



industriales  
etsii

Escuela Técnica  
Superior  
de Ingeniería  
Industrial

# UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

## Suministro y distribución de energía eléctrica a un edificio comercial

TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

**Autor:** Alfonso Velasco González  
**Director:** Juan José Portero Rodríguez  
**Codirector:** Alfredo Conesa Tejerina

Cartagena, 7 de Abril de 2016



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

## DOCUMENTO Nº1 – MEMORIA

## PÁGINA

### 1.– Capítulo 1 – Línea subterránea de alta tensión

<u>1.1.– Objeto del proyecto</u>	1
<u>1.2.– Titular de la instalación</u>	1
<u>1.3.– Emplazamiento de las instalaciones</u>	1
<u>1.4.– Reglamentación y disposiciones oficiales</u>	1
<u>1.5.– Potencia máxima a transportar y criterios de cálculo</u>	1
<u>1.6.– Descripción de las instalaciones</u>	1
<u>1.6.1.– Trazado</u>	1
<u>1.6.2.– Materiales</u>	2
<u>1.6.3.–Zanjas y sistemas de enterramiento</u>	6
<u>1.6.4.– Puesta a tierra</u>	7

### 2.– Capítulo 2 – Centro de transformación

<u>2.1.– Reglamentación y Disposiciones Oficiales</u>	8
<u>2.2.– Situación y Emplazamiento</u>	9
<u>2.3.– Titular inicial y final del centro de transformación</u>	9
<u>2.4.– Características Generales del Centro de Transformación</u>	9
<u>2.5.– Programa de necesidades y potencia instalada en kVA</u>	9
<u>2.6.– Descripción de la instalación</u>	10
<u>2.6.1.– Local</u>	10
<u>2.6.2.– Instalación Eléctrica</u>	12
<u>2.6.3.– Medida de la energía eléctrica</u>	17
<u>2.6.4.– Puesta a tierra</u>	17
<u>2.6.5.– Cuadro general de Baja Tensión. Justificación y diseño</u>	17
<u>2.6.6.– Instalaciones secundarias</u>	18
<u>2.7.– Detalle del local y elementos principales</u>	19

### 3.– Capítulo 3 – Red de distribución de baja tensión

<u>3.1.– Legislación y normativa aplicable</u>	20
<u>3.2.– Descripción genérica de las instalaciones, uso y potencia</u>	20

<u>3.3. – Plazo de ejecución de las instalaciones</u>	21
<u>3.4. – Descripción de las instalaciones</u>	21
<u>3.4.1. – Trazado</u>	21
<u>3.4.2. – Puesta a tierra</u>	21
<u>3.5. – Descripción de obra civil</u>	21
<b><u>4. – Capítulo 4 – Instalación de baja tensión: Centro comercial</u></b>	
<u>4.1. – Legislación aplicable</u>	23
<u>4.2. – Descripción genérica de las instalaciones y su uso</u>	23
<u>4.3. – Potencia prevista</u>	24
<u>4.3.1. – Potencia máxima admisible</u>	24
<u>4.4. – Descripción de las instalaciones de enlace</u>	24
<u>4.4.1. – Acometida</u>	24
<u>4.4.2. – Caja general de protección</u>	24
<u>4.4.3. – Derivaciones individuales</u>	25
<u>4.4.4. – Equipos de medida</u>	27
<u>4.4.5. – Centralización de equipos de medida</u>	28
<u>4.5. – Descripción de la instalación interior</u>	29
<u>4.5.1. – Clasificación de las instalaciones</u>	29
<u>4.5.2. – Características específicas</u>	29
<u>4.5.3. – Cuadro general de distribución</u>	29
<u>4.5.4. – Cuadros secundarios y parciales</u>	30
<u>4.5.5. – Líneas de distribución y canalización</u>	30
<u>4.5.6. – Receptores</u>	31
<u>4.6. – Suministros complementarios</u>	31
<u>4.6.1. – Justificación del aforo</u>	31
<u>4.6.2. – Justificación de la potencia instalada</u>	32
<u>4.6.3. – Tipo de suministro</u>	32
<u>4.6.4. – Descripción</u>	33
<u>4.6.5. – Potencia</u>	33
<u>4.6.6. – Receptores que alimenta</u>	33

<u>4.7.- Alumbrados especiales</u>	34
<u>4.7.1.- Justificación de los equipos instalados</u>	34
<u>4.7.2.- Señalización</u>	34
<u>4.7.3.- Emergencia</u>	35
<u>4.8.- Línea de puesta a tierra</u>	36
<u>4.8.1.- Sistema de protección contra contactos indirectos</u>	36
<u>4.8.2.- Tomas de tierra</u>	37
<u>4.8.3.- Líneas principales de tierra</u>	38
<u>4.8.4.- Derivaciones de las líneas principales de tierra</u>	38
<u>4.8.5.- Conductores de protección</u>	39
<u>4.8.6.- Red de equipotencialidad</u>	39
<u>4.8.7.- Protección contra sobrecorrientes de origen atmosférico</u>	39
<u>4.8.8.- Dispositivos de protección contra contactos indirectos</u>	39

## DOCUMENTO Nº2 – CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

### 1.- Capítulo 1 – Línea subterránea de alta tensión

<u>1.1.- Características de la energía y empresa suministradora</u>	1
<u>1.2.- Cálculo de la sección del conductor</u>	1
<u>1.2.1.-Intensidad nominal</u>	1
<u>1.2.2.-Intensidad máxima admisible</u>	1
<u>1.2.3.-Intensidad máxima admisible en cortocircuito</u>	2
<u>1.2.4.- Densidad máxima admisible en cortocircuito</u>	2
<u>1.2.5.- Densidad de corriente conductores</u>	3
<u>1.2.6.- Intensidad de cortocircuito admisible en pantallas</u>	3
<u>1.2.7.- Resistencia y reactancia</u>	3
<u>1.2.8.- Caída de tensión</u>	4
<u>1.3.- Pérdida de potencia</u>	4
<u>1.4.- Capacidad de transporte</u>	4
<u>1.5.- Tabla de resultados</u>	5

