

otros Organismos Competentes, como consecuencia de disposiciones legales, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables subterráneos de baja tensión.

Cruzamientos

Calles y Carreteras

En calles y carreteras se colocarán en el interior de tubos protectores recubiertos de una capa de hormigón de 15 cm 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

En calles y carreteras se colocarán en el interior de tubos protectores recubiertos de una capa de hormigón de 15 cm en toda su longitud a una profundidad mínima de 1,30 m respecto a la cara inferior de la traviesa. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje de la vía. Los tubos se mantendrán recubiertos de hormigón al menos hasta 1,5 m a cada extremo de la vía férrea.

Otros cables de energía eléctrica

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de baja tensión discurren por encima de los de alta tensión. La distancia mínima entre un cable de baja tensión y otros cables de energía eléctrica será de 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

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

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 eléctrica como del cable de telecomunicación, será superior a 1 m.

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, siempre que se asegure que ésta no ha quedado debilitada.



Proximidades y Paralelismos

Otros cables de energía eléctrica

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 de alta tensión. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable enterrado más reciente deberá ir entubado.

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, el cable enterrado más reciente deberá ir entubado.

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, el cable enterrado más reciente deberá ir entubado.

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, el cable enterrado más reciente deberá ir entubado.

Acometidas (conexiones en 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, el cable enterrado más reciente deberá ir entubado.

Características principales del conductor enterrado

Los conductores elegidos son unipolares de aluminio homogéneo de sección normalizada por la Compañía Distribuidora de Electricidad

El aislamiento será de polietileno reticulado químicamente (XLPE) para un nivel de aislamiento de 1 kV, con cubierta de un material mezcla especial libre de halógenos tipo Flamex DMO 1, según UNE-HD 603-5X-1. Color: negro.



TIPO DE CABLE	FASES	NEUTRO	Intensidad máxima (A) Al aire Tª amb. 40°C
XZ1 0,6/1 KV Al Uni	240 mm ²	150 mm ²	3991

CABLES PARA REDES SUBTERRÁNEAS Y AÉREAS

BAJA TENSIÓN

AL VOLTALENE FLAMEX CPRO (S)
AL XZ1 (S)

Tensión asignada: 0,6/1 kV
Norma diseño: UNE-HD 603-5X-1
Designación genérica: AL XZ1 (S)



DATOS TÉCNICOS

NÚMERO DE CONDUCTORES x SECCIÓN mm ²	ESPESOR DE AISLAMIENTO mm (1)	DIÁMETRO SOBRE AISLAMIENTO mm (1)	DIÁMETRO EXTERIOR mm (1)	PESO kg/km (1)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR a 20 °C Ω /km	INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE (2) A	INTENSIDAD ADMISIBLE ENTERRADO TRIFÁSICA (3) A	INTENSIDAD ADMISIBLE (CORRIENTE CONTINUA) ENTERRADO (4) A	CAÍDA DE TENSIÓN V/A km (2)	
									cos φ = 1	cos φ = 0.8
1 x 16	0,7	6,1	8,3	85	1,91	76	58	70	4,15	3,42
1 x 25	0,9	7,7	9,9	124	1,2	91	74	89	2,62	2,19
1 x 35	0,9	8,6	10,8	153	0,868	114	90	107	1,89	1,6
1 x 50	1	10,1	12,5	200	0,641	140	107	126	1,39	1,21
1 x 70	1,1	11,9	14,5	265	0,443	180	132	156	0,97	0,86
1 x 95	1,1	13,8	15,8	340	0,32	219	157	185	0,7	0,65
1 x 120	1,2	15,3	17,4	420	0,253	254	178	211	0,55	0,53
1 x 150	1,4	17	19,3	515	0,206	294	201	239	0,45	0,45
1 x 185	1,6	19,4	21,4	645	0,164	337	226	267	0,36	0,37
1 x 240	1,7	22,1	24,2	825	0,125	399	261	309	0,27	0,3
1 x 300	1,8	24,3	26,7	1035	0,1	462	295	349	0,22	0,26

(1) Valores aproximados.

(2) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

→ XLPE3 con instalación tipo F → columna 11 (Al) (trifásica).

(3) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K.m/W.

→ XLPE3 con instalación tipo Método D1/D2 (Al) (trifásica).

(4) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K.m/W. Corriente continua.

→ XLPE2 con instalación tipo método D1/D2 (Al) (continua).

Según UNE-HD 60364-5-52 e IEC 60364-5-52.

Armarios y cajas

En un futuro se instalarán en los suministros finales las correspondientes cajas de seccionamiento y cajas generales de protección, tipo CGP-7/9 en función de la entrada de la línea general de alimentación en el edificio, en nicho con puerta metálica.

Dicha puerta estará dotada de bisagras resistentes a la corrosión, con grado de protección IK10 según UNE-en 50102, revestida exteriormente de acuerdo con las características del entorno.

1 Según datos ofrecidos por el fabricante (ver ficha técnica)



Contarán con cerradura triangular de 11 mm de ladro precintable por la compañía, y de dispositivos que permitan su bloqueo mediante candado con llave maestra.

Las dimensiones de la puerta adicional del cerramiento serán las adecuadas para acceder correctamente a la CGP y realizar trabajos en la misma. Su parte inferior se encontrará a un mínimo de 0,3m del suelo, y cuando la anchura de la puerta superior a 70 cm, obligatoriamente tendrá que ser de doble hoja, sin que tenga bastidores internos. Se dejará un espacio libre mínimo de 10 cm como mínimo en todo el contorno de la CS y la CGP. Dichas puertas dispondrán de un dispositivo que permita su fijación con ángulo de al menos 120º e impida su cierre accidental.

La caja de seccionamiento, en función del tipo de salida, tendrá como normas de referencia, la CNL003 Y CNL006.

Las CGP, de propiedad particular, no podrán estar intercaladas en la red de distribución de EDE. Si es necesario hacer entrada-salida de la red y alimentar la CGP se colocarán dos cajas, una caja de seccionamiento (CS) con entrada-salida de red y conexión directa con la CGP del cliente y otra contigua, que es propiamente la CGP, propiedad del cliente.

Consta, básicamente de entrada, salida de red y conexión directa con el suministro.

Sus características cumplirán las especificaciones de la compañía distribuidora.

Se dejará previsión de canalización mediante tubos de 160mm de diámetro como mínimo y conformes a la norma UNE-EN 61386-24

Empalmes, terminales y derivaciones

El montaje y confección de los conectores, manguitos de unión y terminales se realizarán de acuerdo con las instrucciones de la compañía distribuidora.

Empalmes: Se construirán mediante manguitos con recubrimiento de aislamiento. El sistema de punzonado será con matrices con punzonado profundo escalonado. Los manguitos cumplirán las Especificaciones Técnicas de la compañía distribuidora.

Derivaciones: las derivaciones se realizarán mediante conectores de derivación por compresión. Estos conectores cumplirán las Especificaciones Técnicas de la compañía distribuidora. La reconstitución del aislamiento se realizará con recubrimiento mediante elementos prefabricados termorretráctiles o retráctiles en frío.

Terminales: Serán bimetálicos con engastado mediante punzonado profundo escalonado y cumplirán las Especificaciones Técnicas de la compañía distribuidora.



Pruebas de las líneas subterráneas de baja tensión

Antes de la incorporación de la red como red de la Empresa Distribuidora, las líneas subterráneas de baja tensión, deben ser probadas de acuerdo con el procedimiento aprobado por la compañía distribuidora.

Acometidas

No se ejecutarán los conductores de las acometidas.

Sin embargo, si se dejarán previsto las canalizaciones necesarias. En su paso hasta el nivel de la CGP, las acometidas se protegerán mecánicamente mediante tubo de polietileno de diámetro nominal de 160 mm, según norma UNE-EN 61386-24, dejándose otro de igual diámetro. La canalización de la acometida eléctrica, en la entrada a las distintas parcelas/edificios, deberá taponarse hasta conseguir una estanqueidad adecuada.

La canalización de la acometida eléctrica, en la entrada al edificio/parcela, deberá taponarse hasta conseguir una estanqueidad adecuada.

El punto de unión de la acometida con la red de distribución no estará a menos de 0,6 m de profundidad, tomada ésta desde la parte superior de los cables en que se realiza la conexión. En la red entubada, las derivaciones se realizarán siempre en arquetas. Las acometidas se realizarán derivando en T la línea subterránea de BT, mediante conectores apropiados o con entrada y salida desde la caja de seccionamiento prevista en cada uno de los suministros..

La longitud de la acometida (tramo derivado de la red) debe ser lo más pequeña posible, y nunca superior a 10 metros. En caso de que una nueva CGP ó CPM deba instalarse a una distancia mayor de la red existente, deberá extenderse a ésta, con entrada y salida en una Caja de Seccionamiento o de Distribución para Urbanizaciones, que deberá instalarse junto a la nueva (o nuevas) CGP ó CPM, y de donde partirán las derivaciones para ésta (o éstas), de modo que cada una de esas derivaciones no tenga un longitud superior a 10 metros.

La canalización de las acometidas eléctricas, en la entrada a las parcelas, deberá taponarse hasta conseguir una estanqueidad adecuada.

Por cuanto se refiere a las secciones de los conductores y al número de los mismos, se calcularán teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

Máxima carga prevista.

Tensión de suministro.

Intensidades máximas admisibles para el tipo de conductor y las condiciones de su instalación.



La caída de tensión máxima admisible, de tal manera que, con la previsión de cargas existente en la red o que está previsto poder incorporar a ella, a ninguna CGP llegue una tensión inferior al 94,5%, de acuerdo con lo establecido en el RD 1955/2000 y las ICT-BT-14 e ICT-BT-15.

– Puesta a tierra y continuidad del neutro

El conductor neutro de las líneas de redes de distribución en BT se conectará a tierra e el centro de transformación o central generadora de alimentación, en la forma prevista en el reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. Además, el conductor neutro deberá estar puesto a tierra en otros puntos, y como mínimo una vez cada 200 m de longitud de línea. Para efectuar ésta puesta a tierra se elegirán, con preferencia, los puntos de donde parten las derivaciones importantes.

