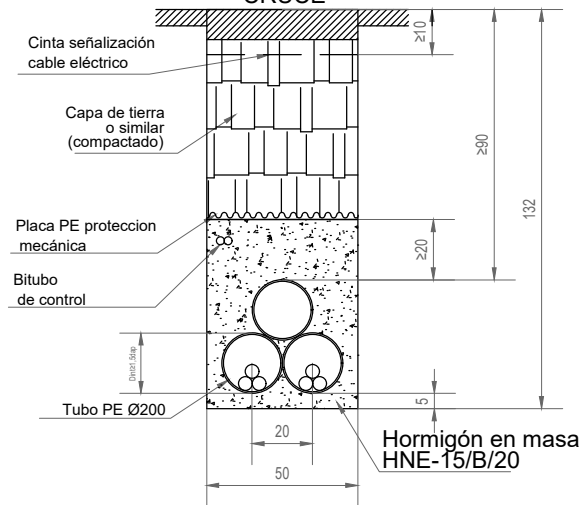
ARCHIVO	ESQUEMA ELECTRICO SISTEMAS AUXILIARES
FECHA: ENE/26	
ESCALA: 1:25	

ING. TEC. IND.:	AMAYA JIMENEZ ORTEGA
PROPIETARIO:	AYTO. PEÑAFLORE
PLANO Nº:	19

EN CALZADA TUBO SECO



EN CALZADA TUBO HORMIGONADO CRUCE



PROYECTO DE 28 LÍNEAS DE B.T, LINEA SUBT. DE M.T. Y CT PREFABRICADO DE 2X630KVA SITO SECTOR SR-3 EN PEÑAFLORES (SEVILLA)

ING. TEC. IND.:

AMAYA JIMENEZ ORTEGA

ARCHIVO

PROPIETARIO:

FECHA: ENE/26

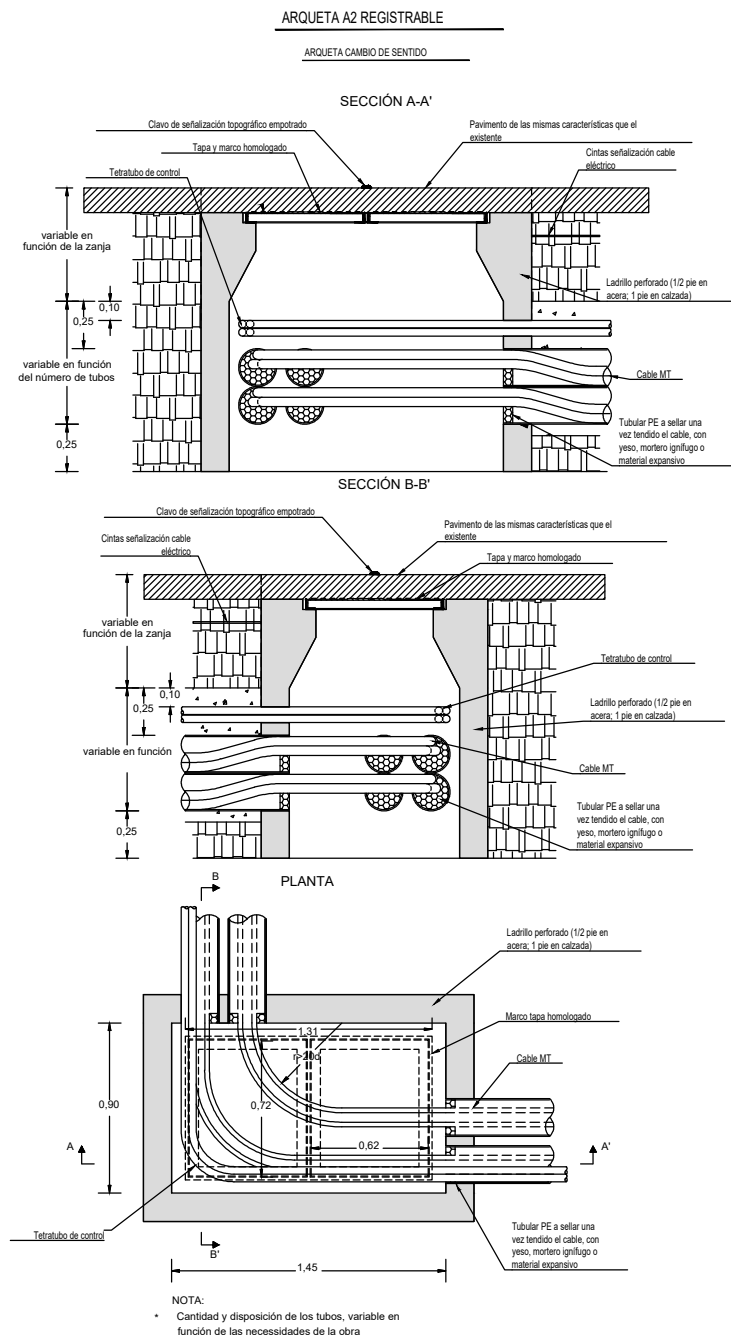
AYTO. PEÑAFLORES

ESCALA: 1:25

DETALLE ZANJA MT

PLANO Nº: 20

ARQUETA A2 REGISTRABLE



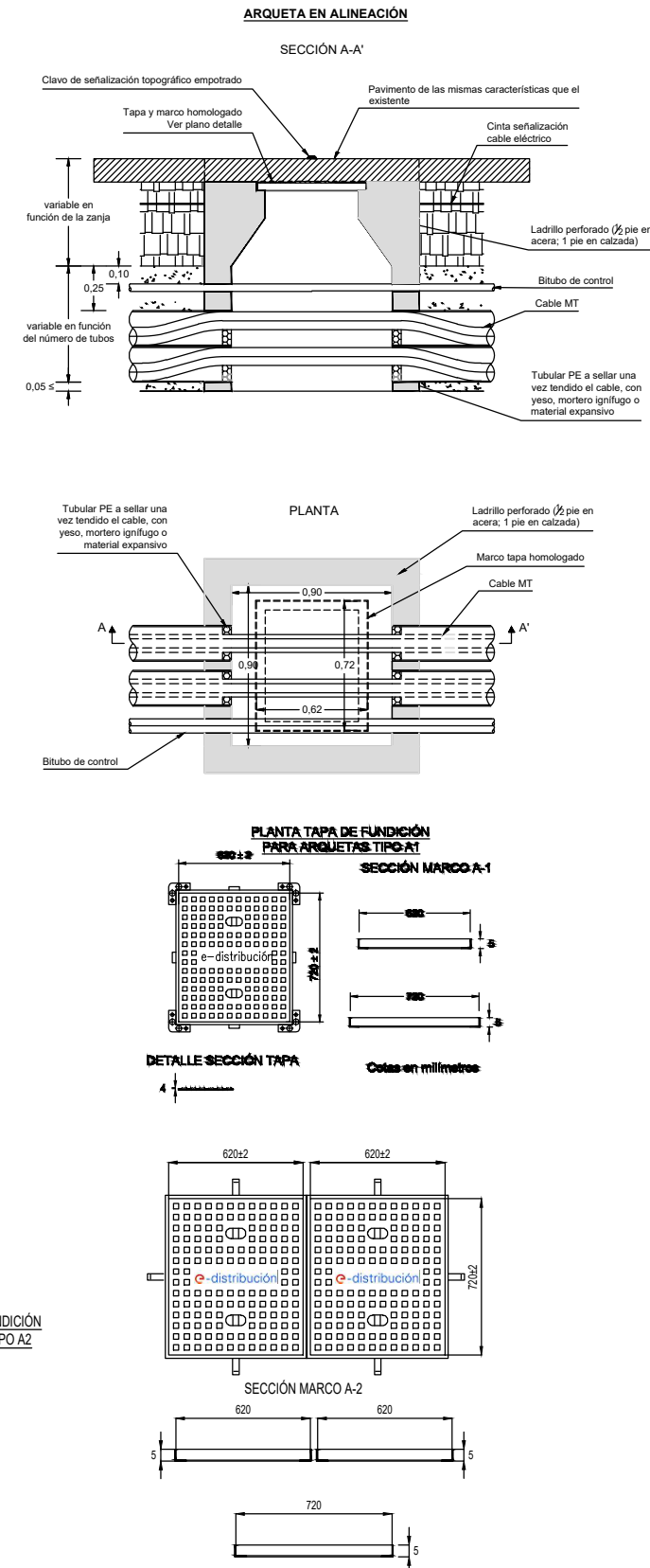
NOTA:

Se permite el uso de arquetas vistas con tapas practicables en los siguientes escenarios genéricos:

- A las salidas de los CCTT o CSECC o Subestaciones.
- En los cambios de dirección de más de 60°.
- Junto a conversiones aéreo/subterráneas junto al apoyo en casco urbano.
- En situaciones dónde un tercero ejecute únicamente la canalización, la ceda, para posterior introducción de conductores.

Se instalarán cuando procedan según estos criterios, siempre que no se prevea tráfico rodado, en cuyo caso deberán ser arquetas registrables ocultas.

ARQUETA A1 REGISTRABLE



PLANTA TAPA DE FUNDICIÓN
PARA ARQUETAS TIPO A2

**PROYECTO DE 28 LÍNEAS DE B.T, LINEA SUBT. DE
M.T. Y CT PREFABRICADO DE 2X630KVA SITO
SECTOR SR-3 EN PEÑAFLOR(SEVILLA)**

ING. TEC. IND.:

AMAYA JIMENEZ ORTEGA

PROPIETARIO:

AYTO. PEÑAFLORES

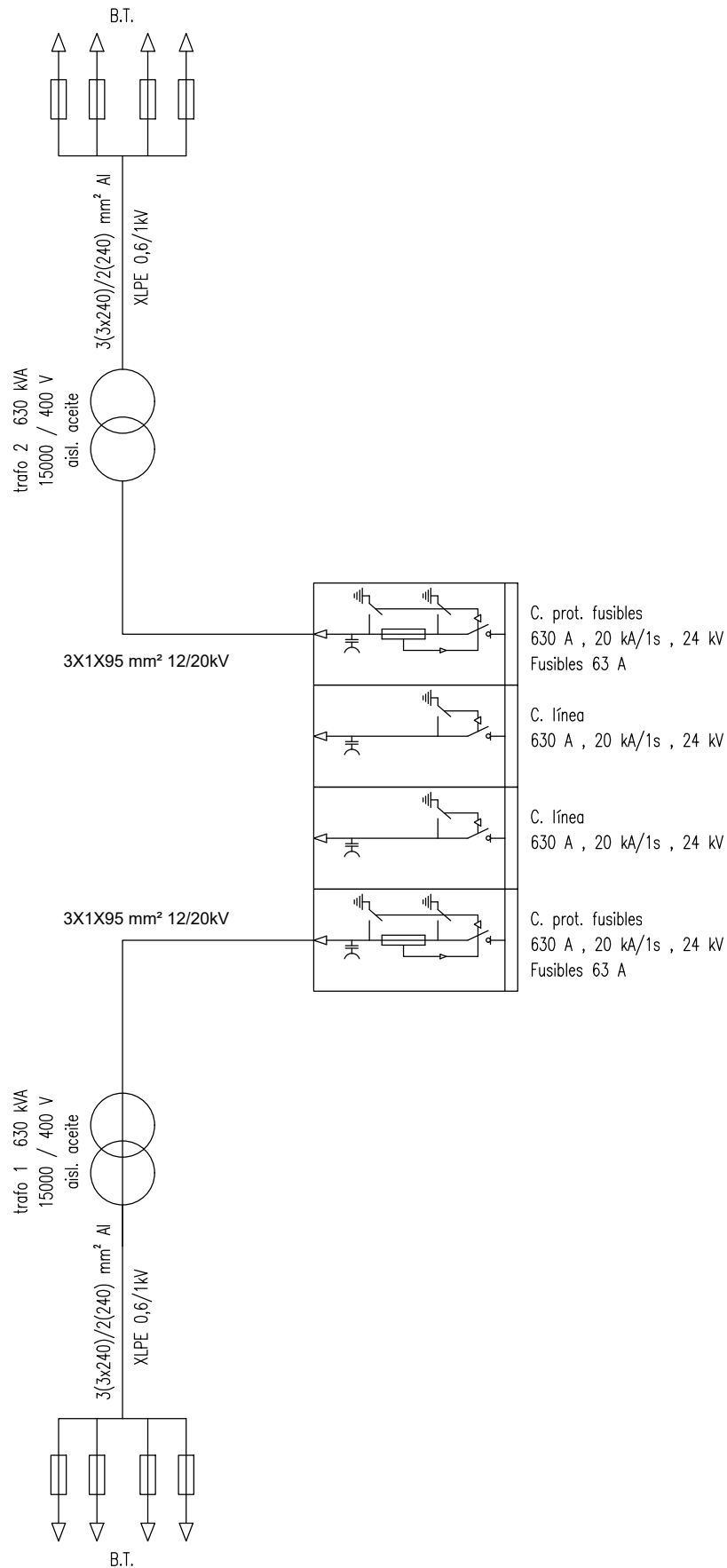
PLANO N°: 21

ARCHIVO

FECHA: ENE/26

ESCALA: 1:40

DETALLE ARQUETA Y TAPA MT



PROYECTO DE 28 LÍNEAS DE B.T, LINEA SUBT. DE M.T. Y CT PREFABRICADO DE 2X630KVA SITO SECTOR SR-3 EN PEÑAFLORES (SEVILLA)