## 2.- Capítulo 2 – Centro de transformación

<u>2.1.- Intensidad de Alta Tensión</u>	6
<u>2.2.- Intensidad de Baja Tensión</u>	6
<u>2.3.- Cortocircuitos</u>	6
<u>2.3.1.- Observaciones</u>	6
<u>2.3.2.- Cálculo de las intensidades de cortocircuito</u>	7
<u>2.3.3.- Cortocircuito en el lado de alta tensión</u>	7
<u>2.3.4.- Cortocircuito en el lado de Baja Tensión</u>	7
<u>2.4.- Cálculo y dimensionado del embarrado</u>	7
<u>2.4.1.- Comprobación por densidad de corriente</u>	8
<u>2.4.2.- Comprobación por sollicitación electrodinámica</u>	8
<u>2.4.3.- Comprobación por sollicitación térmica</u>	8
<u>2.5.- Selección de los elementos del cuadro de B.T. y de los fusibles</u>	8
<u>2.5.1.- Protección contra sobrecargas y cortocircuitos</u>	8
<u>2.5.2.- Protecciones en BT</u>	9
<u>2.5.3.- Dimensionado de los puentes de AT</u>	9
<u>2.5.4.- Dimensionado de los puentes de BT</u>	9
<u>2.6.- Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación</u>	9
<u>2.7.- Dimensionado del pozo apagafuegos</u>	9
<u>2.8.- Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra</u>	9
<u>2.8.1.- Investigación de las características del suelo</u>	9
<u>2.8.2.- Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra</u>	10
<u>2.8.3.- Diseño preliminar de la instalación de tierra</u>	10
<u>2.8.4.- Cálculo de la resistencia del sistema de tierra</u>	10
<u>2.8.5.- Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación</u>	13
<u>2.8.6.- Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación</u>	13
<u>2.8.7.- Cálculo de las tensiones aplicadas</u>	14
<u>2.8.8.- Investigación de las tensiones transferibles al exterior</u>	15
<u>2.8.9.- Corrección y ajuste del diseño inicial</u>	16
<u>2.9.- Batería de condensadores para el vacío del transformador</u>	16

### 3.- Capítulo 3 – Red de distribución de baja tensión

<u>3.1.- Cálculos eléctricos</u>	17
<u>3.1.1.- Previsión de potencia</u>	17
<u>3.1.2.- Intensidad</u>	17
<u>3.1.3.- Caídas de tensión</u>	21
<u>3.1.4.- Otras características eléctricas</u>	22
<u>3.1.5.- Tablas de tendido y resultado de cálculos</u>	23

### 4.- Capítulo 4 – Instalación de baja tensión: Centro comercial

<u>4.1.- Tensión nominal y caídas de tensión máximas admisibles</u>	24
<u>4.2.- Fórmulas utilizadas</u>	24
<u>4.3.- Potencia total instalada y demandas</u>	28
<u>4.3.1.- Relación de receptores de alumbrado</u>	32
<u>4.3.2.- Coeficientes de simultaneidad</u>	32
<u>4.4.- Cálculos eléctricos: Alumbrado y fuerza motriz</u>	33
<u>4.4.1 - Cálculos de la sección de los conductores y diámetro de los tubos de canalización a utilizar en la línea general y secundarios</u>	33 – 148
<u>4.4.2.- Cálculo de la sección de los conductores y diámetro de los tubos para las líneas derivadas</u>	33 – 148
<u>4.4.3.- Cálculo de las protecciones para las diferentes líneas generales y Derivadas contra sobrecargas y cortocircuitos</u>	33 – 148
<u>4.4.4. - Cálculo de la puesta a tierra</u>	151
<u>4.4.5. - Cálculo de la batería de condensadores</u>	151
<u>4.5. - Tablas de resultados</u>	153

## DOCUMENTO Nº3 – PLIEGO DE CONDICIONES

### 1.- Capítulo 1 – Línea subterránea de alta tensión

<u>1.1.- Calidad de los materiales. Condiciones y ejecución</u>	1
<u>1.1.1.-Conductores</u>	1
<u>1.1.2.-Accesorios</u>	3
<u>1.1.3.-Obra civil</u>	3

1.1.4.-Zanjas	4
1.2.- Normas generales para la ejecución de las instalaciones	7
1.2.1.- Línea subterránea	7
1.2.2.- Entronque Línea Aérea-Subterránea	8
1.2.3.- Penetración de los tubos en las arquetas	8
1.2.4.- Ensayos y mediciones	9

## 2.- Capítulo 2 – Centro de transformación

2.1.- Calidad de los materiales	12
2.1.1.- Obra civil	12
2.1.2.- Aparamenta de Media Tensión	12
2.1.3.- Transformadores de potencia	12
2.1.4.- Equipos de medida	13
2.2.- Normas de ejecución de las instalaciones	13
2.3.- Pruebas reglamentarias	13
2.4.- Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad	13
2.5.- Certificados y documentación	14
2.6.- Libro de órdenes	14

## 3.- Capítulo 3 – Red de distribución de baja tensión

3.1 Generalidades	15
3.2.- Calidad de los materiales. Condiciones y ejecución	15
3.2.1.- Conductores	15
3.2.2.- Accesorios	19
3.2.3.- Obra civil	21
3.2.4.- Zanjas	21
3.3.- Normas generales para la ejecución de las instalaciones	22
3.4.- Revisiones y pruebas reglamentarias al finalizar la obra	23
3.5.- Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad	24

<u>3.6.- Revisiones, inspecciones y pruebas periódicas reglamentarias</u>	24
---	----

#### 4.- Capítulo 4 – Instalación de baja tensión: Centro comercial

<u>4.1.- Características de la empresa instaladora</u>	25
--	----

<u>4.2.- Calidad de los materiales</u>	25
--	----

<u>4.2.1.- Conductores eléctricos</u>	25
---------------------------------------	----

<u>4.2.2.- Conductores de protección</u>	26
--	----

<u>4.2.3.- Identificación de los conductores</u>	26
--	----

<u>4.2.4.- Tubos de protección</u>	26
------------------------------------	----

<u>4.2.5.- Cajas de empalme y derivación</u>	28
--	----

<u>4.2.6.- Aparatos de mando y maniobra</u>	29
---	----

<u>4.2.7.- Aparatos de protección</u>	30
---------------------------------------	----

<u>4.3.- Normas de ejecución de las instalaciones</u>	33
---	----

<u>4.3.1.- Acometida</u>	33
--------------------------	----

<u>4.3.2.- Canalizaciones bajo tubos protectores</u>	33
--	----

<u>4.3.3.- Conductores aislados enterrados</u>	35
--	----

<u>4.3.4.- Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas</u>	35
--	----

<u>4.3.5.- Normas de instalación –otras canalizaciones</u>	35
--	----

<u>4.3.6.- Accesibilidad a las instalaciones</u>	35
--	----

<u>4.3.7.- Conductores de protección</u>	36
--	----

<u>4.3.8.- Puestas a tierra</u>	37
---------------------------------	----

<u>4.3.9.- Tomas de tierra</u>	37
--------------------------------	----

<u>4.3.10.- Bornes de puesta a tierra</u>	37
---	----

<u>4.3.11.- Receptores de alumbrado</u>	38
---	----

<u>4.4.- Revisiones y pruebas reglamentarias al finalizar la obra</u>	38
---	----

<u>4.5.- Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad</u>	39
--	----

<u>4.6.- Revisiones, inspecciones y pruebas periódicas reglamentarias</u>	39
---	----