El conductor neutro no podrá ser interrumpido en las redes de distribución, salvo que ésta interrupción sea realizada con alguno de los dispositivos siguientes:

Interruptores o seccionadores omnipolares que actúen sobre el neutro y las fases al mismo tiempo o que conecten el neutro antes que las fases y desconecten éstas antes que el neutro.

Uniones amovibles en el neutro próximas a los interruptores o seccionadores de los conductores de fase, debidamente señalizadas, y que sólo puedan ser maniobradas mediante herramientas adecuadas, no debiendo, en este caso, ser seccionado el neutro sin que lo estén previamente las fases, ni conectadas éstas sin haberlo sido previamente el neutro.

2.7.3 ANEXO DE CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN

– Procedimiento de cálculo para la instalación eléctrica

OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Se empleará la norma UNE 211435 como guía para la elección de cables eléctricos de tensión asignada 0,6/1 kV para circuitos de distribución de energía eléctrica. Esta norma establece las reglas para determinar la tensión asignada y la sección del conductor y de la pantalla de los cables de tensión asignada superior o igual a 0,6/1 kV, con especial atención a los cables hasta 18/30 kV, para circuitos de distribución de energía eléctrica.

A partir de unas condiciones de la instalación consideradas como tipo, se tabulan las intensidades admisibles en régimen permanente para cables de uso habitual y los factores de corrección para calcular las intensidades admisibles en condiciones distintas de las condiciones tipo (véase el anexo A).



Los cables de distribución de energía seleccionados son:

Tipo genérico de cable		Norma de referencia
Designación	Tensión asignada	
XZ1 (S)	0,6/1kV	UNE-HD 603-5X

ELECCIÓN DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR

La sección del conductor se determina en función de las intensidades en régimen permanente y en régimen de cortocircuito, de la temperatura máxima admisible en el conductor, de la temperatura ambiente y de las condiciones de instalación.

En la tabla 2 se indican las temperaturas máximas admisibles en conductor.

Tabla 2.- Temperaturas máximas en el conductor

Tipo de aislamiento		Temperatura máxima admisible en el conductor	
		Régimen permanente	Régimen de cortocircuito (máximo 5s de duración)
XLPE	Polietileno reticulado	90 °C	250 °C

Para determinar la sección en función de la intensidad en régimen permanente se debe emplear la Norma UNE 21144.

En el anexo A se encuentran las tablas de intensidades para las condiciones tipo de instalación y para los cables de tensión asignada desde 0,6/1 kV hasta 18/30 kV con las construcciones habituales en España.

También se han tabulado en este anexo los valores de corrección cuando la temperatura, la profundidad de soterramiento o la resistividad térmica del terreno son distintas de los valores de la instalación tipo, así como los factores de agrupamiento de circuitos.

Para determinar la sección del conductor y de la pantalla en función de la intensidad en régimen de cortocircuito se emplea la Norma UNE 21192 (u otro método técnicamente justificado).

En el anexo B se encuentran las tablas de intensidades de cortocircuito en conductor y pantalla, para las temperaturas iniciales y finales admisibles según el tipo de cable con las construcciones habituales en España.



GUÍA DE UTILIZACIÓN DE LOS CABLES

En las normas particulares de los cables objeto de esta norma se especifica la Guía de utilización y selección de cables, que incluye las recomendaciones para la selección, el almacenamiento, el transporte y la instalación del cable.

ACCESORIOS

Los accesorios a utilizar deben ser compatibles con el cable instalado y con las condiciones de explotación de la red.

Deben cumplir con la norma UNE que le sea de aplicación según su naturaleza y características.

ANEXO A

INTENSIDADES ADMISIBLES Y FACTORES DE CORRECCIÓN EN RÉGIMEN PERMANENTE

En este anexo A, a partir de las condiciones tipo de la instalación, se tabulan las intensidades admisibles en régimen permanente para cables de uso habitual y los factores de corrección para calcular las intensidades admisibles en condiciones distintas de las condiciones tipo.

Los valores tabulados dan un valor aproximado de las intensidades admisibles. Los cálculos realizados a partir de la Norma UNE 21144 y teniendo en cuenta las condiciones reales de la instalación, pueden ser más precisos que las tabulaciones presentadas.

CONDICIONES TIPO DE LA INSTALACIÓN

Se consideran las siguientes:

Temperatura del aire ambiente	40 °C (sea en galerías o al aire libre).
Temperatura del terreno	25 °C
Profundidad de soterramiento	0,7 m para 0,6/1 kV; 1 m para tensiones superiores
Radiación solar	Los cables en galerías están protegidos del sol. Los cables de red aérea están expuestos a una radiación solar de 1 000 W/m2
Agrupamiento de circuitos	Un solo circuito trifásico alejado de otras fuentes de calor
Conexión de las pantallas	Directamente a tierra en ambos extremos de la línea
Resistividad térmica del terreno*	1,0 K · m/W



* La resistividad térmica del terreno no es conocida, pero dentro de los valores habituales según el tipo de terreno, se puede estimar un valor aproximado:

Resistividad térmica del terreno en función de su naturaleza y humedad

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

Tipo de cable:

- Unipolares, tipo RV o XZ1 de 0,6/1 kV, según la Norma UNE-HD 603.

Circuitos trifásicos:

- Tres cables unipolares en la misma tubular en caso de tubos soterrados.

En las condiciones de tipo indicadas las intensidades admisibles están en:

- Tabla A.1 – Cables de distribución tipo RV o XZ1(S) o XZ1(AS)

Tabla A.1 – Cables de distribución tipo RV o XZ1(S) o XZ1(AS) de 0,6/1 kV

Intensidad máxima admisible en A			
Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al			
Cables en triángulo en contacto			
Sección mm ²	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire, protegido del sol
Aluminio			
240	340	305	390

Factores de corrección

Las intensidades máximas admisibles en condiciones particulares que difieren de las condiciones tipos, se pueden calcular aplicando los factores de corrección de las tablas A.5 a A.9 a las intensidades admisibles en las tablas A.1 a A.4.



Tabla A.5 – Factores de corrección para distintas temperaturas

Temperatura máxima del conductor, °C	Temperatura del aire ambiente en cables en galerías, °C								
	20	25	30	35	40	45	50	55	60
90	1,18	1,14	1,10	1,05	1,00	0,95	0,89	0,84	0,77
105	1,14	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83
Temperatura máxima del conductor, °C	Temperatura del terreno en cables soterrados, °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
90	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78
105	1,09	1,06	1,03	1,00	0,97	0,94	0,90	0,87	0,83

Tomaremos con factor de corrección por temperatura: 1, por lo que:

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm²	En tubular soterrada		
Aluminio 240	Sin factor	Factor temperatura 1	
	305	305	

La resistividad del terreno no es conocida, pero según se comentó anteriormente, se estima en 1 K·m/W, factor de 1,10:

Tabla A.6 – Factores de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1,5 K · m/W

Cables instalados en tubos soterrados. Un circuito por tubo							
Sección del conductor mm²	Resistividad del terreno						
	0,8 K · m/W	0,9 K · m/W	1 K · m/W	1,5 K · m/W	2 K · m/W	2,5 K · m/W	3 K · m/W
25	1,12	1,10	1,08	1,00	0,93	0,88	0,83
35	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,88	0,83
50	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,83
70	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
95	1,14	1,12	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
120	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
150	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
185	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
300	1,15	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
400	1,16	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81



Profundidad de la canalización:

Cables de 0,6/1 kV. Profundidad tipo 0,7 m		
Profundidad, m	Soterrados	En tubular
0,50	1,04	1,03
0,60	1,02	1,01
0,70	1,00	1,00
0,80	0,99	0,99
1,00	0,97	0,97
1,25	0,95	0,96
1,50	0,93	0,95
1,75	0,92	0,94
2,00	0,91	0,93
2,50	0,89	0,91
3,00	0,88	0,90

Tomaremos con factor de corrección por profundidad: 1 (0,70 metro), por lo que:

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm ²	En tubular soterrada		
Aluminio 240	Sin factor	Factor temperatura 1	Factor profundidad 0,7
	305	305	213,05

Los factores de corrección por agrupamiento de circuitos son los expresados en la tabla A.8.2, que, para cables en bajo tubo con neutro son:

Circuitos en tubulares soterradas (un circuito trifásico, con neutro, por tubo) Tubos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Distancias entre tubos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,87	0,90	0,94	0,96	0,97
3	0,77	0,82	0,87	0,90	0,93
4	0,71	0,77	0,84	0,88	0,91
5	0,67	0,74	0,81	0,86	0,89
6	0,64	0,71	0,79	0,85	0,88
7	0,61	0,69	0,78	0,84	—
8	0,59	0,67	0,77	0,83	—
9	0,57	0,66	0,76	0,82	—
10	0,56	0,65	0,75	—	—



Material de aislamiento	Temperatura inicial	Temperatura final
XLPE	90°C	250°C
Material de cubierta		
PVC	70 °C o 85 °C (nota 1)	200°C

NOTA 1: Las temperaturas iniciales de la pantalla se suponen 20 °C inferiores a las temperaturas del conductor.

Tabla B.2 – Intensidad máxima de cortocircuito en el conductor para cables con aislamiento de XLPE, en Amperios

Aislamiento de XLPE				
	Conductor de aluminio			
Sección mm2	Tiempo de cortocircuito, s			
	0,2	0,5	1	2
240	51100	32500	23100	16450

Tabla B.5 – Intensidad máxima de cortocircuito en la pantalla de alambres de cobre, en Amperios

Pantalla de alambres de cobre				
	Aislamiento XLPE			
Sección mm2	Tiempo de cortocircuito, s			
	0,2	0,5	1	2
16	4850	3200	2400	1850

– Cálculo de la instalación eléctrica

A continuación, se procede a realizar el cálculo de las redes de distribución de BT a instalar.