ING. TEC. IND.:

AMAYA JIMENEZ ORTEGA

ARCHIVO

PROPIETARIO:

FECHA: ENE/26

ESQUEMA UNIFILAR

AYTO. PEÑAFLORES

ESCALA: S/E

PLANO N°: 22



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

PLIEGO DE CONDICIONES



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

PLIEGO DE CONDICIONES

Condiciones Generales

1. OBJETO.
2. CAMPO DE APLICACIÓN.
3. DISPOSICIONES GENERALES.
 - 3.1. CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES.
 - 3.2. SEGURIDAD EN EL TRABAJO.
 - 3.3. SEGURIDAD PÚBLICA.
4. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.
 - 4.1. DATOS DE LA OBRA.
 - 4.2. REPLANTEO DE LA OBRA.
 - 4.3. MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO.
 - 4.4. RECEPCIÓN DEL MATERIAL.
 - 4.5. ORGANIZACIÓN.
 - 4.6. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.
 - 4.7. SUBCONTRATACIÓN DE OBRAS.
 - 4.8. PLAZO DE EJECUCIÓN.
 - 4.9. RECEPCIÓN PROVISIONAL.
 - 4.10. PERIODOS DE GARANTÍA.
 - 4.11. RECEPCIÓN DEFINITIVA.
 - 4.12. PAGO DE OBRAS.
 - 4.13. ABONO DE MATERIALES ACOPIADOS.
5. DISPOSICIÓN FINAL.

Condiciones Técnicas para la Ejecución de Redes Subterráneas de Distribución en Baja Tensión

1. OBJETO.
2. CAMPO DE APLICACIÓN.
3. EJECUCIÓN DEL TRABAJO.
 - 3.1. TRAZADO DE ZANJAS.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

- 3.2. APERTURA DE ZANJAS.
- 3.3. CANALIZACIÓN.
- 3.4. TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLES.
- 3.5. TENDIDO DE CABLES.
- 3.6. PROTECCIÓN MECÁNICA.
- 3.7. SEÑALIZACIÓN.
- 3.8. IDENTIFICACIÓN.
- 3.9. CIERRE DE ZANJAS.
- 3.10. REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS.
- 3.11. PUESTA A TIERRA.
- 3.12. MONTAJES DIVERSOS.

4. MATERIALES.

5. RECEPCIÓN DE OBRA.

Condiciones para la Obra Civil y Montaje de líneas eléctricas de Alta Tensión con conductores aislados

1. PREPARACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA OBRA.

2. ZANJAS.

- 2.1. ZANJAS EN TIERRA.
- 2.2. ZANJAS EN ROCA.
- 2.3. ZANJAS ANORMALES Y ESPECIALES.
- 2.4. ROTURA DE PAVIMENTOS.
- 2.5. REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS.

3. GALERÍAS.

- 3.1. GALERÍAS VISITABLES.
- 3.2. GALERÍAS O ZANJAS REGISTRABLES.

4. ATARJEAS O CANALES REVISABLES.

5. BANDEJAS, SOPORTES, PALOMILLAS O SUJECIONES DIRECTAS A LA PARED.

6. CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS.

- 6.1. MATERIALES.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

6.2. DIMENSIONES Y CARACTERÍSTICAS GENERALES DE EJECUCIÓN.

6.3. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DE EJECUCIÓN DE CRUZAMIENTO Y PARALELISMO CON DETERMINADO TIPO DE INSTALACIONES.

7. TENDIDO DE CABLES.

7.1. TENDIDO DE CABLES EN ZANJA ABIERTA.

7.2. TENDIDO DE CABLES EN GALERÍA O TUBULARES.

8. MONTAJES.

8.1. EMPALMES.

8.2. BOTELLAS TERMINALES.

8.3. AUTOVÁLVULAS Y SECCIONADOR.

8.4. HERRAJES Y CONEXIÓN.

8.5. COLOCACIÓN DE SOPORTES Y PALOMILLAS.

9. CONVERSIONES AÉREO-SUBTERRÁNEAS.

10. TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLES.

11. ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.

12. ENSAYOS ELÉCTRICOS DESPUÉS DE LA INSTALACIÓN.

Condiciones para la Obra Civil y Montaje de líneas eléctricas de Alta Tensión con conductores aislados

1. PREPARACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA OBRA.

2. ZANJAS.

2.1. ZANJAS EN TIERRA.

2.2. ZANJAS EN ROCA.

2.3. ZANJAS ANORMALES Y ESPECIALES.

2.4. ROTURA DE PAVIMENTOS.

2.5. REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS.

3. GALERÍAS.

3.1. GALERÍAS VISITABLES.

3.2. GALERÍAS O ZANJAS REGISTRABLES.

4. ATARJEAS O CANALES REVISABLES.

5. BANDEJAS, SOPORTES, PALOMILLAS O SUJECCIONES DIRECTAS A LA PARED.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

6. CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS.

6.1. MATERIALES.

6.2. DIMENSIONES Y CARACTERÍSTICAS GENERALES DE EJECUCIÓN.

6.3. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DE EJECUCIÓN DE CRUZAMIENTO Y PARALELISMO CON DETERMINADO TIPO DE INSTALACIONES.

7. TENDIDO DE CABLES.

7.1. TENDIDO DE CABLES EN ZANJA ABIERTA.

7.2. TENDIDO DE CABLES EN GALERÍA O TUBULARES.

8. MONTAJES.

8.1. EMPALMES.

8.2. BOTELLAS TERMINALES.

8.3. AUTOVÁLVULAS Y SECCIONADOR.

8.4. HERRAJES Y CONEXIÓN.

8.5. COLOCACIÓN DE SOPORTES Y PALOMILLAS.

9. CONVERSIONES AÉREO-SUBTERRÁNEAS.

10. TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLES.

11. ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.

12. ENSAYOS ELÉCTRICOS DESPUÉS DE LA INSTALACIÓN.

Condiciones para la Obra Civil y Montaje de líneas eléctricas de Alta Tensión con conductores aislados

1. PREPARACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA OBRA.

2. ZANJAS.

2.1. ZANJAS EN TIERRA.

2.2. ZANJAS EN ROCA.

2.3. ZANJAS ANORMALES Y ESPECIALES.

2.4. ROTURA DE PAVIMENTOS.

2.5. REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS.

3. GALERÍAS.

3.1. GALERÍAS VISITABLES.

3.2. GALERÍAS O ZANJAS REGISTRABLES.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

4. ATARJEAS O CANALES REVISABLES.

5. BANDEJAS, SOPORTES, PALOMILLAS O SUJECCIONES DIRECTAS A LA PARED.

6. CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS.

6.1. MATERIALES.

6.2. DIMENSIONES Y CARACTERÍSTICAS GENERALES DE EJECUCIÓN.

6.3. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DE EJECUCIÓN DE CRUZAMIENTO Y PARALELISMO CON DETERMINADO TIPO DE INSTALACIONES.

7. TENDIDO DE CABLES.

7.1. TENDIDO DE CABLES EN ZANJA ABIERTA.

7.2. TENDIDO DE CABLES EN GALERÍA O TUBULARES.

8. MONTAJES.

8.1. EMPALMES.

8.2. BOTELLAS TERMINALES.

8.3. AUTOVÁLVULAS Y SECCIONADOR.

8.4. HERRAJES Y CONEXIÓN.

8.5. COLOCACIÓN DE SOPORTES Y PALOMILLAS.

9. CONVERSIONES AÉREO-SUBTERRÁNEAS.

10. TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLES.

11. ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.

12. ENSAYOS ELÉCTRICOS DESPUÉS DE LA INSTALACIÓN.

Condiciones Técnicas para la Obra Civil y Montaje de Centros de Transformación de Interior prefabricados

1. OBJETO.

2. OBRA CIVIL.

2.1. EMPLAZAMIENTO.

2.2. EXCAVACIÓN.

2.3. ACONDICIONAMIENTO.

2.4. EDIFICIO PREFABRICADO DE HORMIGÓN.

2.5. EVACUACIÓN Y EXTINCIÓN DEL ACEITE AISLANTE.

2.6. VENTILACIÓN.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

3. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

3.1. APARAMENTA A.T.

3.2. TRANSFORMADORES.

3.3. EQUIPOS DE MEDIDA.

3.4. ACOMETIDAS SUBTERRÁNEAS.

3.5. ALUMBRADO.

3.6. PUESTAS A TIERRA.

4. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.

5. PRUEBAS REGLAMENTARIAS.

6. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.

6.1. PREVENCIÓNES GENERALES.

6.2. PUESTA EN SERVICIO.

6.3. SEPARACIÓN DE SERVICIO.

6.4. MANTENIMIENTO.

7. CERTIFICADOS.

8. LIBRO DE ÓRDENES.

9. RECEPCIÓN DE LA OBRA.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

PLIEGO DE CONDICIONES

Condiciones Generales.

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.

2. CAMPO DE APLICACIÓN.

Este Pliego de Condiciones se refiere a la construcción de redes subterráneas de baja tensión.

Los Pliego de Condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

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.

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:

- a) Reglamentación General de Contratación según Decreto 3410/75, de 25 de noviembre.
- b) Pliego de Condiciones Generales para la Contratación de Obras Públicas aprobado por Decreto 3854/70, de 31 de diciembre.
- c) Artículo 1588 y siguientes del Código Civil, en los casos que sea procedente su aplicación al contrato de que se trate.
- d) 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.
- e) Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- f) 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.
- g) Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

3.2. SEGURIDAD EN EL TRABAJO.

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en el apartado "f" 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.

3.3. SEGURIDAD PÚBLICA.

El Contratista deberá tomar todas las precauciones máxima 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.

4. ORGANIZACIÓN 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:

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



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

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.

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.

4.3. MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO.

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

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

4.4. RECEPCIÓN DEL MATERIAL.

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

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

4.5. ORGANIZACIÓN.

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.

4.6. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

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 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 4.3.

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

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

4.7. SUBCONTRATACIÓN DE OBRAS.

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

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

- a) Que se 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.
- b) 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.

4.8. PLAZO DE EJECUCIÓN.

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

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

No obstante 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.

4.9. RECEPCIÓN PROVISIONAL.

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del Contratista se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose 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



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

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 detallados 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.