<u>4.7.- Certificados, documentación</u>	40
--	----

<u>4.8.- Libro de órdenes</u>	40
-------------------------------	----



4.9.- Libro de mantenimiento	40
------------------------------	----

## DOCUMENTO Nº4 – PRESUPUESTO

### 1.- Capítulo 1 – Línea subterránea de alta tensión

1.1.- Líneas subterráneas de alta tensión en canalizaciones entubadas	1
---	---

### 2.- Capítulo 2 – Centro de transformación

2.1.- Obra civil	2
2.2.- Equipo de AT	2
2.3.- Equipo de Potencia	3
2.4.- Equipo de Baja Tensión	3
2.5.- Sistema de Puesta a Tierra	4
2.6.- Varios	5
2.7.- Presupuesto total	6

### 3.- Capítulo 3 – Red de distribución de baja tensión

3.1.- Líneas subterráneas en canalización entubada bajo calzada	7
3.2.- Líneas subterráneas en canalización entubada bajo acera	9
3.3.- Cajas generales de protección	11
3.4.- Puesta a tierra	11
3.5.- Presupuesto total	11

### 4.- Capítulo 4 – Instalación de baja tensión: Centro comercial

4.1.- Líneas generales de alimentación	12
4.2.- Líneas de derivaciones individuales	12
4.3.- Líneas secundarias	13
4.4.- Líneas receptores	14
4.5.- Toma de tierra	15
4.6.- Cuadros de mando y protección	15
4.7.- Componentes de alumbrado	16

<u>4.8.- Receptores eléctricos</u>	17
<u>4.9.- Centralizaciones de contadores</u>	18
<u>4.10.- Presupuesto total</u>	18
<u>5.- Capítulo 5 – Presupuesto final</u>	
<u>5.1.- Presupuesto final</u>	19

## DOCUMENTO Nº5 – PLANOS

### 1.- Capítulo 1 – Línea subterránea de alta tensión

1.1.- Situación

1.2.- Trazado

1.3.- Entronque aéreo-subterráneo

1.4.- Terminales

1.5.- Zanja calzada

### 2.- Capítulo 2 – Centro de transformación

2.1.- Esquema unifilar

2.2.- Alzado

2.3.- Tomas de tierra

### 3.- Capítulo 3 – Red de distribución de baja tensión

3.1.- Anillos

3.2.- Zanja acera

3.3.- Zanja calzada

3.4.- Puesta a tierra

3.5.- Detalle Pica de puesta tierra

### 4.- Capítulo 4 – Instalación de baja tensión: Centro comercial

4.1.- Planta

4.2.- Planta zoom

4.3.- Distribución PB

4.4.- Distribución P1

4.5. – Distribución P2

4.6. – Alumbrado PB

4.7. – Alumbrado P1

4.8. – Alumbrado P2

4.9. – Alumbrado aparcamiento

4.10. – Receptores PB

4.11. – Receptores P1

4.12. – Receptores P2

4.13. – Unifilar Supermercado

4.14. – Unifilar Bar

4.15. – Unifilar Servicios generales PB

4.16. – Unifilar Servicios generales P1

4.17. – Unifilar Servicios generales P2

4.18. – Unifilar Sala de control

4.19. – Unifilar tienda 1

4.20. – Unifilar tienda 2

4.21. – Unifilar tienda 3

4.22. – Unifilar tienda 4

4.23. – Unifilar tienda 5

4.24. – Unifilar tienda 6

4.25. – Unifilar tienda 7

4.26. – Unifilar tienda 8

4.27. – Unifilar tienda 9

4.28. – Unifilar tienda 10

4.29. – Alumbrado emergencia PB

4.30. – Alumbrado emergencia P1

4.31. – Alumbrado emergencia P2

4.32. – Dotación contra incendios PB

4.33. – Dotación contra incendios P1

4.34. – Dotación contra incendios P2

4.35.- Plan de evacuación PB

4.36.- Plan de evacuación P1

4.37.- Plan de evacuación P2

4.38.- Centralizaciones de contadores

4.39.- Puesta a tierra

ANEXO I – DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

ANEXO II – ESTUDIO LUMINOTÉCNICO

ANEXO III – SEÑALIZACIÓN EVACUACIÓN

ANEXO IV – INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS

## CAPÍTULO 1:

### LÍNEA SUBTERRÁNEA DE AT

#### 1.1.– Objeto del proyecto

El objeto del presente proyecto, como trabajo fin de grado, es exponer las características técnicas y de seguridad que debe tener la instalación, para la electrificación de un centro comercial con acometida mediante línea subterránea de alta tensión y centro de transformación.

#### 1.2.– Titular de la instalación

El titular de la instalación es la Universidad Politécnica de Cartagena

#### 1.3.– Emplazamiento de las instalaciones

La instalación en cuestión está ubicada en la calle jazmín nº 28, del término municipal de La Aparecida, Cartagena (Murcia)

#### 1.4.– Reglamentación y disposiciones oficiales

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión (RLAT) y sus instrucciones técnicas complementarias ( ITC-LAT )
- Normas Particulares de la Empresa Eléctrica Distribuidora ( Iberdrola )
- Normas UNE

#### 1.5.– Potencia máxima a transportar y criterios de cálculo

La línea alimentará un centro de transformación de tipo exterior, prefabricado, el cual alberga un transformador de 400 KVA.

La capacidad de transporte de la línea, acorde a lo calculado en el apartado respectivo, será de:  
**P = 2021,67 MW**

La línea subterránea se proyecta para ser cedida a la empresa Iberdrola.

#### 1.6.– Descripción de las instalaciones

##### 1.6.1.– Trazado:

La línea discurre en canalización entubada por terreno privado. El trazado de la misma es rectilíneo, tal y como aparece reflejado en el apartado correspondiente de planos.

##### 1.6.1.1.–Puntos de entronque y final de línea

La línea tiene su origen en el entronque aéreo–subterráneo propiedad de la empresa Iberdrola y acaba en la celda de entrada del centro de transformación (de compañía).

##### 1.6.1.2.– Longitud

La longitud de la línea es de 45 metros.

### 1.6.2.- Materiales:

Todos los materiales serán de los tipos aceptados por Iberdrola.

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

Los materiales siderúrgicos serán de Acero A-42. Estarán galvanizados con recubrimiento de zinc de 0.5 Kg/m<sup>2</sup> como mínimo, debiendo ser capaces de soportar cuatro inmersiones en una solución de SO<sub>4</sub>Cu al 20 %, de una densidad de 1.18 a 18°C, sin que el hierro quede al descubierto o coloreado parcialmente.