Las características de la red eléctrica son:

Tipo: Trifásica

Tensión compuesta: 400 V

Tensión simple: 230 V

Factor de potencia ($\cos \varnothing$): 0,9

Coeficiente de simultaneidad: 0,8



Circuito	Polaridad	P Instal (kW)	P Demandada (kW)	Longitud (m)	Componentes
1	3F+N	106.34	85.07	13,50	Fusible, Tipo gL/gG; In: 160 A; Icu: 20 kA Cable, AL XZ1 (AS) 3(1x240) + 1x150
2	3F+N	117.12	93.7	15,80	Fusible, Tipo gL/gG; In: 160 A; Icu: 20 kA Cable, AL XZ1 (AS) 3(1x240) + 1x150
3	3F+N	170.74	136.6	120.00	Fusible, Tipo gL/gG; In: 200 A; Icu: 20 kA Cable, AL XZ1 (AS) 3(1x240) + 1x150

Canalizaciones

La ejecución de las canalizaciones y su tendido se harán de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

Circuito	Tipo de instalación
1	Instalación subterránea (tubo 160 mm) Temperatura: 25.00 °C
2	Instalación subterránea (tubo 160 mm) Temperatura: 25.00 °C
3	Instalación subterránea (tubo 160 mm) Temperatura: 25.00 °C

CRITERIOS APLICADOS Y BASES DE CÁLCULO

Intensidad máxima admisible

En el cálculo de las instalaciones se comprobará que las intensidades máximas de las líneas son inferiores a las admitidas por el Reglamento de Baja Tensión, teniendo en cuenta los factores de corrección según el tipo de instalación y sus condiciones particulares.

1. Intensidad nominal en servicio monofásico:

$$I_n = \frac{P}{U_f \cdot \cos \varphi}$$

1. Intensidad nominal en servicio trifásico:

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

Caída de tensión



Las fórmulas empleadas serán las siguientes:

$$\Delta U = R \cdot I \cdot \cos \varphi + X \cdot I \cdot \sin \varphi$$

$$\text{Caída de tensión en monofásico: } \Delta U_I = 2 \cdot \Delta U$$

$$\text{Caída de tensión en trifásico: } \Delta U_{III} = \sqrt{3} \cdot \Delta U$$

Con:

- I Intensidad calculada (A)
- R Resistencia de la línea (Ω), ver apartado (A)
- X Reactancia de la línea (Ω), ver apartado (C)
- φ Ángulo correspondiente al factor de potencia de la carga;

A) RESISTENCIA DEL CONDUCTOR EN CORRIENTE ALTERNA

Si tenemos en cuenta que el valor de la resistencia de un cable se calcula como:

$$R = R_{tca} = R_{tcc} (1 + Y_s + Y_p) = c R_{tcc}$$

$$R_{tcc} = R_{20cc} [1 + \alpha (\theta - 20)]$$

$$R_{20cc} = \rho_{20} L / S$$

Con:

- R_{tcc} Resistencia del conductor en corriente continua a la temperatura θ (Ω)
- R_{20cc} Resistencia del conductor en corriente continua a la temperatura de 20°C (Ω)
- Y_s Incremento de la resistencia debido al efecto piel;
- Y_p Incremento de la resistencia debido al efecto proximidad;
- α Coeficiente de variación de resistencia específica por temperatura del conductor en $^{\circ}\text{C}^{-1}$
- θ Temperatura máxima en servicio prevista en el cable ($^{\circ}\text{C}$), ver apartado (B)
- ρ_{20} Resistividad del conductor a 20°C ($\square \text{ mm}^2 / \text{m}$)
- S Sección del conductor (mm^2)
- L Longitud de la línea (m)

El efecto piel y el efecto proximidad son mucho más pronunciados en los conductores de gran sección. Su cálculo riguroso se detalla en la norma UNE 21144. No obstante, y de forma aproximada



para instalaciones de enlace e instalaciones interiores en baja tensión es factible suponer un incremento de resistencia inferior al 2% en alterna respecto del valor en continua.

$$c = (1 + Y_s + Y_p) \cong 1,02$$

B) TEMPERATURA ESTIMADA EN EL CONDUCTOR

Para calcular la temperatura máxima prevista en servicio de un cable se puede utilizar el siguiente razonamiento: su incremento de temperatura respecto de la temperatura ambiente T_0 (25°C para cables enterrados y 40°C para cables al aire), es proporcional al cuadrado del valor eficaz de la intensidad. Por tanto:

$$T = T_0 + (T_{\text{máx}} - T_0) * (I / I_{\text{máx}})^2 \quad [17]$$

Con:

T Temperatura real estimada en el conductor (°C)

$T_{\text{máx}}$ Temperatura máxima admisible para el conductor según su tipo de aislamiento (°C)

T_0 Temperatura ambiente del conductor (°C)

I Intensidad prevista para el conductor (A)

$I_{\text{máx}}$ Intensidad máxima admisible para el conductor según el tipo de instalación (A)

C) REACTANCIA DEL CABLE (Según el criterio de la Guía-BT-Anexo 2)

La reactancia de los conductores varía con el diámetro y la separación entre conductores. En ausencia de datos se puede estimar la reactancia como un incremento adicional de la resistencia de acuerdo a la siguiente tabla:

Sección	Reactancia inductiva (X)
$S \leq 120 \text{ mm}^2$	$X \approx 0$
$S = 150 \text{ mm}^2$	$X \approx 0.15 R$
$S = 185 \text{ mm}^2$	$X \approx 0.20 R$
$S = 240 \text{ mm}^2$	$X \approx 0.25 R$

Para secciones menores de o iguales a 120 mm², la contribución a la caída de tensión por efecto de la inductancia es despreciable frente al efecto de la resistencia.

Corrientes de cortocircuito

El método utilizado para el cálculo de las corrientes de cortocircuito, según el apartado 2.3 de la norma UNE-EN 60909-0, está basado en la introducción de una fuente de tensión equivalente en el



punto de cortocircuito. La fuente de tensión equivalente es la única tensión activa del sistema. Todas las redes de alimentación y máquinas síncronas y asíncronas son reemplazadas por sus impedancias internas.

En sistemas trifásicos de corriente alterna, el cálculo de los valores de las corrientes resultantes en cortocircuitos equilibrados y desequilibrados se simplifica por la utilización de las componentes simétricas.

Utilizando este método, las corrientes en cada conductor de fase se determinan por la superposición de las corrientes de los tres sistemas de componentes simétricas:

- Corriente de secuencia directa $I(1)$
- Corriente de secuencia inversa $I(2)$
- Corriente homopolar $I(0)$

Se evaluarán las corrientes de cortocircuito, tanto máximas como mínimas, en los puntos de la instalación donde se ubican las protecciones eléctricas.

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito, el sistema puede ser convertido por reducción de redes en una impedancia de cortocircuito equivalente Z_k en el punto de defecto.

Se tratan los siguientes tipos de cortocircuito:

- Cortocircuito trifásico;
- Cortocircuito bifásico;
- Cortocircuito bifásico a tierra;
- Cortocircuito monofásico a tierra.

La corriente de cortocircuito simétrica inicial $I_k'' = I_{k3}''$ teniendo en cuenta la fuente de tensión equivalente en el punto de defecto, se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$I_k'' = \frac{cU_n}{\sqrt{3} \cdot Z_k}$$

Con:

c Factor c de la tabla 1 de la norma UNE-EN 60909-0

U_n Tensión nominal fase-fase V

Z_k Impedancia de cortocircuito equivalente mΩ

CORTOCIRCUITO BIFÁSICO (UNE-EN 60909-0, APARTADO 4.2.2)

En el caso de un cortocircuito bifásico, la corriente de cortocircuito simétrica inicial es:

$$I_{k2}'' = \frac{cU_n}{|Z_{(1)} + Z_{(2)}|} = \frac{cU_n}{2 \cdot |Z_{(1)}|} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{k3}''$$

Durante la fase inicial del cortocircuito, la impedancia de secuencia inversa es aproximadamente igual a la impedancia de secuencia directa, independientemente de si el cortocircuito se produce en un punto próximo o alejado de un alternador. Por lo tanto, en la ecuación anterior es posible introducir $Z_{(2)} = Z_{(1)}$.



CORTOCIRCUITO BIFÁSICO A TIERRA (UNE-EN 60909-0, APARTADO 4.2.3)

La ecuación que conduce al cálculo de la corriente de cortocircuito simétrica inicial en el caso de un cortocircuito bifásico a tierra es:

$$I''_{kE2E} = \frac{\sqrt{3} \cdot cU_n}{|Z_{(1)} + 2Z_{(0)}|}$$

CORTOCIRCUITO MONOFÁSICO A TIERRA (UNE-EN 60909-0, APARTADO 4.2.4)

La corriente inicial del cortocircuito monofásico a tierra I''_{k1} , para un cortocircuito alejado de un alternador con $Z_{(2)} = Z_{(1)}$, se calcula mediante la expresión:

$$I''_{k1} = \frac{\sqrt{3} \cdot cU_n}{|2Z_{(1)} + Z_{(0)}|}$$

CÁLCULOS DE LAS SECCIONES

Circuito	Polaridad	P Instal (kW)	Potencia Demand (kW)	Longitud (m)	Línea	I _z (A)	I _B (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
1	3F+N	106.34	85.07	13,50	AI XZ1 (AS) 3(1x240) + 1x150	238.2	136.43	0.09	0.09
2	3F+N	117.12	93.7	15,80	AI XZ1 (AS) 3(1x240) + 1x150	238.2	150.27	0.42	0.11
3	3F+N	170.74	136.6	120,00	AI XZ1 (AS) 3(1x240) + 1x150	238.2	158.76	0.59	0.59

CÁLCULOS DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

Sobrecarga

Las características de funcionamiento de un dispositivo que protege un cable contra sobrecargas deben satisfacer las siguientes dos condiciones:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$
$$I_Z \leq 1,45 \times I_Z$$

Con:

- I_B Intensidad de diseño del circuito
- I_n Intensidad asignada del dispositivo de protección



I_Z Intensidad permanente admisible del cable

I₂ Intensidad efectiva asegurada en funcionamiento en el tiempo convencional del dispositivo de protección

Cortocircuito

Para que la línea quede protegida a cortocircuito, el poder de corte de la protección debe ser mayor al valor de la intensidad máxima de cortocircuito:

$$I_{CU} > I_{CCm\acute{a}x}$$

$$I_{CS} > I_{CCm\acute{a}x}$$

Con:

$I_{CCm\acute{a}x}$ Máxima intensidad de cortocircuito prevista

I_{CU} Poder de corte último

I_{CS} Poder de corte de servicio

Además, la protección debe ser capaz de disparar en un tiempo menor al tiempo que tardan los aislamientos del conductor en dañarse por la elevación de la temperatura. Esto debe suceder tanto en el caso del cortocircuito máximo, como en el caso del cortocircuito mínimo:

$$t_{CC} < t_{cable}$$

Para cortocircuitos de duración hasta 5 s, el tiempo t , en el cual una determinada intensidad de cortocircuito incrementará la temperatura del aislamiento de los conductores desde la máxima temperatura permisible en funcionamiento normal hasta la temperatura límite puede, como aproximación, calcularse desde la fórmula:

$$t = \left(k \cdot \frac{S}{I_{CC}} \right)^2$$

Con:

I_{CC} Intensidad de cortocircuito

t_{CC} Tiempo de duración del cortocircuito

S_{cable} Sección del cable

k Factor que tiene en cuenta la resistividad, el coeficiente de temperatura y la capacidad calorífica del material del conductor, y las oportunas temperaturas iniciales y finales. Para aislamientos de conductor de uso corriente, los valores de k para conductores de línea se muestran en la tabla 43A

t_{cable} Tiempo que tarda el conductor en alcanzar su temperatura límite admisible



Para tiempos de trabajo de los dispositivos de protección < 0.10 s donde la asimetría de la intensidad es importante y para dispositivos limitadores de intensidad k^2S^2 debe ser más grande que el valor de la energía que se deja pasar (I^2t) indicado por el fabricante del dispositivo de protección.