4.10. PERIODOS DE GARANTÍA.

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.

4.11. RECEPCIÓN DEFINITIVA.

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

4.12. PAGO DE OBRAS.

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

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminadas 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.

4.13. 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.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

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.

5. DISPOSICIÓN 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.

Condiciones Técnicas para la Ejecución de Redes Subterráneas de Distribución en Baja Tensión.

1. OBJETO.

Este Pliego de Condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de instalación de redes subterráneas de distribución.

2. CAMPO DE APLICACIÓN.

Este Pliego de Condiciones se refiere al suministro e instalación de materiales necesarios en la ejecución de redes subterráneas de Baja Tensión.

Los Pliegos de Condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

3. EJECUCIÓN DEL TRABAJO.

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

3.1. TRAZADO.

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajos las aceras o calzadas, 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 comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejen llaves 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 zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de la zanja 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.

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.

3.2. APERTURA DE ZANJAS.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

Las zanjas se ejecutarán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso (siempre conforme a la normativa de riesgos laborales).

Se procurará dejar un paso de 50 cm entre la zanja y las tierras extraídas, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

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

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

Las dimensiones mínimas de las zanjas serán las siguientes:

- Profundidad de 60 cm y anchura de 40 cm para canalizaciones de baja tensión bajo acera.
- Profundidad de 80 cm y anchura de 60 cm para canalizaciones de baja tensión bajo calzada.

3.3. CANALIZACIÓN.

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

- Se colocará en posición horizontal y recta y estarán hormigonados en toda su longitud.
- Deberá preverse para futuras ampliaciones uno o varios tubos de reserva dependiendo el número de la zona y situación del cruce (en cada caso se fijará el número de tubos de reserva).
- Los extremos de los tubos en los cruces llegarán hasta los bordillos de las aceras, debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación.
- En las salidas, el cable se situará en la parte superior del tubo, cerrando los orificios con yeso.
- Siempre que la profundidad de zanja bajo la calzada sea inferior a 60 cm en el caso de B.T. se utilizarán chapas o tubos de hierro u otros dispositivos que aseguren una resistencia mecánica equivalente, teniendo en cuenta que dentro del mismo tubo deberán colocarse las tres fases y neutro.
- Los cruces de vías férreas, cursos de agua, etc., deberán proyectarse con todo detalle.

3.3.1. Zanja.

Cuando en una zanja coincidan cables de distintas tensiones se situarán en bandas horizontales a distinto nivel de forma que cada banda se agrupen cables de igual tensión.

La separación entre dos cables multipolares o ternas de cables unipolares de B.T. dentro de una misma banda será como mínimo de 10 cm (25 cm si alguno de los cables es de A.T).

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

3.3.1.1. Cable directamente enterrado.

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



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

La arena que se utilice para la protección de cables será limpia, suelta y áspera, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual se tamizará o lavará convenientemente si fuera necesario. Se empleará arena de mina o de río indistintamente, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente y las dimensiones de los granos serán de 2 a 3 mm como máximo.

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

Los cables deben estar enterrados a profundidad no inferior a 0,6 m, excepción hecha en el caso en que se atraviesen terrenos rocosos. Salvo casos especiales los eventuales obstáculos deben ser evitados pasando el cable por debajo de los mismos.

Todos los cables deben tener una protección (ladrillos, medias cañas, tejas, losas de piedra, etc. formando bovedillas) que sirva para indicar su presencia durante eventuales trabajos de excavación.

3.3.1.2. Cable entubado.

El cable en parte o en todo su recorrido irá en el interior de tubos de cemento, fibrocemento, fundición de hierro, materiales plásticos, etc., de superficie interna lisa, siendo su diámetro interior no inferior al indicado en la ITC-BT-21, tabla 9.

Los tubos estarán hormigonados en todo su recorrido o simplemente con sus uniones recibidas con cemento, en cuyo caso, para permitir su unión correcta, el fondo de la zanja en la que se alojen deberá ser nivelada cuidadosamente después de echar una capa de arena fina o tierra cribada.

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 2 m. en las que se interrumpirá la continuidad de la tubería.

Una vez tendido el cable, estas calas se taparán recubriendo previamente el cable con canales o medios tubos, recibiendo sus uniones con cemento.

En los cambios de dirección se construirán arquetas de hormigón o ladrillo, siendo sus dimensiones mínimas las necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90° y aún éstos se limitarán a los indispensables. En general, los cambios de dirección se harán con ángulos grandes, siendo la longitud mínima (perímetro) de la arqueta de 2 metros.

En la arqueta, los tubos quedarán a unos 25 cm. por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable, los tubos se taponarán con yeso de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. 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 armado; provistas de argollas o ganchos que faciliten su apertura. El fondo de estas arquetas será permeable de forma que permita la filtración del agua de lluvia.

Si las arquetas no son registrables se cubrirán con los materiales necesarios.

3.3.2. Cruzamientos.

Calles y carreteras.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón n° 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

Los cables se colocarán en el interior de tubos protectores, recubiertos de hormigón en toda su longitud a una profundidad mínima de 0,80 m. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

Ferrocarriles.

Los cables se colocarán en el interior de tubos protectores, recubiertos de hormigón, y siempre que sea posible, perpendiculares a la vía, a una profundidad mínima de 1,3 m respecto a la cara inferior de la traviesa. Dichos tubos rebasarán las vías férreas en 1,5 m por cada extremo.

Otros cables de energía eléctrica.

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de baja tensión discurren por encima de los alta tensión.

La distancia mínima entre un cable de baja tensión y otros cables de energía eléctrica será: 0,25 m con cables de alta tensión y 0,10 m con cables de baja tensión. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 m.

Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada.

Cables de telecomunicación.

La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m. La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicación, será superior a 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada.

Estas restricciones no se deben aplicar a los cables de fibra óptica con cubiertas dieléctricas. Todo tipo de protección en la cubierta del cable debe ser aislante.

Canalizaciones de agua y gas.

Siempre que sea posible, los cables se instalarán por encima de las canalizaciones de agua.

La distancia mínima entre cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua o gas será de 0,20 m. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua o gas, o de los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1 m del cruce. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada.

Conducciones de alcantarillado.

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado.

No se admitirá incidir en su interior. Se admitirá incidir en su pared (por ejemplo, instalando tubos, etc), siempre que se asegure que ésta no ha quedado debilitada. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se dispondrán en canalizaciones entubadas.

Depósitos de carburante.

Los cables se dispondrán en canalizaciones entubadas y distarán, como mínimo, 0,20 m del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito, como mínimo 1,5 m por cada extremo.

3.3.3. Proximidades y paralelismos.

Otros cables de energía eléctrica.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

Los cables de baja tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,10 m con los cables de baja tensión y 0,25 m con los cables de alta tensión. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada.

Cables de telecomunicación.

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada.

Canalizaciones de agua.

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal, y que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias principales de agua se dispondrán de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de baja tensión.

Canalizaciones de gas.

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de gas será de 0,20 m, excepto para canalizaciones de gas de alta presión (más de 4 bar), en que la distancia será de 0,40 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal.

Por otro lado, las arterias importantes de gas se dispondrán de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de baja tensión.

Acometidas (conexiones de servicio).

En el caso de que el cruzamiento o paralelismo entre cables eléctricos y canalizaciones de los servicios descritos anteriormente, se produzcan en el tramo de acometida a un edificio deberá mantenerse una distancia mínima de 0,20 m.

Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada.

3.4. 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 el camión o remolque.

Cuando se desplace la bobina por tierra rodándola, habrá que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

Las bobinas no deben almacenarse sobre un suelo blando.

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

Para el tendido de la bobina estará siempre elevada y sujeta por barra y gatos adecuados al peso de la misma y dispositivos de frenado.

3.5. TENDIDO DE CABLES.

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc. y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado. En todo caso el radio de curvatura de cables no debe ser inferior a los valores indicados en las Normas UNE correspondientes relativas a cada tipo de cable.

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

También se puede tender mediante cabrestantes tirando del extremo del cable al que se le habrá adoptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado de conductor que no debe pasar del indicado por el fabricante del mismo. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción.

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

Durante el tendido se tomarán precauciones para evitar que el cable no sufra esfuerzos importantes ni golpes ni rozaduras.

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

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

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a cero grados, no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 10 cm de arena fina y la protección de rasilla.

La zanja en toda su longitud deberá estar cubierta con una capa de arena fina en el fondo antes de proceder al tendido del cable.

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

Cuando dos cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 0,50 m.

Las zanjas se recorrerán con detenimiento antes de tender el cable para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

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

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

Si las pendientes son muy pronunciadas y el terreno es rocoso e impermeable, se corre el riesgo de que la zanja de canalización sirva de drenaje originando un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso se deberá entubar la canalización asegurada con cemento en el tramo afectado.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares:

- Se recomienda colocar en cada metro y medio por fase y neutro unas vueltas de cinta adhesiva para indicar el color distintivo de dicho conductor.

- Cada metro y medio, envolviendo las tres fases y el neutro en B.T., se colocará una sujeción que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos.

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 señale el Director de Obra.

Una vez tendido el cable, los tubos se tapan con yute y yeso, de forma que el cable quede en la parte superior del tubo.

3.6. PROTECCIÓN MECÁNICA.

Las líneas eléctricas subterráneas deben estar protegidas contra posibles averías producidas por hundimiento de tierras, por contacto con cuerpos duros y por choque de herramientas metálicas. Para ello se colocará una capa protectora de rasilla o ladrillo, siendo su anchura de 25 cm cuando se trate de proteger un solo cable. La anchura se incrementará en 12,5 cm. por cada cable que se añada en la misma capa horizontal.

Los ladrillos o rasillas serán cerámicos y duros.

3.7. SEÑALIZACIÓN.

Todo cable o conjunto de cables debe estar señalado por una cinta de atención de acuerdo con la Recomendación UNESA 0205 colocada como mínimo a 0,20 m. por encima del ladrillo. Cuando los cables o conjuntos de cables de categorías de tensión diferentes estén superpuestos, debe colocarse dicha cinta encima de cada uno de ellos.

3.8. IDENTIFICACIÓN.

Los cables deberán llevar marcas que se indiquen el nombre del fabricante, el año de fabricación y sus características.

3.9. CIERRE DE ZANJAS.

Una vez colocadas al cable las protecciones señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de excavación apisonada, debiendo realizarse los veinte primeros centímetros de forma manual, y para el resto deberá usarse apisonado mecánico.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

El cierre de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de 10 cm. de espesor, las cuales serán apisonada y regadas si fuese necesario, con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno.

El Contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiente realización de esta operación y, por lo tanto, serán de su cuenta las posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

La carga y transporte a vertederos de las tierras sobrantes está incluida en la misma unidad de obra que el cierre de las zanjas con objeto de que el apisonado sea lo mejor posible.

3.10. REPOSICIÓN 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 por piezas nuevas si está compuesto por losas, adoquines, etc.

En general se utilizarán materiales nuevos salvo las losas de piedra, adoquines, bordillos de granito y otros similares.

3.11. PUESTA A TIERRA.

Cuando las tomas de tierra de pararrayos de edificios importantes se encuentren bajo la acera, próximas a cables eléctricos en que las envueltas no están conectadas en el interior de los edificios con la bajada del pararrayos conviene tomar alguna de las precauciones siguientes:

- Interconexión entre la bajada del pararrayos y las envueltas metálicas de los cables.
- Distancia mínima de 0,50 m entre el conductor de toma de tierra del pararrayos y los cables o bien interposición entre ellos de elementos aislantes.

3.12. MONTAJES DIVERSOS.

La instalación de herrajes, cajas terminales y de empalme, etc., deben realizarse siguiendo las instrucciones y normas del fabricante.