Las principales características que deberán soportar estos materiales son:

Tensión nominal: 12/20 Kv

Tensión más elevada: 24 Kv

Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo: 125 Kv

Tensión soportada nominal de corta duración a frecuencia industrial: 50 Kv

Categoría de la red: A

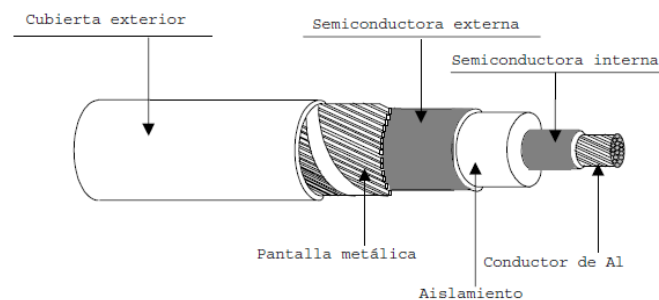
#### 1.6.2.1.-Conductores

Se ajustaran a lo indicado en el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y a la norma de Iberdrola ( NI 56.43.01 )

Conductor: Aluminio compacto, sección circular, clase 2.

Tipos normalizados

Designación	Tensión nominal kV	Naturaleza y sección conductor mm <sup>2</sup>	Sección pantalla mm <sup>2</sup>	Suministro		Código
				Longitud normalizada ± 2% m	Tipo de bobina UNE 21 167-1	
HEPRZ1 12/20 1x50 K Al+H16	12/20	Al 50	16	820	14	5641814
HEPRZ1 12/20 1x150 K Al+H16		Al 150	16	1000	20	5641818
HEPRZ1 12/20 1x240 K Al+H16		Al 240	16	1000	22	5641820
HEPRZ1 12/20 1x400 K Al+H16		Al 400	16	1000	22	5641822



### 1.6.2.2.–Aislamientos

Pantalla sobre el conductor: Estará constituida por una capa de mezcla semiconductor extruida, adherida al aislamiento en toda su superficie, de espesor medio mínimo 0,5 mm y sin acción nociva sobre el conductor y el aislamiento.

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

Pantalla sobre el aislamiento: La pantalla sobre el aislamiento estará constituida por una parte no metálica asociada a una parte metálica. La parte no metálica estará formada por una de mezcla semiconductor extruida, separable en frío, de espesor medio mínimo de 0,5 mm.

La parte metálica estará constituida por una corona de alambres de Cu dispuestos en hélice a paso largo y una cinta de Cu, de una sección de 1 mm<sup>2</sup> como mínimo, aplicada con un paso no superior a cuatro veces el diámetro sobre la corona de alambres.

Cubierta exterior: Estará constituida por un compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1), de color rojo. Su espesor nominal tendrá el valor indicado en la tabla siguiente:

Espesor nominal de la cubierta exterior en mm

Sección nominal del conductor mm <sup>2</sup>	Espesor nominal de la cubierta exterior de los cables de tensión asignada U <sub>0</sub> /U	
	12/20 kV	18/30 kV
50	2,5	2,7
150	3,0	3,0
240	3,0	3,0
400	3,0	3,0

### 1.6.2.3.–Accesorios

Los accesorios serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.)

La ejecución y las terminaciones se realizarán acorde a las normas de Iberdrola ( NI )

Terminaciones: Las características serán las establecidas en la NI 56.80.02.

Conectores separables apantallados enchufables: Las características serán las establecidas en la NI 56.80.02.

### 1.6.2.4.–Protecciones eléctricas de principio y fin de línea

#### 1.6.2.4.1–Protección contra sobreintensidades y cortocircuitos

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

Para la protección contra sobreintensidades y cortocircuitos se colocará:

- Cortacircuitos fusibles de expulsión en el entronque aéreo–subterráneo
- Fusibles en la celda de protección del Centro de Transformación.

Las características de los elementos que conforman el cortacircuitos, serán acordes a las exigidas por Iberdrola en su norma ( NI 75.06.11 ).

A continuación se citan los tipos normalizados y las características esenciales de los diferentes elementos del cortacircuitos:

Tipos normalizados: características esenciales y código

Designación Iberdrola	Tensión asignada kV	Intensidad asignada A	Para nivel de contaminación (*)	Código
BP-CFE 24	24	200	III y IV	75 07 100
BP-CFE 36	36	200	III	75 06 100
P-CFE 24	24	100		75 07 164
P-CFE 36	36	100		75 06 164
CS-CFE 24	24	200		75 07 191
CS-CFE 36	36	200		75 06 191
CFE 24	24	200	III y IV	75 07 130
CFE 36	36	200	III	75 06 130
FE-12	24 y 36	12		75 06 112
FE-20		20		75 06 114
FE-25		25		75 06 115

Significado de las siglas que componen la designación:

BP-CFE: Base polimérica cortacircuitos fusible de expulsión

P-CFE: Portafusibles para cortacircuitos fusibles de expulsión

CS-CFE: Cuchilla seccionadora para cortacircuitos fusibles de expulsión

CFE: Cortacircuitos fusible de expulsión. Conjunto de base polimérica y portafusible

FE: Fusible de expulsión

Nivel de aislamiento

Tensión asignada kV	Tensión soportada a los impulsos de tipo rayo kV (valor de cresta)		Tensión soportada bajo lluvia a frecuencia industrial kV (valor eficaz)	
	A tierra (NA)	Sobre la distancia de seccionamiento (NAS)	A tierra	Sobre la distancia de seccionamiento
24	125	145	50	60
36	170	195	70	80

Características tiempo/corriente

I <sub>n</sub> A	I <sub>f300</sub> A		I <sub>f10</sub> A		I <sub>f0,1</sub> A	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
12	25	30	29,5	44	166	199
20	39	47	48	71	273	328
25	50	60	60	90	350	420

I<sub>n</sub>: Intensidad asignada del fusible, en amperios.

I<sub>f300</sub>: Intensidad de fusión, en amperios, para un tiempo de 300s

I<sub>f10</sub>: Intensidad de fusión, en amperios, para un tiempo de 10s

I<sub>f0,1</sub>: Intensidad de fusión, en amperios, para un tiempo de 0,1s

El conjunto formado por la base y la cuchilla seccionadora podrá soportar una intensidad de 8 Ka, de valor eficaz, durante un segundo



*El valor de cresta de la intensidad asignada admisible será de 20 kA*

#### 1.6.2.4.2.- Protección contra sobrecargas

En general, no será obligatorio establecer protecciones contra sobrecargas, si bien es necesario, controlar la carga en el origen de la línea o del cable mediante el empleo de aparatos de medida, mediciones periódicas o bien por estimaciones estadísticas a partir de las cargas conectadas al mismo, con objeto de asegurar que la temperatura del cable no supere la máxima admisible en servicio permanente.

#### 1.6.2.4.3- Protección contra sobretensiones

Para la protección contra sobretensiones, se colocaran en el entronque aéreo-subterráneo pararrayos de óxidos metálicos con envoltente polimérica ( 1 por fase ).

Las características de los pararrayos serán las exigidas por Iberdrola en su norma ( NI 75.30.02. )

*A continuación se citan los tipos normalizados y las características esenciales de los pararrayos de óxidos metálicos:*

Pararrayos normalizados. Características esenciales y códigos

Designación	Frecuencia asignada Hz	Tensión asignada Ur kV	Tensión máxima servicio continuo Uc Kv	Utilización tensión de red kV	Corriente nominal de descarga (onda 8/20µs) kA	Código
POM-P 15/10	50	15	12	11 13,2	10	7530002
POM-P 21/10		21	18	15 20		7530004
POM-P 33/10		33	27	30		7530007

Significado de las siglas de la designación:

POM: Pararrayos de óxidos metálicos

P : Envoltente polimérica.