Con:

- I^2t Energía específica pasante del dispositivo de protección
- S Tiempo de duración del cortocircuito

El resultado de los cálculos de las protecciones de sobrecarga y cortocircuito de la instalación se resumen en las siguientes tablas:

Sobrecarga

Circ	Polarid	Pot. (kW)	I_b (A)	Protecciones	I_z (A)	I_2 (A)	$1.45 \times I_z$ (A)
1	3F+N	85.07	136.43	Fusible, Tipo gL/gG; I_n : 160 A; I_{cu} : 20 kA	238.2	256.00	296.68
2	3F+N	93.7	150.27	Fusible, Tipo gL/gG; I_n : 160 A; I_{cu} : 20 kA	238.2	256.00	296.68
3	3F+N	136.6	158.76	Fusible, Tipo gL/gG; I_n : 160 A; I_{cu} : 20 kA	238.2	256.00	296.68

Cortocircuito

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito en redes ramificadas, se consideran dos condiciones:

Intensidad de cortocircuito mínima. Para cada uno de los ramales nacidos del suministro principal, se determina el trayecto que provoca la intensidad de cortocircuito de menor valor, originada por un cortocircuito en el nudo más alejado del ramal.

Intensidad de cortocircuito máxima. Se calcula la máxima intensidad de cortocircuito que debe soportar cada tramo, considerando que el cortocircuito se produce justo en el nudo perteneciente al tramo más cercano a la fuente de alimentación. El cálculo de intensidad tiene en cuenta únicamente las características de los tramos anteriores a dicho nudo.

CIRCUITO 1

Intensidades mínimas de cortocircuito (ramales de salida del suministro)



Inicio	Final	Nudo cortoc.	Int.cortocircuito kA
CD-C1	N2	CS1P123	22.44

Intensidades máximas de cortocircuito (en cada tramo)

Inicio	Final	Sección mm ²	Int.cortocircuito kA	Tiempo máx cortocir. s
CD-C1	N4	4x240	24.11	0.75
CS1P123	N5	4x240	22.70	0.85
N4	N5	4x240	23.54	0.79

Datos de los transformadores

Trafo	Potencia trafo kVA	Tensión de primario V	Urcc (Rcc) % (mOhm)	Uxcc (Xcc) % (mOhm)	Ucc (Zcc) % (mOhm)
CD-C1	630.000	20000	1.30 (3.30)	3.54 (8.99)	3.77 (9.58)

Cortocircuitos en los transformadores

Trafo	Icc (Primario) kA	Icc (Secundario) Scc,p = infinito kA	Icc (Secundario) Scc,p = 500.0MVA kA
CD-C1	Icc,perm = 14.43 x2.5 (I.máx.) = 36.08	Icc,perm = 24.11 x2.5 (I.máx.) = 60.28	Icc,perm = 23.33 x2.5 (I.máx.) = 58.33

CIRCUITO 2

Intensidades mínimas de cortocircuito (ramales de salida del suministro)

Inicio	Final	Nudo cortoc.	Int.cortocircuito kA
CD-C2	N8	CS4-VGA	22.13

Intensidades máximas de cortocircuito (en cada tramo)

Inicio	Final	Sección mm ²	Int.cortocircuito kA	Tiempo máx cortocir. s
CD-C2	N8	4x240	24.11	0.75



Inicio	Final	Sección mm ²	Int.cortocircuito kA	Tiempo máx cortocir. s
CS4-VGA	N9	4x240	22.47	0.86
N8	N9	4x240	23.59	0.78

Datos de los transformadores

Trafo	Potencia trafo kVA	Tensión de primario V	Urcc (Rcc) % (mOhm)	Uxcc (Xcc) % (mOhm)	Ucc (Zcc) % (mOhm)
CD-C2	630.000	20000	1.30 (3.30)	3.54 (8.99)	3.77 (9.58)

Cortocircuitos en los transformadores

Trafo	Icc (Primario) kA	Icc (Secundario) Scc,p = infinito kA	Icc (Secundario) Scc,p = 500.0MVA kA
CD-C2	Icc,perm = 14.43 x2.5 (I.máx.) = 36.08	Icc,perm = 24.11 x2.5 (I.máx.) = 60.28	Icc,perm = 23.33 x2.5 (I.máx.) = 58.33

CIRCUITO 3

Intensidades mínimas de cortocircuito (ramales de salida del suministro)

Inicio	Final	Nudo cortoc.	Int.cortocircuito kA
CD-C3	N2	CS8-V17	11.29

Intensidades máximas de cortocircuito (en cada tramo)

Inicio	Final	Sección mm ²	Int.cortocircuito kA	Tiempo máx cortocir. s
CD-C3	N2	4x240	24.11	0.75
CS5-V10	CS6-P5	4x240	22.55	0.86
CS5-V10	N2	4x240	23.55	0.79
CS5-V10	N20	4x240	22.55	0.86
CS6-P5	CS7-V9	4x240	21.96	0.90
CS7-V9	N21	4x240	21.53	0.94



Inicio	Final	Sección mm²	Int.cortocircuito kA	Tiempo máx cortocir. s
CS8-V17	CS9-V18	4x240	11.90	3.08
CS9-V18	CS10-V7	4x240	11.93	3.07
CS10-V7	CS11-V8	4x240	11.97	3.05
CS11-V8	N9	4x240	12.83	2.65
CS12-P4	N7	4x240	13.18	2.51
CS12-P4	N9	4x240	13.13	2.53
CS13V19	CS14V20	4x240	15.19	1.89
CS13V19	N6	4x240	14.19	2.17
CS14V20	N3	4x240	15.82	1.74
CS15V11	N1	4x240	16.92	1.52
CS15V11	N23	4x240	18.03	1.34
N1	N3	4x240	16.86	1.53
N6	N7	4x240	13.50	2.39
N21	N22	4x240	20.38	1.05
N22	N23	4x240	20.14	1.07

Datos de los transformadores

Trafo	Potencia trafo kVA	Tensión de primario V	Urcc (Rcc) % (mOhm)	Uxcc (Xcc) % (mOhm)	Ucc (Zcc) % (mOhm)
CD-C3	630.000	20000	1.30 (3.30)	3.54 (8.99)	3.77 (9.58)

Cortocircuitos en los transformadores

Trafo	Icc (Primario) kA	Icc (Secundario) Scc,p = infinito kA	Icc (Secundario) Scc,p = 500.0MVA kA
CD-C3	Icc,perm = 14.43 x2.5 (I.máx.) = 36.08	Icc,perm = 24.11 x2.5 (I.máx.) = 60.28	Icc,perm = 23.33 x2.5 (I.máx.) = 58.33



NORMATIVA APLICABLE

Se observarán todas las normas de la Presidencia del Gobierno, de los distintos Ministerios, de la Comunidad Autónoma y de las Administraciones Locales actualmente en vigor y aquellas que en lo sucesivo se promulguen.

SEGURIDAD Y SALUD LABORAL

Prevención de Riesgos Laborales. Ley 31/1995 de 08.11.95 de la Jefatura del Estado. BOE 10.11.95
BOE 31.12.98** (Ley 50/1998) BOE 13.12.2003** (Ley 54/2003)

Reglamento de los servicios de prevención. R.D 39/1997 de 17.01.97 del Mº de Trabajo y Asuntos Sociales BOE 31.01.97 BOE 30.04.97**

Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción. RD. 1627/97 24.10.97 del M. De la Presidencia BOE 26.10.97

Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud para la utilización de los trabajadores de los equipos de trabajo. RD. 1215/97 de 18.7.97 del M. De la Presidencia BOE 7.8.97

Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. RD. 485/97 de 14.4.97 de M. de Trabajo y Asuntos Sociales. BOE 23.4.97

Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. RD. 486/97 de 14.4.97 M. de Trabajo y Asuntos Sociales BOE 23.4.97

Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de carga que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores. R.D 487/1997 DE 14.04.97 del Mº de Trabajo y Asuntos Sociales BOE 23.04.97

Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual R.D 773/1997 de 30.05.97 del Mº de la Presidencia BOE 12.06.97

Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo. R.D 1215/1997 de 18.07.97 del Mº de la Presidencia BOE 7.08.97

Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo. Real Decreto 374/2001. De 6 de abril. Mº de la Presidencia. BOE 104 de 1.5.01. BOE 129 de 30.5.01*. BOE 149 de 22.6.01*



Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas. R.D. 1311/2005, de 04.01.2005, Mº de Trabajo y AA.SS. BOE 265 de 05.11.2005

Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. R.D. 286/2006, de 10.03.2006, Mº de la Presidencia. BOE 60 de 11.03.2006. BOE 62 de 14.03.2006*. BOE 71 de 24.03.2006*.

R.D. 1644/2008 de 10 octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.

Real Decreto 2177/2004, de 12 DICIEMBRE. Modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18-7-1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo. Deroga excepto el Capítulo VII.

Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.

INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ALTA Y BAJA TENSIÓN

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 instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.

Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de DICIEMBRE, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.