3.12.1. Armario de distribución.

La fundación de los armarios tendrán como mínimo 15 cm de altura sobre el nivel del suelo.

Al preparar esta fundación se dejarán los tubos o taladros necesarios para el posterior tendido de los cables, colocándolos con la mayor inclinación posible para conseguir que la entrada de cables a los tubos quede siempre 50 cm. como mínimo por debajo de la rasante del suelo.

4. MATERIALES.

Los materiales empleados en la instalación serán entregados por el Contratista siempre que no se especifique lo contrario en el Pliego de Condiciones Particulares.

No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el Director de Obra.

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el Director de Obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

Los cables instalados serán los que figuran en el Proyecto y deberán estar de acuerdo con las Recomendaciones UNESA y las Normas UNE correspondientes.

5. RECEPCIÓN DE 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 incluirá la medición de la conductividad de las tomas de tierra y las pruebas de aislamiento según la forma establecida en la Norma UNE relativa a cada tipo de cable.

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

Condiciones para la Obra Civil y Montaje de las líneas eléctricas de Alta Tensión con conductores aislados

1. PREPARACIÓN Y PROGRAMACIÓN 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, 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 se 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.
- Es también interesante, de una manera aproximada, fijar las acometidas a las viviendas existentes de agua y de gas, con el fin de evitar, en lo posible, el deterioro de las mismas al hacer las zanjas.
- 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.

2. ZANJAS.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

2.1. ZANJAS EN TIERRA.

2.1.1. Ejecución.

Su ejecución comprende:

- a) Apertura de las zanjas.
- b) Suministro y colocación de protección de arena (cables directamente enterrados).
- c) Suministro y colocación de protección de rasillas y ladrillo (cables directamente enterrados).
- d) Suministro y colocación de tubos (cables en canalización entubada).
- e) Colocación de la cinta de "atención al cable".
- f) Tapado y apisonado de las zanjas.
- g) Carga y transporte de las tierras sobrantes.
- h) Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.

a) Apertura de las zanjas.

Las canalizaciones se dispondrán, en general, por terrenos de dominio público en suelo urbano o en curso de urbanización que tenga las cotas de nivel previstas en el proyecto de urbanización (alineaciones y rasantes), preferentemente bajo las aceras y se evitarán los ángulos pronunciados.

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

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. La apertura de calas de reconocimiento se podrá sustituir por el empleo de equipos de detección, como el georadar, que permitan contrastar los planos aportados por las compañías de servicio y al mismo tiempo prevenir situaciones de riesgo.

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 (siempre conforme a la normativa de riesgos laborales).

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.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

b) Suministro y colocación de protección de arena (cables directamente enterrados).

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.

c) Suministro y colocación de protección de rasilla y ladrillo (cables directamente enterrados).

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. En cualquier caso, la protección mecánica soportará un impacto puntual de una energía de 20 J y cubrirá la proyección en planta de los cables.

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.

d) Suministro y colocación de tubos (cables en canalización entubada).

Las canalizaciones estarán construidas por tubos de material sintético, de cemento y derivados, o metálicos, hormigonadas en la zanja o no, con tal que presenten suficiente resistencia mecánica.

El diámetro interior de los tubos no será inferior a vez y media el diámetro exterior del cable o del diámetro aparente del circuito en el caso de varios cables instalados en el mismo tubo. El interior de los tubos será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable o circuito averiado.

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 o de hormigón.

A la entrada de las arquetas, las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

e) 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.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

f) 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.

g) 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.

h) 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.

2.1.2. Dimensiones y Condiciones Generales de Ejecución.

2.1.2.1. 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.

2.1.2.2. 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.

a) 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.

b) Se establecerán los nuevos cables de forma que no se entrecrucen con los servicios establecidos, guardando, a ser posible, paralelismo con ellos.

c) 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.

2.1.2.3. Zanja con más de una banda horizontal.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón n° 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

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

Se procurará que los cables de media tensión vayan colocados en el lado de la zanja más alejada de las viviendas y los de baja tensión en el lado de la zanja más próximo a las mismas.

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.

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.

2.3. ZANJAS ANORMALES Y ESPECIALES.

Si los cables van directamente enterrados, 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.

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:

a) La rotura del pavimento con maza (Almádena) está rigurosamente prohibida, debiendo hacer el corte del mismo de una manera limpia, con lajadera.

b) 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.

2.5. REPOSICIÓN 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.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

3. GALERÍAS.

Pueden utilizarse dos tipos de galería, la galería visitable, de dimensiones interiores suficientes para la circulación de personal, y la galería o zanja registrable, en la que no está prevista la circulación de personal y las tapas de registro precisan medios mecánicos para su manipulación.

Las galerías serán de hormigón armado o de otros materiales de rigidez, estanqueidad y duración equivalentes. Se dimensionarán para soportar la carga de tierras y pavimentos situados por encima y las cargas de tráfico que corresponda.

Las paredes han de permitir una sujeción segura de las estructuras soportes de los cables, así como permitir en caso necesario la fijación de los medios de tendido del cable.

3.1. GALERÍAS VISITABLES.

- Limitación de servicios existentes.

Las galerías visitables se usarán preferentemente sólo para instalaciones eléctricas de potencia y cables de control y comunicaciones. En ningún caso podrán coexistir en la misma galería instalaciones eléctricas e instalaciones de gas o líquidos inflamables.

En caso de existir, las canalizaciones de agua se situarán preferentemente en un nivel inferior que el resto de las instalaciones, siendo condición indispensable que la galería tenga un desagüe situado por encima de la cota de alcantarillado o de la canalización de saneamiento que evacua.

- Condiciones generales.

Las galerías visitables dispondrán de pasillos de circulación de 0,90 m de anchura mínima y 2 m de altura mínima, debiéndose justificar las excepciones puntuales.

Los accesos a la galería deben quedar cerrados de forma que se impida la entrada de personas ajenas al servicio, pero que permita la salida al personal que esté en su interior. Para evitar la existencia de tramos de galería con una sola salida, deben disponerse accesos en las zonas extremas de las galerías.

La ventilación de las galerías será suficiente para asegurar que el aire se renueva, a fin de evitar acumulaciones de gas y condensaciones de humedad y contribuir a que la temperatura máxima de la galería sea compatible con los servicios que contenga. Esta temperatura no sobrepasará los 40 °C. Cuando la temperatura ambiente no permita cumplir este requisito, la temperatura en el interior de la galería no será superior a 50 °C, lo cual se tendrá en cuenta para determinar la intensidad máxima admisible en servicio permanente del cable.

Los suelos de las galerías deberán tener la pendiente adecuada y un sistema de drenaje eficaz, que evite la formación de charcos.

- Galerías de longitud superior a 400 m.

Dispondrán de iluminación fija, de instalaciones fijas de detección de gas (con sensibilidad mínima de 300 ppm), de accesos de personal cada 400 m como máximo, alumbrado de señalización interior para informar de las salidas y referencias exteriores, tabiques de sectorización contra incendios (RF120) con puertas cortafuegos (RF90) cada 1.000 m como máximo y las medidas oportunas para la prevención contra incendios.

- Disposición e identificación de los cables.

Es aconsejable disponer los cables de distintos servicios y de distintos propietarios sobre soportes diferentes y mantener entre ellos unas distancias que permitan su correcta instalación y



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

mantenimiento. Dentro de un mismo servicio debe procurarse agruparlos por tensiones (por ejemplo, todos los cables de A.T. en uno de los laterales, reservando el otro para B.T., control, señalización, etc.).

Los cables se dispondrán de forma que su trazado sea recto y procurando conservar su posición relativa con los demás. Todos los cables deberán estar debidamente señalizados e identificados, de forma que se indique la empresa a quien pertenecen, la designación del circuito, la tensión y la sección de los cables.

- Sujeción de los cables.

Los cables deberán estar fijados a las paredes o a estructuras de la galería mediante elementos de sujeción (regletas, ménsulas, bandejas, bridas, etc.) para evitar que los esfuerzos térmicos, electrodinámicos debidos a las distintas condiciones que puedan presentarse durante la explotación de las redes de A.T. puedan moverlos o deformarlos.

- Equipotencialidad de masas metálicas accesibles.

Todos los elementos metálicos para sujeción de los cables (bandejas, soportes, bridas, etc.) u otros elementos metálicos accesibles al personal que circula por las galerías (pavimentos, barandillas, estructuras o tuberías metálicas, etc.) se conectarán eléctricamente a la red de tierra de la galería.

- Aislamiento de pantalla y armadura de un cable respecto a su soporte metálico.

El proyectista debe calcular el valor máximo de la tensión a que puede quedar sometida la pantalla y armadura de un cable dentro de la galería respecto a su red de tierras en las condiciones más desfavorables previsibles. Si dimensionará el aislamiento entre la pantalla y la armadura del cable respecto al elemento metálico de soporte para evitar una perforación que establezca un camino conductor, ya que esto podría dar origen a un defecto local en el cable.

- Previsión de defectos conducidos por la tierra de la galería.

En el caso que aparezca un defecto iniciado en un cable dentro de la galería, si el proyectista no prevé medidas especiales, considerará que las tierras de la galería deben poder evacuar las corrientes de defecto de dicho cable (defecto fase-tierra). Por consiguiente, dichas corrientes no deberán superar la máxima corriente de defecto para la cual se ha dimensionado la red de tierras de la galería.

- Previsión de defectos en cables no evacuados a la tierra de la galería.

El proyectista puede prever la instalación de cables cuya corriente de defecto fase-tierra supere la máxima corriente de defecto para la cual se ha dimensionado la red de tierra de la galería. En ese caso, las pantallas y armaduras de tales cables deberán estar aisladas, protegidas y separadas respecto a los elementos metálicos de soporte, de forma que se asegure razonablemente la imposibilidad de que esos defectos puedan drenar a la red de tierra de la galería, incluso en el caso de defecto en un punto del cable cercano a un elemento de sujeción.

3.2. GALERÍAS O ZANJAS REGISTRABLES.

En tales galerías se admite la instalación de cables eléctricos de alta tensión, de baja tensión y de alumbrado, control y comunicación. No se admite la existencia de canalizaciones de gas. Sólo se admite la existencia de canalizaciones de agua si se puede asegurar que en caso de fuga no afecte a los demás servicios.

Las condiciones de seguridad más destacables que deben cumplir este tipo de instalación son:

- Estanqueidad de los cierres.
- Buena renovación de aire en el cuerpo ocupado por los cables eléctricos, para evitar acumulaciones de gas y condensación de humedades, y mejorar la disipación de calor.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón n° 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

4. ATARJEAS O CANALES REVISABLES.

En ciertas ubicaciones con acceso restringido al personal autorizado, como puede ser en el interior de industrias o de recintos destinados exclusivamente a contener instalaciones eléctricas, podrán utilizarse canales de obra con tapas prefabricadas de hormigón o de cualquier otro material sintético de elevada resistencia mecánica (que normalmente enrasan con el nivel del suelo) manipulables a mano.

Es aconsejable separar los cables de distintas tensiones (aprovechando el fondo y las dos paredes). Incluso, puede ser preferible destinar canales distintos. El canal debe permitir la renovación del aire.

5. BANDEJAS, SOPORTES, PALOMILLAS O SUJECIONES DIRECTAS A LA PARED.

Normalmente, este tipo de instalación sólo se empleará en subestaciones u otras instalaciones eléctricas de alta tensión (de interior o exterior) en las que el acceso quede restringido al personal autorizado. Cuando las zonas por las que discurre el cable sean accesibles a personas o vehículos, deberán disponerse protecciones mecánicas que dificulten su accesibilidad.

En instalaciones frecuentadas por personal no autorizado se podrá utilizar como sistema de instalación bandejas, tubos o canales protectoras, cuya tapa sólo se pueda retirar con la ayuda de un útil. Las bandejas se dispondrán adosadas a la pared o en montaje aéreo, siempre a una altura mayor de 4 m para garantizar su inaccesibilidad. Para montajes situados a una altura inferior a 4 m se utilizarán tubos o canales protectoras, cuya tapa sólo se pueda retirar con la ayuda de un útil.