Dos números separados por una barra: Indican, por este orden, la tensión asignada Ur y la corriente de descarga en kA

Características eléctricas

	Tensión máxima de servicio continuo		
	12 kV	18 kV	27 kV
Corriente de ensayo del pararrayos en cortocircuito	3 kA	6 kA	12 kA
Valor de cresta de la corriente de descarga de forma de onda de gran amplitud (onda 4/10 µs)		100 kA	
Tensión residual a la corriente nominal de descarga, 10 kA, valor cresta	≤ 50 kV	≤ 65 kV	≤ 100 kV
Tensión residual a la corriente de 40 kA (onda 8/20 µS). Valor cresta	≤ 65 kV	≤ 95 kV	≤ 135 kV

### 1.6.3.-Zanjas y sistemas de enterramiento

#### 1.6.3.1.- Zanja

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,05 m aproximadamente de espesor de arena, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos.

A continuación se colocará otra capa de arena con un espesor de 0.10 m sobre el tubo o tubos más cercanos a la superficie y envolviéndolos completamente. Sobre esta capa de arena y a 0,10 m del firme se instalará una cinta de señalización a todo lo largo del trazado del cable.

La profundidad, hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, no será menor de 0,8 m en calzada, para asegurar estas cotas, la zanja tendrá una profundidad mínima 0,70 m, con una anchura mínima de 0,35 m, para la colocación de dos tubos de 160 mm de diámetro en un mismo plano

Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con estribas u otros medios para asegurar su estabilidad y adamas debe permitir las operaciones de tendido de los tubos.

*El plano con los detalles de la zanja viene en el apartado respectivo de planos.*

#### 1.6.3.2.- Tubos

En cada uno de los dos tubos de 160 mm de diámetro, se instalará un solo circuito eléctrico formado por 3 conductores unipolares de 240 mm<sup>2</sup>

Las características de los tubos destinados a la protección mecánica de los cables aislados de redes subterráneas serán acordes a lo indicado en la norma de Iberdrola ( NI 52.95.03 )

Los tubos serán de doble pared, corrugados exteriormente y lisos en su interior fabricados en polietileno o similar, por extrusión, siendo su parte exterior de color teja.

La superficie interior deberá resultar lisa al tacto, sin bien se admitirán ligeras ondulaciones propias del proceso de extrusión.

La superficie exterior corrugada será uniforme y no presentará deformaciones acusadas, estando coloreada en el proceso de extrusión y no pintado por imprimación.

No se admitirán superficies con burbujas, rayas longitudinales profundas, quemaduras ni poros.

#### 1.6.3.3.-Arquetas

Habrà 2 arquetas, una en la salida del entronque, donde entrará en tubo de acero galvanizado y otra a la entrada del centro de transformación. Serán prefabricadas de hormigón de tipo modular.

#### 1.6.3.4.-Medidas de Seguridad

Se instalarán acorde a la norma de Iberdrola ( NI 52.95.01 ) placas no metálicas de material plástico para la protección de redes subterráneas que discurren por zanjas.



### 1.6.3.5.– Medidas de Señalización

Se instalarán acorde a la norma (UNE EN 12 613) dispositivos para advertir de la presencia de canalizaciones o cables subterráneos durante las excavaciones.

Las cintas de advertencia estarán fabricadas de materiales plásticos, con propiedades especiales relativas a la protección medio-ambiental.

Las cintas llevarán por una cara, una impresión indeleble del dibujo e indicaciones que se representan en la figura. El lado del triángulo de riesgo eléctrico será de  $10,5 + 0,3$  cm.

La cinta será opaca de color S 0580–Y20R, según la norma UNE 48 103

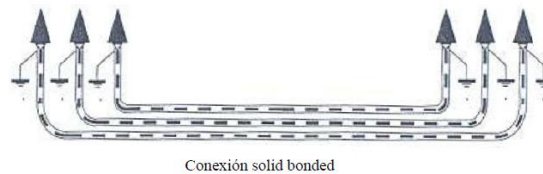


### 1.6.4.– Puesta a tierra

Se conectarán a tierra las pantallas y armaduras de todas las fases en cada uno de los extremos. El extremo final está unido, en la celda de entrada al transformador, a un seccionador de puesta a tierra que permitirá poner a tierra la línea en casos de averías o mantenimiento.

El inconveniente de este tipo de conexión es que aparecen corrientes inducidas en las pantallas que provocan un aumento de la temperatura del cable, y por lo tanto una reducción de la intensidad admisible en el conductor.

Por eso se utiliza para alta tensión con distancias pequeñas, como es nuestro caso.



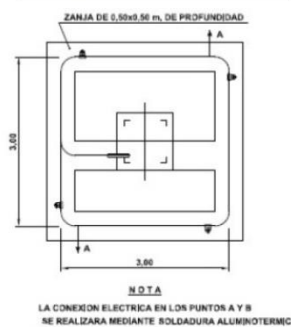
El apoyo del entronque aéreo-subterráneo dispondrá, puesto que es un apoyo frecuentado y contiene aparatos de maniobra, de una toma tierra en forma de anillo cerrado.

Este anillo estará enterrado alrededor de la cimentación, a 1 m de distancia entre las aristas de esta y a 0,5 m de profundidad. Al anillo se conectarán 4 picas de acero cobrizado de 2 m de longitud y 14mm de diámetro, clavadas en el terreno, de modo que se consiga un valor de resistencia menor de 25 ohmios.

PLANTA MALLA EQUIPOTENCIAL



ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA



## CAPÍTULO 2:

### CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

#### 2.1.– Reglamentación y Disposiciones Oficiales

- *Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión. Aprobado por Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero.*
- *Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión.*
- *Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. Aprobado por Real Decreto 3.275/1982, de 12 noviembre, B.O.E. 01-12-1982.*
- *Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. Real Decreto 3275/1982. Aprobadas por Orden del MINER de 18 de octubre de 1984, B.O.E. 25-10-1984.*
- *Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Aprobado por Decreto 842/2002, de 02 de agosto, B.O.E. 224 de 18-09-2002.*
- *Instrucciones Técnicas Complementarias, denominadas MI-BT. Aprobadas por Orden del MINER de 18 de septiembre de 2002.*
- *Modificaciones a las Instrucciones Técnicas Complementarias. Hasta el 10 de marzo de 2000.*
- *Autorización de Instalaciones Eléctricas. Aprobado por Ley 40/94, de 30 de diciembre, B.O.E. de 31-12-1994.*
- *Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional y desarrollos posteriores. Aprobado por Ley 40/1994, B.O.E. 31-12-1994.*
- *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 (B.O.E. de 27 de diciembre de 2000).*
- *Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.*
- *Ley de Regulación del Sector Eléctrico, Ley 54/1997 de 27 de noviembre.*
- *Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía, Decreto de 12 Marzo de 1954 y Real Decreto 1725/84 de 18 de Julio.*
- *Real Decreto 2949/1982 de 15 de Octubre de Acometidas Eléctricas.*
- *NTE-IEP. Norma tecnológica de 24-03-1973, para Instalaciones Eléctricas de Puesta a Tierra.*
- *Normas UNE / IEC.*
- *Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.*
- *Ordenanzas municipales del ayuntamiento donde se ejecute la obra.*
- *Condiciones que puedan ser emitidos por organismos afectados por las instalaciones.*
- *Normas particulares de la compañía suministradora.*
  - *Cualquier otra normativa y reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.*