Corrección de errores del Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de DICIEMBRE, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.



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.

Corrección de errores del 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.

R.D. 1955/00, por el que se aprueba la Regulación de las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

Normas UNE / IEC.

Recomendaciones de UNESA.

Normas Técnicas y particulares de la compañía distribuidora.

Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

Ley 24/2013 de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.

Normas y recomendaciones de diseño del edificio:

CEI 62271-202, UNE-EN 62271-202 Centros de Transformación prefabricados.

Normas y recomendaciones de diseño de aparamenta eléctrica:

CEI 62271-1, UNE-EN 62271-1

Estipulaciones comunes para las normas de aparamenta de Alta Tensión.

CEI 61000-4-X, UNE-EN 61000-4-X

Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida.

CEI 62271-200, UNE-EN 62271-200

Aparamenta bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.

CEI 62271-102, UNE-EN 62271-102

Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.



CEI 62271-103, UNE-EN 62271-103

Interruptores de Alta Tensión. Interruptores de Alta Tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.

CEI 62271-100, UNE-EN 62271-100

Interruptores automáticos de corriente alterna para tensiones superiores a 1 kV.

Normas y recomendaciones de diseño de transformadores:

CEI 60076-X UNE-EN 60076-X Transformadores de potencia.

UNE 20101-X-X Transformadores de potencia.

Normas y recomendaciones de diseño de transformadores (aceite):

RU 5201D Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en Baja Tensión.

UNE 21428-X-X Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en Baja Tensión de 50 kVA A 2 500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV.

MEDIO AMBIENTE

Ley 7/2007 de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.

Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, porque se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.

Decreto 178/2006, de 10 de octubre, por el que se establecen normas de protección de la avifauna para instalaciones eléctricas de alta tensión.

Decreto 6/2012, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica en Andalucía, y se modifica el Decreto 357/2010, de 3 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento para la Protección de la Calidad del Cielo Nocturno frente a la contaminación lumínica y el establecimiento de medidas de ahorro y eficiencia energética.

Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.

SEGURIDAD ESTRUCTURAL

R.D. 751/2011 de 27 de mayo, por el que se aprueba la Instrucción de acero estructural (EAE)

Código Técnico de la Edificación, Documento Básico, Seguridad Estructural. Acero (CTE DB-SE-A)



Código Técnico de la Edificación, Documento Básico, Seguridad Estructural. Cimientos (CTE DB-SE-C)

EHE-08. Instrucción de hormigón estructural, Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio.

R.D. 997/2002 de 27 de julio, por el que se aprueba la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación (NCSR-02)



2.8 RED DE ALUMBRADO PÚBLICO

2.8.1 ANTECEDENTES Y OBJETO

Antecedentes

Se desea realizar la instalación de alumbrado público de la urbanización del ED AUSU-1 CALLE BADAJOZ, en Mairena del Aljarafe, Sevilla, urbanización está dotada de de una plaza en 2 niveles y de un pasaje, la plaza es de forma cuadrada constituyendo un espacio público abierto en la ciudad de Mairena.

Su configuración puede apreciarse en la documentación gráfica.

Objeto

El objeto del presente documento es el de exponer ante los Organismos Competentes que la instalación eléctrica de baja tensión de alumbrado 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 instalación eléctrica de alumbrado.

Emplazamiento

La urbanización se emplaza en la AUSU-1, de geometría irregular, definida en Proyecto de reparcelación del ESTUDIO DE DETALLE de la AUSU-1 "CALLE BADAJOZ", de Mairena del Aljarafe, Sevilla.

La instalación se conectará al cuadro de alumbrado general de alumbrado público existente que determinen los servicios municipales.



2.8.2 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

Características generales

Se trata de una instalación eléctrica de baja tensión, que consta de equipos de protección (magnetotérmicos y diferenciales) y conductores para el transporte de energía. La instalación de los conductores se efectuará enterrada bajo tubo.

El punto de partida de estas instalaciones de baja tensión está en una de las distintas salidas que el cuadro de mando y protección existente posee, y éste a su vez está conectado a una salida de baja tensión de algún centro de transformación cercano.

En todo momento se atenderá a las disposiciones dadas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias R.D. 842/2002 de 2 de agosto en cuanto a condiciones generales y particulares.

En especial se tendrá en cuenta la Instrucción Técnica ITC-BT-09 sobre instalaciones de Alumbrado Exterior.

También se tendrá en cuenta las instrucciones y normas establecidas por el Ayuntamiento para instalaciones eléctricas de Alumbrado público.

Trazado

El trazado se realizará de forma enterrada bajo tubo con conductor unipolar de Cobre, por dominios públicos, detallándose en la documentación gráfica adjunta. El conexionado y trazado de circuitos discurre en montaje aéreo sobre fachada integrado en la edificación.

La conexión desde el cuadro de alumbrado existente hasta llegar al límite de la urbanización, se realizará conforme a trazado indicado por el personal del ayuntamiento en montaje aéreo y/o tramos enterrados en caso necesario.

Previsión de cargas

La previsión de cargas para suministros en Baja Tensión se realizará a partir de la ITC-BT-010 del vigente Reglamento electrotécnico de Baja Tensión (RD 842/2002 de 2 agosto), o en función de la potencia de los receptores que se alimentarán con suministro eléctrico.

El alumbrado público consta de luminarias de fachada repartidas uniformemente por los viales y plaza de la urbanización.



En función de lo indicado en el REBT, el cálculo se realizará tomando como potencia aparente el valor numérico de la potencia activa multiplicada por un factor de 1,8. Se considera un factor de potencia para las luminarias 0.9. La caída máxima de tensión entre el origen de la instalación y cualquier otro punto de la misma será igual o menor que 3%.

CIRCUITO DE ILUMINACIÓN	UNIDAD	TIPO DE LUMINARIA	POTENCIA UNITARIA	POTENCIA TOTAL
			(W)	(W)
C1	7	Farol con lampara Phillips LED 29,7W/3632 LM, MONTAJE EN BACULO 4,5M 3000K	29,7	207,90
C2	2	Apliche IP65 con LED 20,0W/1862 LM, MONTAJE EN PARED 0,25M 3000K	20,0	40,00
TOTAL				247,90

Los equipos de auxiliares de control punto a punto, se conectarán al circuito existente previsto en el cuadro de baja tensión existente.

El dimensionado y comprobación de la caída de tensión del circuito de alimentación se verificará en anexo de cálculo, se prevé dos circuitos independientes para cada zona.

Generalidades

La instalación eléctrica para baja tensión de fuerza y alumbrado se ajustará en todo momento a lo prescrito en el vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias, R.D. 842/2002 de 2 de agosto, en cuanto a condiciones generales y particulares, y estará ejecutada por un instalador autorizado inscrito en la correspondiente Delegación Provincial de Trabajo e Industria y con Certificado de Instalador Electrotécnico para Baja Tensión.

El instalador autorizado ejecutará la instalación de acuerdo con el vigente Nuevo Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, Instrucciones Técnicas Complementarias ITC- BT y Normas de la Empresa Suministradora, oficialmente aprobadas y, una vez efectuadas todas las comprobaciones y medidas necesarias, extenderá el correspondiente Certificado de Instalación, según modelo establecido por la Administración, con el fin de obtener los permisos necesarios en los distintos Organismos Oficiales para obtener el permiso de enganche.

Según el artículo 18 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, se especifica el procedimiento para la puesta en servicio y utilización de las instalaciones eléctricas, según se establece en el artículo 12.3 de la Ley 21/1992 de Industria.



Antes de su conexión se llevará a cabo, por parte del instalador y con la supervisión del director de obra en su caso, comprobación de la correcta ejecución y funcionamiento segura de la misma. Asimismo, cuando así se determine en la ITC-BT-05, la instalación deberá ser objeto de una inspección inicial, por un organismo de control.

Según la ITC-BT-04 el titular de la instalación deberá solicitar el suministro de energía a la compañía suministradora mediante el correspondiente ejemplar del certificado de instalación.

La compañía suministradora podrá realizar, a su cargo, las verificaciones que considere oportunas, en lo que se refiere al cumplimiento de las prescripciones del Reglamento, dando servicio única y exclusivamente, en el caso de no presentar defecto alguno de aislamientos ni corrientes de fuga según los valores de la ITC-BT-19.

Los sistemas de protección instalados impedirán los efectos de las sobre intensidades y sobre tensiones que por distintas causas cabe prever en estas las instalaciones receptoras. Asimismo, y a efectos de seguridad general se determinarán las condiciones que deben cumplir dichas instalaciones para evitar los contactos directos, y anular los efectos de los indirectos.

Será necesario llevar a cabo verificaciones previas a la puesta en servicio e inspecciones iniciales y periódicas de la instalación eléctrica, según queda reflejado en el reglamento Electrotécnico de baja tensión ITC-BT-05, con el fin de minimizar los riesgos de fallo o de accidente en estas instalaciones.

En este caso particular su conexión se realiza en cuadro de baja tensión para alumbrado público existente.

La energía eléctrica será suministrada por la Compañía Suministradora de Electricidad con las siguientes características:

Tensión: 400/230 V

Frecuencia: 50 Hz

Dicha energía se toma del centro de transformación más cercano existente o red de distribución en baja tensión cercana.

En la documentación gráfica que se adjunta se puede observar la ubicación exacta de las instalaciones de la urbanización, así como las características y disposición de conductores, y los detalles de montaje, así como la ubicación del cuadro alumbrado existente al cual hay que conectarse (en dirección de la calle Avila).



La acometida y su punto de conexión, la determinarán los servicios municipales del Ayuntamiento de Sevilla y la compañía distribuidora.

Ejecución de la instalación

Las canalizaciones se dispondrán, en general, por terrenos de dominio público y en zonas perfectamente delimitadas, preferentemente bajo las aceras. Se efectuará enterrada bajo tubo y sobre lecho de arena. En la zona pública de la plaza interior se efectuará enterrada bajo tubo de polietileno bicapa, específico para instalaciones eléctricas, colocado sobre cama de arena y material de relleno principal, para terminar con la capa de material de agarre de la solería definitiva.

El trazado será lo más rectilíneo posible y a poder ser paralelo a referencias fijas como líneas de fachada y bordillos. Asimismo, deberán tenerse en cuenta los radios de curvatura mínimos, fijados por los fabricantes, a respetar en los cambios de dirección.