En el caso de instalaciones a la intemperie, los cables serán adecuados a las condiciones ambientales a las que estén sometidos (acción solar, frío, lluvia, etc.), y las protecciones mecánicas y sujeciones del cable evitarán la acumulación de agua en contacto con los cables.

Se deberán colocar, asimismo, las correspondientes señalizaciones e identificaciones.

Todos los elementos metálicos para sujeción de los cables (bandejas, soportes, palomillas, bridas, etc.) u otros elementos metálicos accesibles al personal (pavimentos, barandillas, estructuras o tuberías metálicas, etc.) se conectarán eléctricamente a la red de tierra de la instalación. Las canalizaciones conductoras se conectarán a tierra cada 10 m como máximo y siempre al principio y al final de la canalización.

6. CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS.

Se prohíbe la plantación de árboles y construcción de edificios e instalaciones industriales en la franja definida por la zanja donde van alojados los conductores, incrementada a cada lado en una distancia mínima de seguridad igual a la mitad de la anchura de la canalización.

Para cruzar zonas en las que no sea posible o suponga graves inconvenientes y dificultades la apertura de zanjas (cruces de ferrocarriles, carreteras con gran densidad de circulación, etc.), pueden utilizarse máquinas perforadoras "topo" de tipo impacto, hincadora de tuberías o taladradora de barrena. En estos casos se prescindirá del diseño de zanja prescrito puesto que se utiliza el proceso de perforación que se considere más adecuado.

El cable deberá ir en el interior de canalizaciones entubadas hormigonadas en los casos siguientes:

- A) Para el cruce de calles, caminos o carreteras con tráfico rodado.
- B) Para el cruce de ferrocarriles.
- C) En las entradas de carruajes o garajes públicos.
- D) En los lugares en donde por diversas causas no debe dejarse tiempo la zanja abierta.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón n° 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

E) En los sitios en donde esto se crea necesario por indicación del Proyecto o del Supervisor de la Obra.

6.1. MATERIALES.

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

a) 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.

b) 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.

c) La arena será limpia, suelta, áspera, crujiendo 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.

d) 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.

e) AGUA - Se empleará el agua de río o manantial, quedando prohibido el empleo de aguas procedentes de ciénagas.

f) 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.

6.2. DIMENSIONES Y CARACTERÍSTICAS GENERALES DE EJECUCIÓN.

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 responderá 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.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón n° 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

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 90° 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 quede 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.

6.3. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DE EJECUCIÓN DE CRUZAMIENTO Y PARALELISMO CON DETERMINADO TIPO DE INSTALACIONES.

6.3.1. Cruzamientos.

El cruce de líneas eléctricas subterráneas con calles y carreteras deberá realizarse siempre bajo tubo hormigonado en toda su longitud. La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie no será inferior a 0,6 m.



El cruce de líneas eléctricas subterráneas con ferrocarriles o vías férreas deberá realizarse siempre bajo tubo hormigonado, de forma perpendicular a la vía siempre que sea posible. Dicho tubo rebasará las instalaciones de servicio en una distancia de 1,50 m., quedando la parte superior del tubo más próximo a la superficie a una profundidad mínima de 1,10 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 separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los cables de telecomunicación o canalizaciones de agua será de 0,20 m. La distancia del punto de cruce a los empalmes o juntas será superior a 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable o canalización instalada más recientemente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual a 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm. También se empleará este tipo de tubos, conductos o divisorias en los cruzamientos con depósitos de carburante, no obstante, en este caso, los tubos distarán como mínimo 1,20 m del depósito y los extremos de los tubos rebasarán al depósito, como mínimo, 2 m por cada extremo.

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado. Se admitirá incidir en su pared (por ejemplo, instalando tubos), siempre que se asegure que ésta no ha quedado debilitada. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se dispondrán separados mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por los mismos materiales reflejados en el párrafo anterior.

En los cruces de líneas subterráneas de A.T. directamente enterradas y canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas siguientes:

- Canalizaciones y acometidas en alta, media y baja presión: 0,40 m.
- Acometidas interiores en alta presión: 0,40 m.
- Acometidas interiores en media y baja presión: 0,20 m.

Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias se dispondrá una protección suplementaria, en cuyo caso la separación mínima será:

- Canalizaciones y acometidas en alta, media y baja presión: 0,25 m.
- Acometidas interiores en alta presión: 0,25 m.
- Acometidas interiores en media y baja presión: 0,10 m.

La protección suplementaria garantizará una mínima cobertura longitudinal de 0,45 m a ambos lados del cruce y 0,30 m de anchura centrada con la instalación que se pretende proteger. Estará constituida preferentemente por materiales cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc.). En el caso de línea A.T. entubada, se considerará como protección suplementaria el propio tubo, que será de las características mecánicas definidas en los cruzamientos anteriores.

6.3.2. Proximidades y paralelismos.

Los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,25 m. En el caso que un mismo propietario canalice a la vez varios cables de A.T. del mismo nivel de tensiones, podrá instalarlos a menor distancia. Si el paralelismo se realiza respecto a cables de telecomunicación o canalizaciones de agua la distancia mínima será de 0,20 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable o canalización instalada más recientemente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual a 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

La distancia mínima entre empalmes de cables y juntas de canalizaciones de agua será de 1 m. Se procurará que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias importantes de agua se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables de alta tensión.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

En los paralelismos de líneas subterráneas de A.T. directamente enterradas y canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas siguientes:

- Canalizaciones y acometidas en alta presión: 0,40 m.
- Canalizaciones y acometidas en media y baja presión: 0,25 m.
- Acometidas interiores en alta presión: 0,40 m.
- Acometidas interiores en media y baja presión: 0,20 m.

Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias se dispondrá una protección suplementaria, en cuyo caso la separación mínima será:

- Canalizaciones y acometidas en alta presión: 0,25 m.
- Canalizaciones y acometidas en media y baja presión: 0,15 m.
- Acometidas interiores en alta presión: 0,25 m.
- Acometidas interiores en media y baja presión: 0,10 m.

La protección suplementaria estará constituida preferentemente por materiales cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc.) o por tubos de adecuada resistencia mecánica, de las mismas características que las especificadas en el primer párrafo de este apartado. La distancia mínima entre empalmes de cables y juntas de canalizaciones de gas será de 1 m.

6.3.3. Acometidas (conexiones de servicio).

En el caso de que alguno de los servicios que se cruzan o discurren paralelos sea una acometida o conexión de servicio a un edificio, deberá mantenerse entre ambos una distancia mínima de 0,30 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias, la conducción más recientemente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual a 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

La entrada de las acometidas o conexiones de servicio a los edificios, tanto cables de B.T. como de A.T. en el caso de acometidas eléctricas, deberá taponarse hasta conseguir su estanqueidad.

7. TENDIDO DE CABLES.

7.1. TENDIDO DE CABLES EN ZANJA ABIERTA.

7.1.1. Manejo y preparación de bobinas.

Cuando se desplace la bobina en tierra rodándola, hay que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado en ella con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

La bobina no debe almacenarse sobre un suelo blando.

Antes de comenzar el tendido del cable se estudiará el punto más apropiado para situar la bobina, generalmente por facilidad de tendido: en el caso de suelos con pendiente suele ser conveniente el canalizar cuesta abajo. También hay que tener en cuenta que, si hay muchos pasos con tubos, se debe procurar colocar la bobina en la parte más alejada de los mismos, con el fin de evitar que pase la mayor parte del cable por los tubos.

En el caso del cable trifásico no se canalizará desde el mismo punto en dos direcciones opuestas con el fin de que las espirales de los tramos se correspondan.

Para el tendido, la bobina estará siempre elevada y sujeta por un barrón y gatos de potencia apropiada al peso de la misma.

7.1.2. Tendido de cables.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón n° 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

Los cables deben ser siempre desarrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc. y teniendo siempre pendiente que el radio de curvatura del cable deber ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido, y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado.

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

También se puede canalizar mediante cabrestantes, tirando del extremo del cable, al que se habrá adoptado una cabeza apropiada, y con un esfuerzo de tracción por mm de conductor que no debe sobrepasar el que indique el fabricante del mismo. En cualquier caso, el esfuerzo no será superior a 4 kg/mm² en cables trifásicos y a 5 kg/mm² para cables unipolares, ambos casos con conductores de cobre. Cuando se trate de aluminio deben reducirse a la mitad. Será imprescindible la colocación de dinamómetro para medir dicha tracción mientras se tiende.

El tendido se hará obligatoriamente sobre rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no puedan dañar el cable. Se colocarán en las curvas los rodillos de curva precisos de forma que el radio de curvatura no sea menor de veinte veces el diámetro del cable.

Durante el tendido del cable se tomarán precauciones para evitar al cable esfuerzos importantes, así como que sufra golpes o rozaduras.

No se permitirá desplazar el cable, lateralmente, por medio de palancas u otros útiles, sino que se deberá hacer siempre a mano.

Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, en casos muy específicos y siempre bajo la vigilancia del Supervisor de la Obra.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0 grados centígrados no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

La zanja, en toda su longitud, deberá estar cubierta con una capa de 10 cm. de arena fina en el fondo, antes de proceder al tendido del cable.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta, sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con la capa de 15 cm. de arena fina y la protección de rasilla.

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

Cuando dos cables se canalicen para ser empalmados, si están aislados con papel impregnado, se cruzarán por lo menos un metro, con objeto de sanear las puntas y si tienen aislamiento de plástico el cruzamiento será como mínimo de 50 cm.

Las zanjas, una vez abiertas y antes de tender el cable, se recorrerán con detenimiento para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas, al terminar los trabajos, en la misma forma en que se encontraban primitivamente. Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia a la oficina de control de obras y a la empresa correspondiente, con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte de la Contrata tendrá las señas de los servicios públicos, así como su número de teléfono, por si tuviera, el mismo, que llamar comunicando la avería producida.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

Si las pendientes son muy pronunciadas, y el terreno es rocoso e impermeable, se está expuesto a que la zanja de canalización sirva de drenaje, con lo que se originaría un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso, si es un talud, se deberá hacer la zanja al bies, para disminuir la pendiente, y de no ser posible, conviene que en esa zona se lleve la canalización entubada y recibida con cemento.

Cuando dos o más cables de M.T. discurren paralelos entre dos subestaciones, centros de reparto, centros de transformación, etc., deberán señalizarse debidamente, para facilitar su identificación en futuras aperturas de la zanja utilizando para ello cada metro y medio, cintas adhesivas de colores distintos para cada circuito, y en fajas de anchos diferentes para cada fase si son unipolares. De todos modos, al ir separados sus ejes 20 cm. mediante un ladrillo o rasilla colocado de canto a lo largo de toda la zanja, se facilitará el reconocimiento de estos cables que además no deben cruzarse en todo el recorrido entre dos C.T.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares de media tensión formando ternas, la identificación es más dificultosa y por ello es muy importante el que los cables o mazos de cables no cambien de posición en todo su recorrido como acabamos de indicar.

Además, se tendrá en cuenta lo siguiente:

a) Cada metro y medio serán colocados por fase una vuelta de cinta adhesiva y permanente, indicativo de la fase 1, fase 2 y fase 3 utilizando para ello los colores normalizados cuando se trate de cables unipolares.

Por otro lado, cada metro y medio envolviendo las tres fases, se colocarán unas vueltas de cinta adhesiva que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos, salvo indicación en contra del Supervisor de Obras. En el caso de varias ternas de cables en mazos, las vueltas de cinta citadas deberán ser de colores distintos que permitan distinguir un circuito de otro.

b) Cada metro y medio, envolviendo cada conductor de MT tripolar, serán colocadas unas vueltas de cinta adhesivas y permanente de un color distinto para cada circuito, procurando además que el ancho de la faja sea distinto en cada uno.