– Normas y recomendaciones de diseño del edificio:

- CEI 62271-202    UNE-EN 62271-202

*Centros de Transformación prefabricados.*

- **NBE-X**  
*Normas básicas de la edificación.*

– *Normas y recomendaciones de diseño de aparataje eléctrica:*

- **CEI 62271-1      UNE-EN 60694**  
*Estipulaciones comunes para las normas de aparataje 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 (UNE-EN 60298)**  
*Aparataje 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 60265-1**  
*Interruptores de Alta Tensión. Interruptores de Alta Tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.*
- **CEI 62271-105      UNE-EN 62271-105**  
*Combinados interruptor – fusible de corriente alterna para Alta Tensión.*

– *Normas y recomendaciones de diseño de transformadores:*

- **CEI 60076-X**  
*Transformadores de Potencia.*
- **UNE 21428**  
*Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión de 50 a 2 500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV.*

## **2.2.– Situación y Emplazamiento**

El Centro se halla ubicado en el término municipal de la Aparecida, en Cartagena (Murcia)

## **2.3.– Titular inicial y final del centro de transformación**

Este Centro se proyecta para ser cedido a Iberdrola.

## **2.4.– Características Generales del Centro de Transformación**

La energía será suministrada por la compañía Iberdrola a la tensión trifásica de 20 kV y frecuencia de 50 Hz, realizándose la acometida por medio de cables subterráneos.

El Centro de Transformación es de tipo compañía, está situado en punta y se encarga de suministrar energía en baja tensión, sin necesidad de medición de la misma.

Los tipos generales de equipos de Alta Tensión empleados son:

- **CGMCOSMOS:** Equipo compacto de 3 funciones, con aislamiento y corte en gas, opcionalmente extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.

## **2.5.– Programa de necesidades y potencia instalada en kVA**

Se precisa el suministro de energía a una tensión de 400 V, con una potencia máxima simultánea de 448,1 kW.

A continuación se cita la incidencia de esta potencia en la red de distribución de baja tensión:

$$P_{CT}(kVA) = \frac{P_T * 0,6}{0,9} = \frac{448,1 * 0,6}{0,9} = 298,73 \text{ kVA}$$

Para atender a las necesidades arriba indicadas, la potencia total instalada en este Centro de Transformación será de 400 kVA.

## **2.6.- Descripción de la instalación**

### **2.6.1.- Local**

El Centro de Transformación objeto de este proyecto consta de una única envolvente, en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica, máquinas y demás equipos.

Para el diseño de este Centro de Transformación se han tenido en cuenta todas las normativas anteriormente indicadas.

#### **2.6.1.1.- Características y descripción del local prefabricado**

##### Características de los Materiales

Edificio de Transformación: *PFU-4/20*

##### Descripción

Los Edificios PFU para Centros de Transformación, de superficie y maniobra interior (tipo caseta), constan de una envolvente de hormigón, de estructura monobloque, en cuyo interior se incorporan todos los componentes eléctricos, desde la aparamenta de MT, hasta los cuadros de BT, incluyendo los transformadores, dispositivos de control e interconexiones entre los diversos elementos.

La principal ventaja que presentan estos edificios prefabricados es que tanto la construcción como el montaje y equipamiento interior pueden ser realizados íntegramente en fábrica, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación. Además, su cuidado diseño permite su instalación tanto en zonas de carácter industrial como en entornos urbanos.

##### Envolvente

La envolvente de estos centros es de hormigón armado vibrado. Se compone de dos partes: una que aglutina el fondo y las paredes, que incorpora las puertas y rejillas de ventilación natural, y otra que constituye el techo.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm<sup>2</sup>. Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kOhm respecto de la tierra de la envolvente.

Las cubiertas están formadas por piezas de hormigón con inserciones en la parte superior para su manipulación.

En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los orificios de paso para los cables de MT y BT. Estos orificios están semiperforados, realizándose en obra la apertura de los que sean necesarios para cada aplicación. De igual forma, dispone de unos orificios semiperforados practicables para las salidas a las tierras exteriores.

El espacio para el transformador, diseñado para alojar el volumen de líquido refrigerante de un eventual derrame, dispone de dos perfiles en forma de "U", que se pueden deslizar en función de la distancia entre las ruedas del transformador.

#### Placa piso

Sobre la placa base y a una altura de unos 400 mm se sitúa la placa piso, que se sustenta en una serie de apoyos sobre la placa base y en el interior de las paredes, permitiendo el paso de cables de MT y BT a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

#### Accesos

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso de peatones, las puertas del transformador (ambas con apertura de 180º) y las rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero.

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

#### Ventilación

Las rejillas de ventilación natural están formadas por lamas en forma de "V" invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el Centro de Transformación y se complementa cada rejilla interiormente con una malla mosquitera.

#### Acabado

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura acrílica rugosa de color blanco en las paredes y marrón en el perímetro de la cubierta o techo, puertas y rejillas de ventilación.

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

#### Calidad

Estos edificios prefabricados han sido acreditados con el Certificado de Calidad ISO 9001.

#### Alumbrado

El equipo va provisto de alumbrado conectado y gobernado desde el cuadro de BT, el cual dispone de un interruptor para realizar dicho cometido.

#### Varios

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

#### Cimentación

Para la ubicación de los edificios PFU para Centros de Transformación es necesaria una excavación, cuyas dimensiones variarán en función de la solución adoptada para la red de tierras, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm de espesor.

### 2.6.1.2.– Características Detalladas

Nº de transformadores:	1
Nº reserva de celdas:	1
Tipo de ventilación:	Normal
Puertas de acceso peatón:	1 puerta de acceso

#### Dimensiones exteriores

Longitud:	4460 mm
Fondo:	2380 mm
Altura:	3045 mm
Altura vista:	2585 mm
Peso:	13465 kg

#### Dimensiones interiores

Longitud:	4280 mm
Fondo:	2200 mm
Altura:	2355 mm

#### Dimensiones de la excavación

Longitud:	5260 mm
Fondo:	3180 mm
Profundidad:	560 mm

Nota: Estas dimensiones son aproximadas en función de la solución adoptada para el anillo de tierras.