Se empleará la canalización entubada, conforme a las especificaciones de la ITC-BT-21. Se evitarán, en lo posible, los cambios de dirección de los tubos. En los puntos donde se produzcan y para facilitar la manipulación de los cables, se dispondrán arquetas con tapa, registrables o no, homologadas para el alumbrado público de Sevilla.

Las canalizaciones deben ejecutarse con tubos de polietileno de doble capa de DN 90 mm. Discurrirán preferentemente por el acerado a una profundidad de 0,60 m Y 0,80 m en el caso de vados. Cuando discurra por vados o terrizo irán hormigonados con envoltura de HM-20 de espesor 0.30 m. En los cruces de calle la profundidad de la zanja será de 1 metro y los tubos se protegerán mediante envoltura de HM-20 de espesor 0.30 m.

Para facilitar el tendido de los cables, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro, como máximo cada 40 m.

Las arquetas serán las especificadas por el Organismo Público encargado de mantener la instalación. En los fondos de las arquetas se colocará lecho absorbente. Se evitará la colocación de arquetas en zonas de tráfico rodado; si es inevitable se colocarán las de marco y tapas reforzadas.

Se instalará una cinta señalizadora advirtiendo la instalación bajo ella de cables eléctricos. No se efectuarán empalmes ni conexiones en la red que transcurra de forma enterrada. Se evitarán las posibles vibraciones sobre los conductores, generadas por los equipos rotativos.

A la entrada en las arquetas, los tubos deberán quedar debidamente sellados en sus extremos para evitar la entrada de roedores y de agua.



Se seguirán todas las condiciones particulares del Organismo Municipal que gestione esta instalación. En este caso debe cumplirse el Pliego de Obras de Alumbrado Público de la Gerencia de Urbanismo y Medio Ambiente.

Condiciones para cruzamiento, proximidades y paralelismo

Los cables subterráneos, cuando estén enterrados en el terreno, deberán cumplir, además de los requisitos del Reglamento Electrotécnico, las condiciones que pudieran imponer otros Organismos Competentes, como consecuencia de disposiciones legales, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables subterráneos de baja tensión.

Cruzamientos

Calles y Carreteras

En calles y carreteras se colocarán en el interior de tubos protectores recubiertos de una capa de hormigón de 15 cm 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. Se dispondrá también, al menos, de un tubo de reserva de iguales características.

Otros cables de energía eléctrica

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de baja tensión discurren por encima de los de alta tensión. La distancia mínima entre un cable de baja tensión y otros cables de energía eléctrica será de 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

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

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 eléctrica como del cable de telecomunicación, será superior a 1 m.

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, siempre que se asegure que ésta no ha quedado debilitada. Las distancias serán de 0,20 m.

Depósitos de carburantes

La distancia mínima al depósito de los cables de alumbrado público será de 0,20 m y los extremos de los tubos rebasaran del depósito como mínimo 2 m, al igual que arquetas, farolas, etc.

Proximidades y Paralelismos

Otros cables de energía eléctrica

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 de alta tensión. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable enterrado más reciente deberá ir entubado.

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, el cable enterrado más reciente deberá ir entubado.

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, el cable enterrado más reciente deberá ir entubado.

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, el cable enterrado más reciente deberá ir entubado.

Acometidas (conexiones en 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, el cable enterrado más reciente deberá ir entubado.



Características principales del conductor enterrado

El conductor elegido estará constituido por una manguera tetrapolar de sección homogénea de cobre. El aislamiento será de polietileno reticulado químicamente (XLPE) para un nivel de aislamiento de 1 kV.

CIR	TIPO DE CABLE	FASES	NEUTRO
Derivación Individual	H07Z1-K(AS) 750V Cu 3F+N	25 mm ²	25 mm ²
Circuito Alumbrado C1	RZ 0,6/1 KV Cu 3F+N	6 mm ²	6 mm ²
Circuito Alumbrado C2	RZ 0,6/1 KV Cu 3F+N	6 mm ²	6 mm ²

El conductor neutro de cada circuito que parte del cuadro existente, no podrá ser utilizado por ningún otro circuito.

Los circuitos se ejecutarán con conductores unipolares del tipo RZ Cu 0.6/1kV. En los puntos murales el conductor de alimentación será RZ Cu 0.6/1kV de sección 3x2,5/4mm² fijado a la pared con grapas de acero plastificadas si va a la intemperie. Si va por el interior del brazo mural será RV-K Cu 3x2,5mm² y la parte a la intemperie bajo tubo aislante de polipropileno. La caída de tensión debe calcularse para una temperatura de 70°C.

Cada circuito debe disponer de línea equipotencial con cable de cobre aislado H07V-K 1x16mm² verde amarillo con terminales para su conexión al borne de puesta a tierra del soporte.

De todos modos la escasa magnitud en terminos de potencia que tiene el circuito 2, se considera viable la eliminación del mismo incorporando sus necesidades en el circuito 1

Puesta a Tierra

La puesta a tierra y continuidad del neutro se atenderá a lo establecido en la ITC-BT-06. La máxima resistencia de puesta a tierra será tal que, a lo largo de la vida de la instalación y en cualquier época del año, no se puedan producir tensiones de contacto mayores de 24 V, en las partes metálicas accesibles de la instalación (soportes, elementos metálicos, etc.)

La puesta a tierra de los soportes se realizará por conexión a una red de tierra común para todas las líneas que partan del mismo cuadro de protección, medida y control existente de alumbrado público. En las redes de tierra, se instalarán como mínimo un electrodo a puesta a tierra cada 5 soportes de luminarias, y siempre en el primero y en el último soporte de cada línea. Se contará con una caja de seccionamiento de P.A.T en la pared del murete con calle Badajoz.

Los conductores de la red de tierra que unen los electrodos deberán ser:



- Aislados, mediante cables de tensión asignadas 450/750 V, con recubrimiento de color verde-amarillo, con conductores de fase para las redes posadas, en cuyo caso irán por el interior de canalizaciones de los cables de alimentación.

El conductor de protección que une cada soporte con el electrodo o con la red de tierra, será un cable unipolar aislado, de tensión asignada 450/750 V, con recubrimiento de color verde-amarillo, y de sección mínima de 16 mm² de cobre.

La puesta a tierra del cuadro general de mando y protección es la existente en el cuadro de alumbrado público y formará parte de la red de tierra común.

Cada punto de luz especificado en planos y el centro de mando existente deben disponer de una pica de tierra de acero cobreado 300 micras L=2000 mm Ø=14 mm. La unión entre el cable de enlace de tierra y la pica se realizará con soldadura aluminotérmica. El cable de enlace al electrodo será cobre aislado H07V-K 1x35mm² con terminales para su conexión al borne de puesta a tierra del soporte o del centro de mando. Con relación a las puestas a tierra, todas se realizarán con cables aislados tipo Cu H07V-K color verde amarillo. Las líneas equipotenciales, una por circuito, tendrán una sección de 16 mm² de forma que se unan al borne de puesta a tierra del soporte mediante terminales independientes. Respecto a las líneas de enlace con el electrodo de tierra del tipo 1x35 mm² Cu H07V-K verde-amarillo, también se unirán al soporte mediante terminales, siendo la unión entre el electrodo y el cable mediante soldadura aluminotérmica con molde.

Conexión al Cuadro General de mando y protección existente

En el punto de conexión de la red de distribución eléctrica, se instalará los dispositivos de protección señalados en las ITC-BT 22 Y 23 respectivamente.



Conexión al Cuadro General de mando y protección existente

En el punto de conexión de la red de distribución eléctrica, se instalará los dispositivos de protección señalados en las ITC-BT 22 Y 23 respectivamente.

Para el control punto a punto se han seleccionado materiales y sistema aprobado por los servicios municipales e instalados en otras instalaciones similares en Mairena del Aljarafe y en otras poblaciones de Sevilla.

Se ha optado por Starsense Wireless es un sistema de control en red basado en tecnología inalámbrica bidireccional. Comunicación utilizando lo último en tecnología de redes de malla. El sistema permite puntos de luz individuales para controlar de forma remota y para gestionar en línea plataformas. Los operadores de iluminación pueden controlar de forma remota la infraestructura de iluminación exterior establecer niveles de atenuación para lograr ahorros de energía considerables y puede obtener tiempo real retroalimentación de las luminarias reduciendo los costos de operación y mantenimiento a través de programación precisa de las tareas de servicio de mantenimiento en el sitio, al tiempo que mejora tanto la calidad y fiabilidad de la iluminación exterior.

Dado que la instalación finalmente quedará operativa y se parte de una instalación existente, se coordinará su diseño y montaje con los servicios municipales del ayuntamiento de Mairena.

En particular a los sistemas de encendido y apagado, el centro existente además de un controlador de segmento telegestionado dispone de un reloj astronómico, de forma que mediante un conmutador se elija que actúe el controlador o bien el reloj astronómico.

Respecto al sistema de reducción de flujo mediante balastos electrónicos, deberá ser configurado por la obra. Se debe configurar el sistema de reducción de flujo de forma que en horario de reducido el flujo emitido se reduzca un 30% respecto al máximo. En horario estival (desde el 31/03 al 31/10) la reducción se realiza a partir de las 00.00 h mientras que en el horario no estival debe comenzar a partir de las 23.00 h, sin reencendido en ambos casos. Respecto al horario de encendido y apagado, el normalizado es que se produzca 6 minutos después del ocaso, y el apagado 7 minutos antes del orto.

Zanjas

La anchura de la zanja depende de las características de la red, de la profundidad de la zanja y del tipo de suelo. Se debe dejar un espacio de 15 cm a cada lado de la canalización, para compactar el relleno y que los operarios puedan trabajar en buenas condiciones.



La profundidad mínima de la zanja debe proteger las canalizaciones de las cargas móviles o circulación rodada, de las cargas fijas y de las variaciones de temperatura del medio ambiente. La profundidad mínima será de 0.60 m y 0,80m en vados. Debido a la poca profundidad de las zanjas, no será necesario llevar a cabo la entibación de estas mientras se trabaja en ellas.