7.2. TENDIDO DE CABLES EN GALERÍA O TUBULARES.

7.2.1. Tendido de cables en tubulares.

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 CRUZAMIENTOS).



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

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.

7.2.2. Tendido de cables en galería.

Los cables en galería se colocarán en palomillas, ganchos u otros soportes adecuados, que serán colocados previamente de acuerdo con lo indicado en el apartado de "Colocación de Soportes y Palomillas".

Antes de empezar el tendido se decidirá el sitio donde va a colocarse el nuevo cable para que no se interfiera con los servicios ya establecidos.

En los tendidos en galería serán colocadas las cintas de señalización ya indicadas y las palomillas o soportes deberán distribuirse de modo que puedan aguantar los esfuerzos electrodinámicos que posteriormente pudieran presentarse.

8. MONTAJES.

8.1. 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.

8.2. BOTELLAS TERMINALES.

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.

8.3. AUTOVÁLVULAS 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



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

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 Ω.

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. ϕ 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.

8.4. 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.

8.5. COLOCACIÓN DE SOPORTES Y PALOMILLAS.

8.5.1. 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.

8.5.2. Soportes y palomillas para cables sobre muros de ladrillo.

Igual al apartado anterior, pero sobre paredes de ladrillo.

9. CONVERSIONES AÉREO-SUBTERRÁNEAS.

Tanto en el caso de un cable subterráneo intercalado en una línea aérea, como de un cable subterráneo de unión entre una línea aérea y una instalación transformadora se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Cuando el cable subterráneo esté destinado a alimentar un centro de transformación de cliente se instalará un seccionador ubicado en el propio poste de la conversión aéreo-subterránea, en uno próximo o en el centro de transformación siempre que el seccionador sea una unidad funcional y de transporte separada del transformador. En cualquier caso, el seccionador quedará a menos de 50 m de la conexión aéreo-subterránea.

- Cuando el cable esté intercalado en una línea aérea, no será necesario instalar un seccionador.

- El cable subterráneo en el tramo aéreo de subida hasta la línea aérea irá protegido por un tubo o canal cerrado de material sintético, de cemento y derivados, o metálicos con la suficiente resistencia mecánica. El interior de los tubos o canales será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable o circuito averiado. El tubo o canal se obturará por la parte superior para evitar la entrada de agua (taponado hermético mediante capuchón de protección de neopreno, cinta adhesiva o de relleno o pasta



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

taconadora adecuada), y se empotrará en la cimentación del apoyo, sobresaliendo 2,5 m por encima del nivel del terreno.

El diámetro del tubo será como mínimo 1,5 veces el diámetro del cable o el de la terna de cables si son unipolares y, en el caso de canal cerrado su anchura mínima será de 1,8 veces el diámetro del cable.

- Si se instala un solo cable unipolar por tubo o canal, éstos deberán ser de plástico o metálico de material no ferromagnético, a fin de evitar el calentamiento producido por las corrientes inducidas.

- Cuando deban instalarse protecciones contra sobretensiones mediante pararrayos autoválvulas o descargadores, la conexión será lo más corta posible y sin curvas pronunciadas, garantizándose el nivel de aislamiento del elemento a proteger.

10. 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.

11. ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.

Durante el diseño y la ejecución de la línea, las disposiciones de aseguramiento de la calidad deben seguir los principios descritos en la norma UNE-EN ISO 9001. Los sistemas y procedimientos, que el proyectista y/o contratista de la instalación utilizarán, para garantizar que los trabajos del proyecto cumplan con los requisitos del mismo, deben ser definidos en el plan de calidad del proyectista y/o del contratista de la instalación para los trabajos del proyecto.

Cada plan de calidad debe presentar las actividades en una secuencia lógica, teniendo en cuenta lo siguiente:

- a) Una descripción del trabajo propuesto y del orden del programa.
- b) La estructura de la organización para el contrato, así como la oficina principal y cualquier otro centro responsable de una parte del trabajo.
- c) Las obligaciones y responsabilidades asignadas al personal de control de calidad del trabajo.
- d) Puntos de control de ejecución y notificación.
- e) Presentación de los documentos de ingeniería requeridos por las especificaciones del proyecto.
- f) La inspección de los materiales y sus componentes a su recepción.
- g) La referencia a los procedimientos de aseguramiento de la calidad para cada actividad.
- h) Inspección durante la fabricación / construcción.
- i) Inspección final y ensayos.

El plan de garantía de aseguramiento de la calidad es parte del plan de ejecución de un proyecto o una fase del mismo.

12. ENSAYOS ELÉCTRICOS DESPUÉS DE LA INSTALACIÓN.

Una vez que la instalación ha sido concluida, es necesario comprobar que el tendido del cable y el montaje de los accesorios (empalmes, terminales, etc.) se ha realizado correctamente, para lo cual serán de aplicación los ensayos especificados al efecto en las normas correspondientes y según se establece en la ITC-LAT 05.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

Condiciones para la Obra Civil y Montaje de las líneas eléctricas de Alta Tensión con conductores aislados

1. PREPARACIÓN Y PROGRAMACIÓN 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, 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 se 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.
- Es también interesante, de una manera aproximada, fijar las acometidas a las viviendas existentes de agua y de gas, con el fin de evitar, en lo posible, el deterioro de las mismas al hacer las zanjas.
- 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.

2. ZANJAS.

2.1. ZANJAS EN TIERRA.

2.1.1. Ejecución.

Su ejecución comprende:

- a) Apertura de las zanjas.
- b) Suministro y colocación de protección de arena (cables directamente enterrados).
- c) Suministro y colocación de protección de rasillas y ladrillo (cables directamente enterrados).
- d) Suministro y colocación de tubos (cables en canalización entubada).
- e) Colocación de la cinta de "atención al cable".
- f) Tapado y apisonado de las zanjas.
- g) Carga y transporte de las tierras sobrantes.
- h) Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.

a) Apertura de las zanjas.

Las canalizaciones se dispondrán, en general, por terrenos de dominio público en suelo urbano o en curso de urbanización que tenga las cotas de nivel previstas en el proyecto de urbanización (alineaciones y rasantes), preferentemente bajo las aceras y se evitarán los ángulos pronunciados.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

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

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. La apertura de calas de reconocimiento se podrá sustituir por el empleo de equipos de detección, como el georadar, que permitan contrastar los planos aportados por las compañías de servicio y al mismo tiempo prevenir situaciones de riesgo.

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 (siempre conforme a la normativa de riesgos laborales).

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.

b) Suministro y colocación de protección de arena (cables directamente enterrados).

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.

c) Suministro y colocación de protección de rasilla y ladrillo (cables directamente enterrados).

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



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

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. En cualquier caso, la protección mecánica soportará un impacto puntual de una energía de 20 J y cubrirá la proyección en planta de los cables.

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.

d) Suministro y colocación de tubos (cables en canalización entubada).

Las canalizaciones estarán construidas por tubos de material sintético, de cemento y derivados, o metálicos, hormigonadas en la zanja o no, con tal que presenten suficiente resistencia mecánica.

El diámetro interior de los tubos no será inferior a vez y media el diámetro exterior del cable o del diámetro aparente del circuito en el caso de varios cables instalados en el mismo tubo. El interior de los tubos será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable o circuito averiado.

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 o de hormigón.

A la entrada de las arquetas, las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

e) 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.

f) 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.

g) 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.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

h) 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.

2.1.2. Dimensiones y Condiciones Generales de Ejecución.

2.1.2.1. 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.

2.1.2.2. 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.

a) 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.

b) Se establecerán los nuevos cables de forma que no se entrecrucen con los servicios establecidos, guardando, a ser posible, paralelismo con ellos.

c) 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.

2.1.2.3. Zanja con más de una banda horizontal.

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

Se procurará que los cables de media tensión vayan colocados en el lado de la zanja más alejada de las viviendas y los de baja tensión en el lado de la zanja más próximo a las mismas.

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.

2.2. ZANJAS EN ROCA.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

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.

2.3. ZANJAS ANORMALES Y ESPECIALES.

Si los cables van directamente enterrados, 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.

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:

a) La rotura del pavimento con maza (Almádena) está rigurosamente prohibida, debiendo hacer el corte del mismo de una manera limpia, con lajadera.

b) 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.

2.5. REPOSICIÓN 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.

3. GALERÍAS.

Pueden utilizarse dos tipos de galería, la galería visitable, de dimensiones interiores suficientes para la circulación de personal, y la galería o zanja registrable, en la que no está prevista la circulación de personal y las tapas de registro precisan medios mecánicos para su manipulación.

Las galerías serán de hormigón armado o de otros materiales de rigidez, estanqueidad y duración equivalentes. Se dimensionarán para soportar la carga de tierras y pavimentos situados por encima y las cargas de tráfico que corresponda.

Las paredes han de permitir una sujeción segura de las estructuras soportes de los cables, así como permitir en caso necesario la fijación de los medios de tendido del cable.

3.1. GALERÍAS VISITABLES.

- Limitación de servicios existentes.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

Las galerías visitables se usarán preferentemente sólo para instalaciones eléctricas de potencia y cables de control y comunicaciones. En ningún caso podrán coexistir en la misma galería instalaciones eléctricas e instalaciones de gas o líquidos inflamables.

En caso de existir, las canalizaciones de agua se situarán preferentemente en un nivel inferior que el resto de las instalaciones, siendo condición indispensable que la galería tenga un desagüe situado por encima de la cota de alcantarillado o de la canalización de saneamiento que evacua.

- Condiciones generales.

Las galerías visitables dispondrán de pasillos de circulación de 0,90 m de anchura mínima y 2 m de altura mínima, debiéndose justificar las excepciones puntuales.

Los accesos a la galería deben quedar cerrados de forma que se impida la entrada de personas ajenas al servicio, pero que permita la salida al personal que esté en su interior. Para evitar la existencia de tramos de galería con una sola salida, deben disponerse accesos en las zonas extremas de las galerías.

La ventilación de las galerías será suficiente para asegurar que el aire se renueva, a fin de evitar acumulaciones de gas y condensaciones de humedad y contribuir a que la temperatura máxima de la galería sea compatible con los servicios que contenga. Esta temperatura no sobrepasará los 40 °C. Cuando la temperatura ambiente no permita cumplir este requisito, la temperatura en el interior de la galería no será superior a 50 °C, lo cual se tendrá en cuenta para determinar la intensidad máxima admisible en servicio permanente del cable.

Los suelos de las galerías deberán tener la pendiente adecuada y un sistema de drenaje eficaz, que evite la formación de charcos.

- Galerías de longitud superior a 400 m.

Dispondrán de iluminación fija, de instalaciones fijas de detección de gas (con sensibilidad mínima de 300 ppm), de accesos de personal cada 400 m como máximo, alumbrado de señalización interior para informar de las salidas y referencias exteriores, tabiques de sectorización contra incendios (RF120) con puertas cortafuegos (RF90) cada 1.000 m como máximo y las medidas oportunas para la prevención contra incendios.

- Disposición e identificación de los cables.

Es aconsejable disponer los cables de distintos servicios y de distintos propietarios sobre soportes diferentes y mantener entre ellos unas distancias que permitan su correcta instalación y mantenimiento. Dentro de un mismo servicio debe procurarse agruparlos por tensiones (por ejemplo, todos los cables de A.T. en uno de los laterales, reservando el otro para B.T., control, señalización, etc).

Los cables se dispondrán de forma que su trazado sea recto y procurando conservar su posición relativa con los demás. Todos los cables deberán estar debidamente señalizados e identificados, de forma que se indique la empresa a quien pertenecen, la designación del circuito, la tensión y la sección de los cables.

- Sujeción de los cables.