### 2.6.2.– Instalación Eléctrica

#### 2.6.2.1.– Características de la Red de Alimentación

La red de la cual se alimenta el Centro de Transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 20 kV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 350 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 10,1 kA eficaces.

#### 2.6.2.2.– Características de la Aparamenta de Alta Tensión

Características Generales de los Tipos de Aparamenta Empleados en la Instalación.



Celdas: *CGMCOSMOS-2L1P*

El sistema CGMCOSMOS está compuesto 2 posiciones de línea y 1 posición de protección con fusibles, con las siguientes características:

#### Celdas CGMCOSMOS

El sistema CGMCOSMOS compacto es un equipo para AT, integrado y totalmente compatible con el sistema CGMCOSMOS modular, extensible "in situ" a izquierda y derecha. Sus embarrados se conectan utilizando unos elementos de unión patentados por ORMAZABAL y denominados ORMALINK, consiguiendo una conexión totalmente apantallada, e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, etc.). Incorpora tres funciones por cada módulo en una única cuba llena de gas, en la cual se encuentran los aparatos de maniobra y el embarrado.

#### Base y frente

La base está diseñada para soportar al resto de la celda, y facilitar y proteger mecánicamente la acometida de los cables de AT. La tapa que los protege es independiente para cada una de las tres funciones. El frente presenta el mímico unifilar del circuito principal y los ejes de accionamiento de la apartamenta a la altura idónea para su operación.

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

Lleva además un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

La tapa frontal es común para las tres posiciones funcionales de la celda.

#### Cuba

La cuba, fabricada en acero inoxidable de 2 mm de espesor, contiene el interruptor, el embarrado y los portafusibles, y el gas se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,15 bar (salvo para celdas especiales). El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante toda su vida útil, sin necesidad de reposición de gas.

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

La cuba es única para las tres posiciones con las que cuenta la celda CGMCOSMOS y en su interior se encuentran todas las partes activas de la celda (embarrados, interruptor-seccionador, puestas a tierra, tubos portafusibles).

### Interruptor/Seccionador/Seccionador de puesta a tierra

Los interruptores disponibles en el sistema CGMCOSMOS compacto tienen tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra.

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

### Mando

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

### Fusibles (Celda CGMCOSMOS-P)

En las celdas CGMCOSMOS-P, los fusibles se montan sobre unos carros que se introducen en los tubos portafusibles de resina aislante, que son perfectamente estancos respecto del gas y del exterior. El disparo se producirá por fusión de uno de los fusibles o cuando la presión interior de los tubos portafusibles se eleve debido a un fallo en los fusibles o al calentamiento excesivo de éstos. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

### Conexión de cables

La conexión de cables se realiza desde la parte frontal mediante unos pasatapas estándar.

### Enclavamientos

La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas CGMCOSMOS es que:

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

### Características eléctricas

Las características generales de las celdas CGMCOSMOS son las siguientes:

Tensión nominal	24 kV
Nivel de aislamiento	
Frecuencia industrial (1 min)	
a tierra y entre fases	50 kV
a la distancia de seccionamiento	60 kV
Impulso tipo rayo	
a tierra y entre fases	125 kV

a la distancia de seccionamiento 145 kV

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

#### Características Descriptivas de la Aparata AT y Transformadores

##### **CGMCOSMOS-2LP**

Celda compacta con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por varias posiciones con las siguientes características:

CGMCOSMOS-2LP es un equipo compacto para AT, integrado y totalmente compatible con el sistema CGMCOSMOS.

La celda CGMCOSMOS-2LP está constituida por tres funciones: dos de línea o interruptor en carga y una de protección con fusibles, que comparten la cuba de gas y el embarrado.

Las posiciones de línea, incorporan en su interior una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

La posición de protección con fusibles incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador igual al antes descrito, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados con ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

##### Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV
- Intensidad asignada en el embarrado: 400 A
- Intensidad asignada en las entradas/salidas: 400 A
- Intensidad asignada en la derivación: 200 A
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA
- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA
- Nivel de aislamiento  
Frecuencia industrial (1 min)
  - a tierra y entre fases: 50 kV
- Impulso tipo rayo
  - a tierra y entre fases (cresta): 125 kV
- Capacidad de cierre (cresta): 40 kA
- Capacidad de corte

Corriente principalmente activa: 400 A

Características físicas:

- Ancho: 1190 mm
- Fondo: 735 mm
- Alto: 1740 mm
- Peso: 290 kg

Otras características constructivas

- Mando interruptor 1: manual tipo B
- Mando interruptor 2: manual tipo B
- Mando posición con fusibles: manual tipo BR
- Intensidad fusibles: 3x25 A

Transformador 1: Transformador aceite 24 kV

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca COTRADIS, con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2).

– Otras características constructivas:

- Regulación en el primario: + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %
- Tensión de cortocircuito (Ecc): 4%
- Grupo de conexión: Dyn11
- Protección incorporada al transformador: Termómetro
- Volumen de dieléctrico transformador 1: 290 l

Características del material vario de Alta Tensión y Baja Tensión

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

Interconexiones de AT:

Puentes AT Transformador 1: **Cables AT 12/20 kV**

Cables AT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x150 Al.

La terminación al transformador es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.

En el otro extremo, en la celda, es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable recta y modelo K152SR.

Interconexiones de BT:

Puentes BT – B2 Transformador 1: **Puentes transformador–cuadro**

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material 1x240 Al (Etileno–Propileno) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro.

Defensa de transformadores:

Defensa de Transformador 1: **Protección física transformador**

Protección metálica para defensa del transformador.

Equipos de iluminación:

Iluminación Edificio de Transformación: **Equipo de iluminación**

Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los centros.

Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.

**2.6.3.- Medida de la energía eléctrica**

Al tratarse de un Centro de Distribución público, no se efectúa medida de energía en MT.

**2.6.4.- Puesta a tierra**

**2.6.4.1.- Tierra de protección**

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro de Transformación se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc. , así como la armadura del edificio (si éste es prefabricado). No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior

**2.6.4.2.- Tierra de servicio**

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

**2.6.5.- Cuadro general de Baja Tensión. Justificación y diseño**

Cuadros BT – B2 Transformador 1: **CBTO**

El Cuadro de Baja Tensión CBTO-C, es un conjunto de aparamenta de BT cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador AT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

La estructura del cuadro CBTO-C de ORMAZABAL está compuesta por un bastidor aislante, en el que se distinguen las siguientes zonas:

**2.6.5.1.- Zona de acometida, medida y de equipos auxiliares**

En la parte superior de CBTO-C existe un compartimento para la acometida al mismo, que se realiza a través de un pasa muros tetrapolar, evitando la penetración del agua al interior. CBTO incorpora 4 seccionadores unipolares para seccionar las barras.