Como el terreno es uniforme se excavará hasta la línea de la rasante. Si quedan al descubierto piedras, rocas, etc., será necesario excavar por debajo de la rasante para efectuar un relleno posterior del lecho. La profundidad de esta excavación puede ser de 15 a 30 cm. El relleno de excavaciones complementarias realizadas por debajo de la rasante, se condiciona mediante la aportación de tierras procedentes de la excavación, fácilmente compactables y exentas de piedras, o de arena suelta, enrasando su superficie.

El relleno de la zanja se realizará una vez colocado el tubo. Debe realizarse con zanjas con protección de hormigón en masa HM-20 para los tubos y posterior relleno de albero compactado.



Soportes y brazos de luminarias, armaduras

Características y protección.

Los soportes de las luminarias de alumbrado exterior, se ajustarán a la normativa vigente (en el caso de que sean de acero deberán cumplir el RD 2642/85, RD 401/89 y OM 16/5/89).

Los soportes de las luminarias serán de material resistente a las acciones de la intemperie y estarán debidamente protegidos contra éstas, no debiendo permitir la entrada de agua de lluvia ni la acumulación del agua de condensación.

Los soportes, sus anclajes y cimentaciones, se dimensionarán de forma que resistan las solicitaciones mecánicas, particularmente teniendo en cuenta la acción del viento, con un coeficiente de seguridad no inferior a 2,5, considerando las luminarias completas instaladas en el soporte.

Los soportes que lo requieran deberán poseer una abertura de dimensiones adecuadas al equipo eléctrico, para acceder a los elementos de protección. La parte inferior de dicha abertura estará situada, como mínimo, a 0,30 m del suelo y tendrá una puerta o trampilla con grado de protección IP-44 e IK 10. La puerta ó trampilla solo podrá abrirse mediante el empleo de útiles especiales y dispondrá de borne de tierra cuando sea metálica.

Las partes metálicas accesibles de los soportes de las luminarias deberán estar conectadas a tierra, al igual que los postes, báculos o estructura metálica. En caso de que los soportes sean de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV) no será necesaria la puesta a tierra.

Se seguirán todas las condiciones particulares del Organismo Municipal que gestione esta instalación.

Los soportes galvanizados en caliente deben ser del tipo AM-10 con diámetro en punta mínimo de 76 mm. Deben terminar en un casquillo cilíndrico de 60 mm. La portezuela será la normalizada por el Pliego de Alumbrado. Las portezuelas de los soportes deben ser visibles en el sentido de la circulación. Los báculos deben fabricarse con este condicionante.

El procedimiento de pintado de los soportes de acero galvanizado será el siguiente y realizado en taller por el fabricante del soporte:

- Limpieza a fondo con agua dulce para la eliminación de sales y contaminación, así como desengrasado donde fuese necesario.



- Aplicación de una mano general de imprimación con epoxi poliamida que permita una humedad relativa del 95%, con un intervalo de repintado máximo de al menos 6 meses y siguiendo las normas del fabricante, con un espesor de película seca de 60 micras.
- Se dejarán transcurrir al menos doce horas antes de realizar la siguiente fase.
- Hasta la altura de 3 metros en las columnas el acabado se hará aplicando sobre la imprimación pintura anticarteles, compuesta de polietileno modificado con aditivos antiadherentes, siguiendo las normas del fabricante, con un espesor de película seca de 50 micras.
- Al resto se aplicará una mano general de acabado con poliuretano alifático, sin límite de repintado, siguiendo las normas del fabricante, con un espesor de película seca de 40 micras

Colocación.

Los soportes quedarán debidamente empotrados en el suelo, de manera que ofrezcan las condiciones de seguridad necesarias.

Los basamentos de los puntos de luz serán los normalizados por el Pliego de Alumbrado Público, ejecutado con hormigón de central del tipo HM-25/P/20/I. Las dimensiones mínimas de los basamentos y del diámetro de los pernos serán las prescritas por el Pliego. La cota superior del basamento deberá permitir que el borde inferior de la portezuela del soporte quede a 30 cm sobre la cota de rasante.

Los basamentos tendrán un tubo de entrada y otra de salida del tipo polietileno doble capa DN90 mm para los circuitos de potencia y otro tubo de PVC DN40mm para el cable de enlace con el electrodo de tierra.

Los pernos de acero galvanizado en caliente S 275 JR, con tres tuercas y dos arandelas de ala ancha, para mantener su posición deberán unirse entre sí mediante un cerco soldado diámetro 10 mm.

En soportes instalados en acerados los pernos quedarán bajo la solería con un relleno de HM-20. En caso de soportes instalados en terrizos se realizará una peana de hormigón en masa HM-20 alrededor de los mismos que sobresalga 10 cm de la rasante.

Armaduras.

Las armaduras deberán ser resistentes a las acciones de la intemperie y, además, aseguran que los conductores y elementos de conexión queden resguardados de estas acciones.

Instalación eléctrica.

La instalación eléctrica en el interior de los soportes deberá respetar los siguientes aspectos:



- Los conductores serán de Cu de 2,5 mm² de sección mínima y tensión asignada de 0,6/1 kV.
- No existirán empalmes en el interior de los soportes de las luminarias.
- En los puntos de entrada de los cables al interior de los soportes, los cables tendrán una protección suplementaria de material aislante mediante la prolongación del tubo u otro sistema que lo garantice.
- La conexión a los terminales estará hecha de forma que no ejerza sobre los conductores ningún esfuerzo de tracción.
- Para las conexiones de los conductores de la red con los del soporte, se emplearán elementos de derivación que contendrán los bornes apropiados, en número y tipo, así como los elementos de protección necesarios para el punto de la luz.
- Los soportes con una sola luminaria deberán equiparse una caja de protección con capacidad para un fusible 6 A y un cilindro de continuidad de neutro (en caso de tensión trifásica 230 V se sustituye por otro fusible 6A) y con 5 bornas, una de ellas para la conexión a tierra de la luminaria. La caja debe ser del tipo claved 1468/1M IP 13.

Luminarias

Características.

Las luminarias utilizadas en el alumbrado exterior serán conformes a la norma UNE-EN 60.598 -2-3 y la UNE-EN 60.598 -2-5 en el caso de proyectores de exterior.

En la documentación gráfica que se adjunta se puede observar los detalles más significativos de las luminarias seleccionadas para esta instalación.

Se seguirán todas las condiciones particulares del Organismo Municipal que gestione esta instalación.

Corrección del factor de potencia de las luminarias.

Para cada luminaria se tomarán las medidas necesarias para la compensación del factor de potencia, cuando el sistema de alumbrado que se utilice lo requiera.

Equipos eléctricos de los puntos de luz.

Podrán ser de tipo interior o exterior, y su instalación será la adecuada al tipo utilizado. Los equipos eléctricos para montaje exterior poseerán un grado de protección mínima IP54, según UNE 20.324 e IK8 según UNE-EN 50.102, e irán montados a una altura mínima de 2,5 m sobre el nivel del suelo, las entradas y salidas de cables serán por la parte inferior de la envolvente. Deberá estar protegido el equipo contra sobre intensidades.



Protección contra Contactos Directos e Indirectos.

Las luminarias serán de Clase I o de Clase II. Las partes metálicas accesibles (soportes de luminarias, anclajes, luminarias, etc.) estarán conectadas a tierra. Se excluyen aquellas partes metálicas que, teniendo un doble aislamiento, no sean accesibles al público en general.

Con relación a la puesta a tierra de la luminaria, se utilizará el hilo verde-amarillo de la manguera de alimentación 3x2.5 mm² Cu RV-K 0.6/1kV, de forma que este hilo se una al borne de puesta a tierra de la caja de protección y este borne se una mediante cable unipolar 1x6mm² Cu H07V-K verde amarillo con terminal al borne de puesta a tierra del soporte.

Sistema de regulación del nivel luminoso.

Con la finalidad de ahorrar energía se emplearán sistemas para regular el nivel luminoso. En este caso se emplea un sistema de control punto a punto.

Derivación individual

La derivación individual cumplirá lo especificado en el ITC-BT 15 y las Normas Particulares y de Condiciones Técnicas y de Seguridad de la Compañía Suministradora, y constituye la línea que enlaza el conjunto caja general de protección de la luminaria con el cuadro general de mando y protección existe. La derivación individual discurrirá en trazado superficial, enterrada y/o empotrado mediante conductores aislados en el interior de tubos. Los conductores serán de cobre aislados a 750V, cuya amplitud será suficiente para su futura ampliación al 100%.

El conductor empleado será:

TIPO DE CABLE	FASES	NEUTRO
H07Z1-K (AS) 750V Cu	25 mm ²	25 mm ²

Se trata de un conductor de cobre flexible de clase 5, según UNE- EN 60288 con aislamiento termoplástico libre halógenos. Tensión nominal 450/750V, tensión de ensayo 2500V.A.C. Este conductor es un cable de alta seguridad (AS) empleado en instalaciones, su temperatura máxima de servicio es de hasta 70°C.

Se ajustará a las siguientes normas UNE:

- UNE 50525-3-1 y EN 50525-3-31, UNE211002: Norma Constructiva.
- UNE –EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2; NFC 32070-C2: No propagador de la llama.
- UNE –EN 50266-2-4; IEC 60332-3; NFC 32070-C1: No propagador del incendio.
- UNE-EN 60754; EN 50267; IEC60754: Libre halógenos



- UNE-EN50267; EN 50267 y IEC60754: Reducida emisión de gases tóxicos.
- UNE-EN 61034; EN 61034 y IEC 61034: Baja opacidad de los humos emitidos.
- UNE-EN 50267-2-3; IEC 60754-2; NFC 20453; BS 6425-2: Muy baja emisión de gases corrosivos

La derivación individual se inicia en el embarrado general y comprende los fusibles de seguridad del conjunto de medida y los dispositivos generales de mando y protección.

Los tubos y canales protectoras tendrán una sección nominal que permita ampliar la sección de los conductores inicialmente instalados en un 100%.

La caída de tensión para el caso de las derivaciones individuales en suministros para un único usuario en que no existe línea general de alimentación podrá ser del 1,5%.

2.8.3 CÁLCULO ELÉTRICO

Potencia

Calcularemos la potencia real de los tramos que abastecen a los distintos receptores y aplicando la simultaneidad adecuada y los coeficientes impuestos por el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (RD 842/2002 de 2 agosto), y particularmente la ITC-BT 09 sobre alumbrado exterior.