Los cables deberán estar fijados a las paredes o a estructuras de la galería mediante elementos de sujeción (regletas, ménsulas, bandejas, bridas, etc) para evitar que los esfuerzos térmicos, electrodinámicos debidos a las distintas condiciones que puedan presentarse durante la explotación de las redes de A.T. puedan moverlos o deformarlos.

- Equipotencialidad de masas metálicas accesibles.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

Todos los elementos metálicos para sujeción de los cables (bandejas, soportes, bridas, etc.) u otros elementos metálicos accesibles al personal que circula por las galerías (pavimentos, barandillas, estructuras o tuberías metálicas, etc) se conectarán eléctricamente a la red de tierra de la galería.

- Aislamiento de pantalla y armadura de un cable respecto a su soporte metálico.

El proyectista debe calcular el valor máximo de la tensión a que puede quedar sometida la pantalla y armadura de un cable dentro de la galería respecto a su red de tierras en las condiciones más desfavorables previsibles. Si dimensionará el aislamiento entre la pantalla y la armadura del cable respecto al elemento metálico de soporte para evitar una perforación que establezca un camino conductor, ya que esto podría dar origen a un defecto local en el cable.

- Previsión de defectos conducidos por la tierra de la galería.

En el caso que aparezca un defecto iniciado en un cable dentro de la galería, si el proyectista no prevé medidas especiales, considerará que las tierras de la galería deben poder evacuar las corrientes de defecto de dicho cable (defecto fase-tierra). Por consiguiente, dichas corrientes no deberán superar la máxima corriente de defecto para la cual se ha dimensionado la red de tierras de la galería.

- Previsión de defectos en cables no evacuados a la tierra de la galería.

El proyectista puede prever la instalación de cables cuya corriente de defecto fase-tierra supere la máxima corriente de defecto para la cual se ha dimensionado la red de tierra de la galería. En ese caso, las pantallas y armaduras de tales cables deberán estar aisladas, protegidas y separadas respecto a los elementos metálicos de soporte, de forma que se asegure razonablemente la imposibilidad de que esos defectos puedan drenar a la red de tierra de la galería, incluso en el caso de defecto en un punto del cable cercano a un elemento de sujeción.

3.2. GALERÍAS O ZANJAS REGISTRABLES.

En tales galerías se admite la instalación de cables eléctricos de alta tensión, de baja tensión y de alumbrado, control y comunicación. No se admite la existencia de canalizaciones de gas. Sólo se admite la existencia de canalizaciones de agua si se puede asegurar que en caso de fuga no afecte a los demás servicios.

Las condiciones de seguridad más destacables que deben cumplir este tipo de instalación son:

- Estanqueidad de los cierres.
- Buena renovación de aire en el cuerpo ocupado por los cables eléctricos, para evitar acumulaciones de gas y condensación de humedades, y mejorar la disipación de calor.

4. ATARJEAS O CANALES REVISABLES.

En ciertas ubicaciones con acceso restringido al personal autorizado, como puede ser en el interior de industrias o de recintos destinados exclusivamente a contener instalaciones eléctricas, podrán utilizarse canales de obra con tapas prefabricadas de hormigón o de cualquier otro material sintético de elevada resistencia mecánica (que normalmente enrasan con el nivel del suelo) manipulables a mano.

Es aconsejable separar los cables de distintas tensiones (aprovechando el fondo y las dos paredes). Incluso, puede ser preferible destinar canales distintos. El canal debe permitir la renovación del aire.

5. BANDEJAS, SOPORTES, PALOMILLAS O SUJECCIONES DIRECTAS A LA PARED.

Normalmente, este tipo de instalación sólo se empleará en subestaciones u otras instalaciones eléctricas de alta tensión (de interior o exterior) en las que el acceso quede restringido al personal autorizado. Cuando las zonas por las que discurre el cable sean accesibles a personas o vehículos, deberán disponerse protecciones mecánicas que dificulten su accesibilidad.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

En instalaciones frecuentadas por personal no autorizado se podrá utilizar como sistema de instalación bandejas, tubos o canales protectoras, cuya tapa sólo se pueda retirar con la ayuda de un útil. Las bandejas se dispondrán adosadas a la pared o en montaje aéreo, siempre a una altura mayor de 4 m para garantizar su inaccesibilidad. Para montajes situados a una altura inferior a 4 m se utilizarán tubos o canales protectoras, cuya tapa sólo se pueda retirar con la ayuda de un útil.

En el caso de instalaciones a la intemperie, los cables serán adecuados a las condiciones ambientales a las que estén sometidos (acción solar, frío, lluvia, etc), y las protecciones mecánicas y sujeciones del cable evitarán la acumulación de agua en contacto con los cables.

Se deberán colocar, asimismo, las correspondientes señalizaciones e identificaciones.

Todos los elementos metálicos para sujeción de los cables (bandejas, soportes, palomillas, bridas, etc) u otros elementos metálicos accesibles al personal (pavimentos, barandillas, estructuras o tuberías metálicas, etc) se conectarán eléctricamente a la red de tierra de la instalación. Las canalizaciones conductoras se conectarán a tierra cada 10 m como máximo y siempre al principio y al final de la canalización.

6. CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS.

Se prohíbe la plantación de árboles y construcción de edificios e instalaciones industriales en la franja definida por la zanja donde van alojados los conductores, incrementada a cada lado en una distancia mínima de seguridad igual a la mitad de la anchura de la canalización.

Para cruzar zonas en las que no sea posible o suponga graves inconvenientes y dificultades la apertura de zanjas (cruces de ferrocarriles, carreteras con gran densidad de circulación, etc), pueden utilizarse máquinas perforadoras "topo" de tipo impacto, hincadora de tuberías o taladradora de barrena. En estos casos se prescindirá del diseño de zanja prescrito puesto que se utiliza el proceso de perforación que se considere más adecuado.

El cable deberá ir en el interior de canalizaciones entubadas hormigonadas en los casos siguientes:

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

6.1. MATERIALES.

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

a) 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.

b) 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



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

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.

c) 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.

d) 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.

e) AGUA - Se empleará el agua de río o manantial, quedando prohibido el empleo de aguas procedentes de ciénagas.

f) 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.

6.2. DIMENSIONES Y CARACTERÍSTICAS GENERALES DE EJECUCIÓN.

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 responderá 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



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

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 90° 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 quede 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.

6.3. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DE EJECUCIÓN DE CRUZAMIENTO Y PARALELISMO CON DETERMINADO TIPO DE INSTALACIONES.

6.3.1. Cruzamientos.

El cruce de líneas eléctricas subterráneas con calles y carreteras deberá realizarse siempre bajo tubo hormigonado en toda su longitud. La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie no será inferior a 0,6 m.

El cruce de líneas eléctricas subterráneas con ferrocarriles o vías férreas deberá realizarse siempre bajo tubo hormigonado, de forma perpendicular a la vía siempre que sea posible. Dicho tubo rebasará las instalaciones de servicio en una distancia de 1,50 m., quedando la parte superior del tubo más próximo a la superficie a una profundidad mínima de 1,10 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 separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los cables de telecomunicación o canalizaciones de agua será de 0,20 m. La distancia del punto de cruce a los empalmes o juntas será superior a 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable o canalización instalada más recientemente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual a 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm. También se empleará este tipo de tubos, conductos o divisorias en los cruzamientos con depósitos de carburante, no obstante, en este caso, los tubos distarán como mínimo 1,20 m del depósito y los extremos de los tubos rebasarán al depósito, como mínimo, 2 m por cada extremo.

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado. Se admitirá incidir en su pared (por ejemplo, instalando tubos), siempre que se asegure que ésta no ha quedado



debilitada. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se dispondrán separados mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por los mismos materiales reflejados en el párrafo anterior.

En los cruces de líneas subterráneas de A.T. directamente enterradas y canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas siguientes:

- Canalizaciones y acometidas en alta, media y baja presión: 0,40 m.
- Acometidas interiores en alta presión: 0,40 m.
- Acometidas interiores en media y baja presión: 0,20 m.

Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias se dispondrá una protección suplementaria, en cuyo caso la separación mínima será:

- Canalizaciones y acometidas en alta, media y baja presión: 0,25 m.
- Acometidas interiores en alta presión: 0,25 m.
- Acometidas interiores en media y baja presión: 0,10 m.

La protección suplementaria garantizará una mínima cobertura longitudinal de 0,45 m a ambos lados del cruce y 0,30 m de anchura centrada con la instalación que se pretende proteger. Estará constituida preferentemente por materiales cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc). En el caso de línea A.T. entubada, se considerará como protección suplementaria el propio tubo, que será de las características mecánicas definidas en los cruzamientos anteriores.

6.3.2. Proximidades y paralelismos.

Los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,25 m. En el caso que un mismo propietario canalice a la vez varios cables de A.T. del mismo nivel de tensiones, podrá instalarlos a menor distancia. Si el paralelismo se realiza respecto a cables de telecomunicación o canalizaciones de agua la distancia mínima será de 0,20 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable o canalización instalada más recientemente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual a 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

La distancia mínima entre empalmes de cables y juntas de canalizaciones de agua será de 1 m. Se procurará que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias importantes de agua se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables de alta tensión.

En los paralelismos de líneas subterráneas de A.T. directamente enterradas y canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas siguientes:

- Canalizaciones y acometidas en alta presión: 0,40 m.
- Canalizaciones y acometidas en media y baja presión: 0,25 m.
- Acometidas interiores en alta presión: 0,40 m.
- Acometidas interiores en media y baja presión: 0,20 m.

Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias se dispondrá una protección suplementaria, en cuyo caso la separación mínima será:

- Canalizaciones y acometidas en alta presión: 0,25 m.
- Canalizaciones y acometidas en media y baja presión: 0,15 m.
- Acometidas interiores en alta presión: 0,25 m.
- Acometidas interiores en media y baja presión: 0,10 m.

La protección suplementaria estará constituida preferentemente por materiales cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc) o por tubos de adecuada resistencia mecánica, de las mismas características que las especificadas en el primer párrafo de este apartado. La distancia mínima entre empalmes de cables y juntas de canalizaciones de gas será de 1 m.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón n° 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

6.3.3. Acometidas (conexiones de servicio).

En el caso de que alguno de los servicios que se cruzan o discurren paralelos sea una acometida o conexión de servicio a un edificio, deberá mantenerse entre ambos una distancia mínima de 0,30 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias, la conducción más recientemente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual a 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

La entrada de las acometidas o conexiones de servicio a los edificios, tanto cables de B.T. como de A.T. en el caso de acometidas eléctricas, deberá taponarse hasta conseguir su estanqueidad.

7. TENDIDO DE CABLES.

7.1. TENDIDO DE CABLES EN ZANJA ABIERTA.

7.1.1. Manejo y preparación de bobinas.

Cuando se desplace la bobina en tierra rodándola, hay que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado en ella con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

La bobina no debe almacenarse sobre un suelo blando.

Antes de comenzar el tendido del cable se estudiará el punto más apropiado para situar la bobina, generalmente por facilidad de tendido: en el caso de suelos con pendiente suele ser conveniente el canalizar cuesta abajo. También hay que tener en cuenta que si hay muchos pasos con tubos, se debe procurar colocar la bobina en la parte más alejada de los mismos, con el fin de evitar que pase la mayor parte del cable por los tubos.

En el caso del cable trifásico no se canalizará desde el mismo punto en dos direcciones opuestas con el fin de que las espirales de los tramos se correspondan.

Para el tendido, la bobina estará siempre elevada y sujeta por un barrón y gatos de potencia apropiada al peso de la misma.

7.1.2. Tendido de cables.

Los cables deben ser siempre desarrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc. y teniendo siempre pendiente que el radio de curvatura del cable deber ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido, y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado.

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

También se puede canalizar mediante cabrestantes, tirando del extremo del cable, al que se habrá adoptado una cabeza apropiada, y con un esfuerzo de tracción por mm² de conductor que no debe sobrepasar el que indique el fabricante del mismo. En cualquier caso el esfuerzo no será superior a 4 kg/mm² en cables trifásicos y a 5 kg/mm² para cables unipolares, ambos casos con conductores de cobre. Cuando se trate de aluminio deben reducirse a la mitad. Será imprescindible la colocación de dinamómetro para medir dicha tracción mientras se tiende.

El tendido se hará obligatoriamente sobre rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no puedan dañar el cable. Se colocarán en las curvas los rodillos de curva precisos de forma que el radio de curvatura no sea menor de veinte veces el diámetro del cable.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

Durante el tendido del cable se tomarán precauciones para evitar al cable esfuerzos importantes, así como que sufra golpes o rozaduras.

No se permitirá desplazar el cable, lateralmente, por medio de palancas u otros útiles, sino que se deberá hacer siempre a mano.

Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, en casos muy específicos y siempre bajo la vigilancia del Supervisor de la Obra.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0 grados centígrados no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

La zanja, en toda su longitud, deberá estar cubierta con una capa de 10 cm. de arena fina en el fondo, antes de proceder al tendido del cable.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta, sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con la capa de 15 cm. de arena fina y la protección de rasilla.

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

Cuando dos cables se canalicen para ser empalmados, si están aislados con papel impregnado, se cruzarán por lo menos un metro, con objeto de sanear las puntas y si tienen aislamiento de plástico el cruzamiento será como mínimo de 50 cm.

Las zanjas, una vez abiertas y antes de tender el cable, se recorrerán con detenimiento para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas, al terminar los trabajos, en la misma forma en que se encontraban primitivamente. Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia a la oficina de control de obras y a la empresa correspondiente, con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte de la Contrata, tendrá las señas de los servicios públicos, así como su número de teléfono, por si tuviera, el mismo, que llamar comunicando la avería producida.

Si las pendientes son muy pronunciadas, y el terreno es rocoso e impermeable, se está expuesto a que la zanja de canalización sirva de drenaje, con lo que se originaría un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso, si es un talud, se deberá hacer la zanja al bies, para disminuir la pendiente, y de no ser posible, conviene que en esa zona se lleve la canalización entubada y recibida con cemento.

Cuando dos o más cables de M.T. discurren paralelos entre dos subestaciones, centros de reparto, centros de transformación, etc., deberán señalizarse debidamente, para facilitar su identificación en futuras aperturas de la zanja utilizando para ello cada metro y medio, cintas adhesivas de colores distintos para cada circuito, y en fajas de anchos diferentes para cada fase si son unipolares. De todos modos al ir separados sus ejes 20 cm. mediante un ladrillo o rasilla colocado de canto a lo largo de toda la zanja, se facilitará el reconocimiento de estos cables que además no deben cruzarse en todo el recorrido entre dos C.T.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares de media tensión formando ternas, la identificación es más dificultosa y por ello es muy importante el que los cables o mazos de cables no cambien de posición en todo su recorrido como acabamos de indicar.

Además se tendrá en cuenta lo siguiente:



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

a) Cada metro y medio serán colocados por fase una vuelta de cinta adhesiva y permanente, indicativo de la fase 1, fase 2 y fase 3 utilizando para ello los colores normalizados cuando se trate de cables unipolares.

Por otro lado, cada metro y medio envolviendo las tres fases, se colocarán unas vueltas de cinta adhesiva que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos, salvo indicación en contra del Supervisor de Obras. En el caso de varias ternas de cables en mazos, las vueltas de cinta citadas deberán ser de colores distintos que permitan distinguir un circuito de otro.

b) Cada metro y medio, envolviendo cada conductor de MT tripolar, serán colocadas unas vueltas de cinta adhesivas y permanente de un color distinto para cada circuito, procurando además que el ancho de la faja sea distinto en cada uno.

7.2. TENDIDO DE CABLES EN GALERÍA O TUBULARES.

7.2.1. Tendido de cables en tubulares.

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 CRUZAMIENTOS).

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.

7.2.2. Tendido de cables en galería.

Los cables en galería se colocarán en palomillas, ganchos u otros soportes adecuados, que serán colocados previamente de acuerdo con lo indicado en el apartado de "Colocación de Soportes y Palomillas".

Antes de empezar el tendido se decidirá el sitio donde va a colocarse el nuevo cable para que no se interfiera con los servicios ya establecidos.

En los tendidos en galería serán colocadas las cintas de señalización ya indicadas y las palomillas o soportes deberán distribuirse de modo que puedan aguantar los esfuerzos electrodinámicos que posteriormente pudieran presentarse.

8. MONTAJES.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

8.1. 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.

8.2. BOTELLAS TERMINALES.

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.

8.3. AUTOVÁLVULAS 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 Ω .

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. ϕ 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.

8.4. HERRAJES Y CONEXIONES.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón n° 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

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.

8.5. COLOCACIÓN DE SOPORTES Y PALOMILLAS.

8.5.1. 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.

8.5.2. Soportes y palomillas para cables sobre muros de ladrillo.

Igual al apartado anterior, pero sobre paredes de ladrillo.

9. CONVERSIONES AÉREO-SUBTERRÁNEAS.

Tanto en el caso de un cable subterráneo intercalado en una línea aérea, como de un cable subterráneo de unión entre una línea aérea y una instalación transformadora se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Cuando el cable subterráneo esté destinado a alimentar un centro de transformación de cliente se instalará un seccionador ubicado en el propio poste de la conversión aéreo subterránea, en uno próximo o en el centro de transformación siempre que el seccionador sea una unidad funcional y de transporte separada del transformador. En cualquier caso el seccionador quedará a menos de 50 m de la conexión aéreo subterránea.

- Cuando el cable esté intercalado en una línea aérea, no será necesario instalar un seccionador.

- El cable subterráneo en el tramo aéreo de subida hasta la línea aérea irá protegido por un tubo o canal cerrado de material sintético, de cemento y derivados, o metálicos con la suficiente resistencia mecánica. El interior de los tubos o canales será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable o circuito averiado. El tubo o canal se obturará por la parte superior para evitar la entrada de agua (taponado hermético mediante capuchón de protección de neopreno, cinta adhesiva o de relleno o pasta taponadora adecuada), y se empotrará en la cimentación del apoyo, sobresaliendo 2,5 m por encima del nivel del terreno.

El diámetro del tubo será como mínimo 1,5 veces el diámetro del cable o el de la terna de cables si son unipolares y, en el caso de canal cerrado su anchura mínima será de 1,8 veces el diámetro del cable.

- Si se instala un solo cable unipolar por tubo o canal, éstos deberán ser de plástico o metálico de material no ferromagnético, a fin de evitar el calentamiento producido por las corrientes inducidas.

- Cuando deban instalarse protecciones contra sobretensiones mediante pararrayos autoválvulas o descargadores, la conexión será lo más corta posible y sin curvas pronunciadas, garantizándose el nivel de aislamiento del elemento a proteger.

10. 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.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

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.

11. ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.

Durante el diseño y la ejecución de la línea, las disposiciones de aseguramiento de la calidad, deben seguir los principios descritos en la norma UNE-EN ISO 9001. Los sistemas y procedimientos, que el proyectista y/o contratista de la instalación utilizarán, para garantizar que los trabajos del proyecto cumplan con los requisitos del mismo, deben ser definidos en el plan de calidad del proyectista y/o del contratista de la instalación para los trabajos del proyecto.

Cada plan de calidad debe presentar las actividades en una secuencia lógica, teniendo en cuenta lo siguiente:

- a) Una descripción del trabajo propuesto y del orden del programa.
- b) La estructura de la organización para el contrato, así como la oficina principal y cualquier otro centro responsables de una parte del trabajo.
- c) Las obligaciones y responsabilidades asignadas al personal de control de calidad del trabajo.
- d) Puntos de control de ejecución y notificación.
- e) Presentación de los documentos de ingeniería requeridos por las especificaciones del proyecto.
- f) La inspección de los materiales y sus componentes a su recepción.
- g) La referencia a los procedimientos de aseguramiento de la calidad para cada actividad.
- h) Inspección durante la fabricación / construcción.
- i) Inspección final y ensayos.

El plan de garantía de aseguramiento de la calidad, es parte del plan de ejecución de un proyecto o una fase del mismo.

12. ENSAYOS ELÉCTRICOS DESPUÉS DE LA INSTALACIÓN.

Una vez que la instalación ha sido concluida, es necesario comprobar que el tendido del cable y el montaje de los accesorios (empalmes, terminales, etc) se ha realizado correctamente, para lo cual serán de aplicación los ensayos especificados al efecto en las normas correspondientes y según se establece en la ITC-LAT 05.

Condiciones Técnicas para la Obra Civil y Montaje de Centros de Transformación de Interior prefabricados

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.

2. OBRA CIVIL.

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

2.1. EMPLAZAMIENTO.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

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 la 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.

2.2. EXCAVACIÓN.

Se efectuará la excavación 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.

2.3. ACONDICIONAMIENTO.

Como norma general, una vez realizada la excavación se extenderá una capa de arena de 10 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.

2.4. EDIFICIO PREFABRICADO DE HORMIGÓN.

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.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

- 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 prefabricado estará construido de tal manera que, una vez instalado, su interior sea una superficie equipotencial. Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial, estarán unidas entre sí mediante soldaduras eléctricas. Las conexiones entre varillas metálicas pertenecientes a diferentes elementos, se efectuarán de forma que se consiga la equipotencialidad entre 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.

2.5. EVACUACIÓN Y EXTINCIÓN 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.

2.5. VENTILACIÓN.

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.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

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.

3. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

3.1. APARAMENTA A.T.

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envoltorio 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 (SF_6) como elemento de corte y extinción. El aislamiento integral en SF_6 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 SF_6 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 conectarán 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 aparamenta bajo envoltorio metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE 20099. Se deberán distinguir al menos los siguientes compartimentos:

- Compartimento de aparellaje. Estará relleno de SF_6 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.
- Compartimento del juego de barras. Se compondrá de tres barras aisladas conexas mediante tornillos.
- Compartimento 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 termoretráctiles para cables de papel impregnado.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

- Compartimento 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.
- Compartimento de control. En el caso de mandos motorizados, este compartimento estará equipado de bornas de conexión y fusibles de baja tensión. En cualquier caso, este compartimento 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.

$20 \text{ kV} < U_n \leq 30 \text{ kV}$

- 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.

3.2. TRANSFORMADORES.

El transformador o transformadores serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario, refrigeración natural, en baño de aceite preferiblemente, con regulación de tensión primaria mediante conmutador.

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cables ni otras aberturas al resto del centro.

Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo, y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

3.3. 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.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

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.

3.4. ACOMETIDAS SUBTERRÁNEAS.

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.

3.5. 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).

3.6. 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.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

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.

4. NORMAS DE EJECUCIÓN 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.

5. PRUEBAS REGLAMENTARIAS.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

La apareamiento 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.

6. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.

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 apareamiento y número de fabricación.
- Año de fabricación.
- Tensión nominal.
- Intensidad nominal.
- Intensidad nominal de corta duración.
- Frecuencia industrial.

Junto al accionamiento de la apareamiento de las celdas se incorporarán, de forma gráfica y clara, las marcas e indicaciones necesarias para la correcta manipulación de dicha apareamiento.

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



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

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.

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.

6.3. SEPARACIÓN 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.

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.

7. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.

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.

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.



Amaya Jiménez Ortega.
Ing. Téc. Industrial.
Col. N° 10.803

C/ Martín Alonso Pinzón nº 38
41007 Sevilla
Tlf. 954.99.95.38
Móvil 652.16.46.56

9. RECEPCIÓN 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.

En Sevilla, enero de 2026

Fdo. Amaya Jiménez Ortega