Intensidad máxima admisible

En el cálculo de las instalaciones se comprobará que las intensidades máximas de las líneas son inferiores a las admitidas por el Reglamento de Baja Tensión, teniendo en cuenta los factores de corrección según el tipo de instalación y sus condiciones particulares.

Intensidad nominal en servicio monofásico:

$$I_n = \frac{P}{U_f \cdot \cos \varphi}$$

Intensidad nominal en servicio trifásico:

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



Caída de tensión

En circuitos interiores de la instalación, la caída de tensión no superará un porcentaje del 3% de la tensión nominal para circuitos de alumbrado y del 5% para el resto de circuitos, siendo admisible la compensación de caída de tensión junto con las correspondientes derivaciones individuales, de manera que conjuntamente no se supere un porcentaje del 4,5% de la tensión nominal para los circuitos de alumbrado y del 6,5% para el resto de circuitos.

Las fórmulas empleadas serán las siguientes:

$$\Delta U = R \cdot I \cdot \cos \varphi + X \cdot I \cdot \sen \varphi$$

Caída de tensión en monofásico: $\Delta U_t = 2 \cdot \Delta U$



Caída de tensión en trifásico: $\Delta U_{III} = \sqrt{3} \cdot \Delta U$

Con:

- I Intensidad calculada (A)
- R Resistencia de la línea (W), ver apartado (A)
- X Reactancia de la línea (W), ver apartado (C)
- j Ángulo correspondiente al factor de potencia de la carga;

A) RESISTENCIA DEL CONDUCTOR EN CORRIENTE ALTERNA

Si tenemos en cuenta que el valor de la resistencia de un cable se calcula como:

$$R = R_{tca} = R_{tcc} (1 + Y_s + Y_p) = c R_{tcc}$$

$$R_{tcc} = R_{20cc} [1 + \alpha (\theta - 20)]$$

$$R_{20cc} = \rho_{20} L / S$$

Con:

- R_{tcc} Resistencia del conductor en corriente continua a la temperatura q (W)
- R_{20cc} Resistencia del conductor en corriente continua a la temperatura de 20°C (W)
- Y_s Incremento de la resistencia debido al efecto piel;
- Y_p Incremento de la resistencia debido al efecto proximidad;
- α Coeficiente de variación de resistencia específica por temperatura del conductor en °C-1
- q Temperatura máxima en servicio prevista en el cable (°C), ver apartado (B)
- r₂₀ Resistividad del conductor a 20°C (W mm² / m)
- S Sección del conductor (mm²)
- L Longitud de la línea (m)

El efecto piel y el efecto proximidad son mucho más pronunciados en los conductores de gran sección. Su cálculo riguroso se detalla en la norma UNE 21144. No obstante y de forma aproximada para instalaciones de enlace e instalaciones interiores en baja tensión es factible suponer un incremento de resistencia inferior al 2% en alterna respecto del valor en continua.



$$c = (1 + Y_s + Y_p) \cong 1,02$$

B) TEMPERATURA ESTIMADA EN EL CONDUCTOR

Para calcular la temperatura máxima prevista en servicio de un cable se puede utilizar el siguiente razonamiento: su incremento de temperatura respecto de la temperatura ambiente T_0 (25°C para cables enterrados y 40°C para cables al aire), es proporcional al cuadrado del valor eficaz de la intensidad. Por tanto:

$$T = T_0 + (T_{\text{máx}} - T_0) * (I / I_{\text{máx}})^2 \quad [17]$$

Con:

- T Temperatura real estimada en el conductor (°C)
- $T_{\text{máx}}$ Temperatura máxima admisible para el conductor según su tipo de aislamiento (°C)
- T_0 Temperatura ambiente del conductor (°C)
- I Intensidad prevista para el conductor (A)
- $I_{\text{máx}}$ Intensidad máxima admisible para el conductor según el tipo de instalación (A)

C) REACTANCIA DEL CABLE (Según el criterio de la Guía-BT-Anexo 2)

La reactancia de los conductores varía con el diámetro y la separación entre conductores. En ausencia de datos se puede estimar la reactancia como un incremento adicional de la resistencia de acuerdo a la siguiente tabla:

Sección	Reactancia inductiva (X)
$S \leq 120 \text{ mm}^2$	$X \approx 0$
$S = 150 \text{ mm}^2$	$X \approx 0.15 \text{ R}$
$S = 185 \text{ mm}^2$	$X \approx 0.20 \text{ R}$
$S = 240 \text{ mm}^2$	$X \approx 0.25 \text{ R}$

Para secciones menores de o iguales a 120 mm², la contribución a la caída de tensión por efecto de la inductancia es despreciable frente al efecto de la resistencia.

Corriente de cortocircuito

El método utilizado para el cálculo de las corrientes de cortocircuito, según el apartado 2.3 de la norma UNE-EN 60909-0, está basado en la introducción de una fuente de tensión equivalente en el punto de cortocircuito. La fuente de tensión equivalente es la única tensión activa del sistema.



Todas las redes de alimentación y máquinas síncronas y asíncronas son reemplazadas por sus impedancias internas.

En sistemas trifásicos de corriente alterna, el cálculo de los valores de las corrientes resultantes en cortocircuitos equilibrados y desequilibrados se simplifica por la utilización de las componentes simétricas.

Utilizando este método, las corrientes en cada conductor de fase se determinan por la superposición de las corrientes de los tres sistemas de componentes simétricas:

- Corriente de secuencia directa $I(1)$
- Corriente de secuencia inversa $I(2)$
- Corriente homopolar $I(0)$

Se evaluarán las corrientes de cortocircuito, tanto máximas como mínimas, en los puntos de la instalación donde se ubican las protecciones eléctricas.

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito, el sistema puede ser convertido por reducción de redes en una impedancia de cortocircuito equivalente Z_k en el punto de defecto.

Se tratan los siguientes tipos de cortocircuito:

- Cortocircuito trifásico;
- Cortocircuito bifásico;
- Cortocircuito bifásico a tierra;
- Cortocircuito monofásico a tierra.

La corriente de cortocircuito simétrica inicial $I''_k = I''_{k3}$ teniendo en cuenta la fuente de tensión equivalente en el punto de defecto, se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$I''_k = \frac{cU_n}{\sqrt{3} \cdot Z_k}$$

Con:

c Factor c de la tabla 1 de la norma UNE-EN 60909-0

U_n Tensión nominal fase-fase V

Z_k Impedancia de cortocircuito equivalente mW

CORTOCIRCUITO BIFÁSICO (UNE-EN 60909-0, APARTADO 4.2.2)

En el caso de un cortocircuito bifásico, la corriente de cortocircuito simétrica inicial es:

$$I''_{k2} = \frac{cU_n}{|Z_{(1)} + Z_{(2)}|} = \frac{cU_n}{2 \cdot |Z_{(1)}|} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I''_{k3}$$

Durante la fase inicial del cortocircuito, la impedancia de secuencia inversa es aproximadamente igual a la impedancia de secuencia directa, independientemente de si el cortocircuito se produce



en un punto próximo o alejado de un alternador. Por lo tanto, en la ecuación anterior es posible introducir $Z(2) = Z(1)$.

CORTOCIRCUITO BIFÁSICO A TIERRA (UNE-EN 60909-0, APARTADO 4.2.3)

La ecuación que conduce al cálculo de la corriente de cortocircuito simétrica inicial en el caso de un cortocircuito bifásico a tierra es:

$$I''_{kE2E} = \frac{\sqrt{3} \cdot cU_n}{|Z_{(1)} + 2Z_{(0)}|}$$

CORTOCIRCUITO MONOFÁSICO A TIERRA (UNE-EN 60909-0, APARTADO 4.2.4)

La corriente inicial del cortocircuito monofásico a tierra I''_{k1} , para un cortocircuito alejado de un alternador con $Z(2) = Z(1)$, se calcula mediante la expresión:

$$I''_{k1} = \frac{\sqrt{3} \cdot cU_n}{|2Z_{(1)} + Z_{(0)}|}$$

Protección contra sobretensiones

DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES TRANSITORIAS

Según ITC-BT-23, las instalaciones interiores se deben proteger contra sobretensiones transitorias siempre que la instalación no esté alimentada por una red de distribución subterránea en su totalidad, es decir, toda instalación que sea alimentada por algún tramo de línea de distribución aérea sin pantalla metálica unida a tierra en sus extremos deberá protegerse contra sobretensiones. Los limitadores de sobretensión serán de clase C (tipo II) en los cuadros y, en el caso de que el edificio disponga de pararrayos, se añadirán limitadores de sobretensión de clase B (tipo I) en la centralización de contadores.

En este caso particular los dispositivos serán conforme a la normativa específica de alumbrado público y las indicaciones de los servicios técnicos de alumbrado exterior del ayuntamiento.

Resultados

A continuación se procede a realizar el cálculo de las redes de BT a instalar. Las características de la red eléctrica de suministro son:

- Tipo: trifásica
- Tensión compuesta: 400 V
- Tensión simple: 230 V
- Potencia cortocircuito: 500 MVA
- Factor de potencia ($\cos \varnothing$): 0.90



Se ha considerado en proyecto una sección de conductor para el circuito de alumbrado de 4x6mm² de Cu + 16G, para cada circuito. El conductor de tierra mantendrá su sección hasta la primera caja de conexión.

Para el cálculo de los circuitos se han tenido en cuenta los siguientes factores:

Caída de tensión:

- Circuitos interiores de la instalación:
- 3%: para circuitos de alumbrado.
- 5%: para el resto de circuitos.

Caída de tensión acumulada:

- Circuitos interiores de la instalación:
- 4.5%: para circuitos de alumbrado.
- 6.5%: para el resto de circuitos.

Los resultados obtenidos para la caída de tensión se resumen en las siguientes tablas:

Derivación individual

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I _z (A)	I _B (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
DI	3F+N	4.15	1.00	1.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x25)	77.43	5.99	-	-

Cálculos de factores de corrección por canalización

Los siguientes factores de corrección calculados según el tipo de instalación ya están contemplados en los valores de intensidad máxima admisible (I_z) de la tabla anterior.

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección			
		Temperatura	Resistividad térmica	Profundidad	Agrupamiento
DI	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 63 mm	0.87	-	-	1.00