#### 2.6.5.2.– Zona de salidas

Está formada por un compartimento que aloja exclusivamente el embarrado y los elementos de protección de cada circuito de salida. Esta protección se encomienda a fusibles de la intensidad máxima más adelante citada, dispuestos en bases trifásicas verticales cerradas (BTVC) pero maniobradas fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga.

#### 2.6.5.3.– Características eléctricas

- Tensión asignada de empleo: 440 V
- Tensión asignada de aislamiento: 500 V
- Intensidad asignada en los embarrados: 1600 A
- Frecuencia asignada: 50 Hz
- Nivel de aislamiento Frecuencia industrial (1 min)  
a tierra y entre fases: 10 kV
- entre fases: 2,5 kV
- Intensidad Asignada de Corta duración 1 s: 24 kA
- Intensidad Asignada de Cresta: 50,5 Ka

#### 2.6.5.4.– Características constructivas:

- Anchura: 1000 mm
- Altura: 1360 mm
- Fondo: 350 mm
- 

#### 2.6.5.5.– Otras características:

- Salidas de Baja Tensión 6 salidas (2x 250 A + 2x160A + 2 Reserva)

#### 2.6.6.– Instalaciones secundarias

##### 2.6.6.1.– Alumbrado

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

El interruptor accionará los puntos de luz necesarios para la suficiente y uniforme iluminación de todo el recinto del centro.

##### 2.6.6.2.– Medidas de seguridad

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

1– No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.

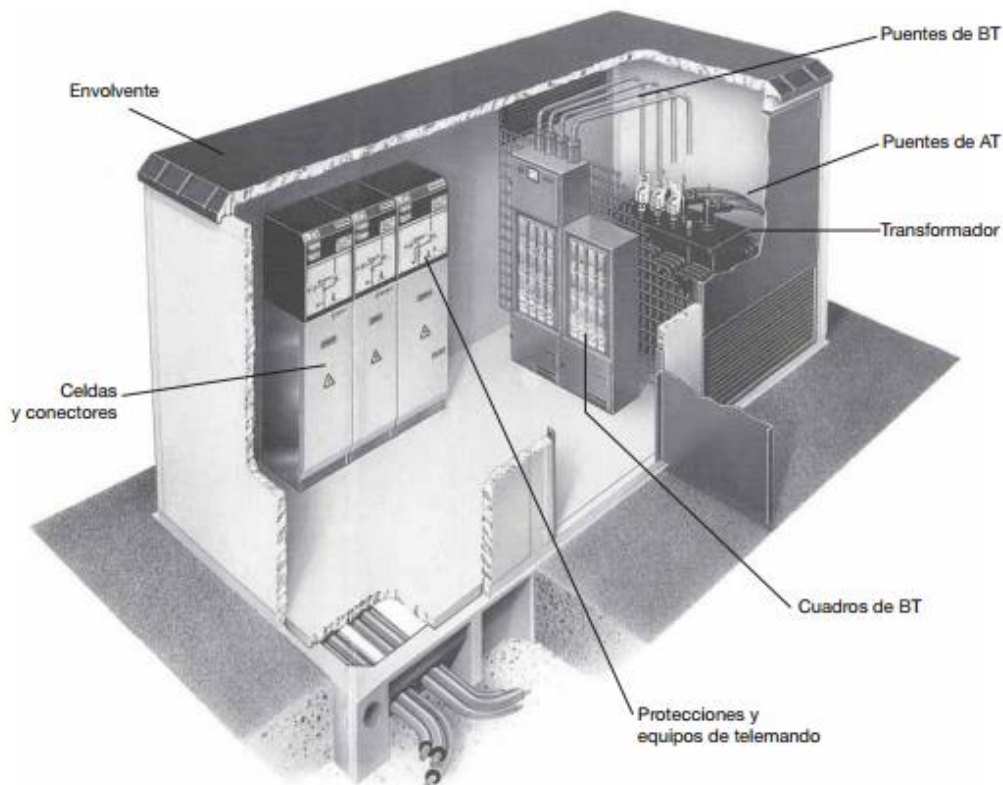
2– Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados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

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

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

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

### 2.7.- Detalle del local y elementos principales



## CAPÍTULO 3:

### RED DE DISTRIBUCIÓN DE BAJA TENSIÓN

#### **3.1.– Legislación y normativa aplicable.**

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobado por Decreto 842/2002 de 02-8-2002, y publicado en el B.O.E del 18-09-2002.
- Normas de la compañía suministradora, Iberdrola.
- Normalización Nacional (Normas UNE).
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación y las Instrucciones Técnicas Complementarias aprobadas por Decreto 12.224/1984, y publicado en el B.O.E 1-8-84.

#### **3.2.– Descripción genérica de las instalaciones, uso y potencia.**

##### Cables

Los conductores de BT normalizados por la compañía suministradora, su intensidad máxima admisible en servicio permanente, según ITC-BT-07, y sus fusibles de protección son:

Sección de fase en mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire protegido del sol
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Se utilizarán cables con aislamiento de dieléctrico seco, tipo XZ1 (S), según NI 56.37.01, de las características siguientes:

- Conductor Aluminio
- Sección conductor de fase 240 mm<sup>2</sup>
- Sección conductor Neutro 150 mm<sup>2</sup>
- Tensión asignada 0,6/1 kV
- Aislamiento Polietileno reticulado (XLPE)
- Cubierta Poliolefina (Z1)
- Categoría de resistencia al incendio UNE-EN 60332-1-2 (S) seguridad

Todas las líneas serán siempre de cuatro conductores, tres para fase y uno para neutro

##### Instalación

La red subterránea de baja tensión estará formada por 2 anillos, los cuales darán servicio a 4 cajas generales de protección y estas a su vez alimentarán las 4 centralizaciones de contadores de los diferentes locales del centro comercial.

El anillo 1 enlazará 2 C.G.P correspondientes al esquema 10 ( 250 A )

El anillo 2 enlazará 2 C.G.P correspondientes al esquema 10 ( 160 A )



Los anillos posteriormente se cederán a Iberdrola.

### Potencias

A continuación se muestran las potencias correspondientes a las instalaciones alimentadas por cada C.G.P:

#### Anillo 1

CGP 1 --- P=146,3 kW

CGP 2 --- P =127,8 kW

#### Anillo 2

CGP 3 --- P =87,5 kW

CGP 4 --- P =86,5 kW

### **3.3.- Plazo de ejecución de las instalaciones.**

El plazo de ejecución de la instalación será de 5 días hábiles.

### **3.4.- Descripción de las instalaciones.**

#### **3.4.1.- Trazado**

##### 3.4.1.1.- Longitud

La longitud total del anillo 1 es de 132m

La longitud total del anillo 2 es de 136m

##### 3.4.1.2.- Inicio y final de línea.

La Red de Baja Tensión tiene su origen en el cuadro de salidas de B.T del Centro de Transformación (Compañía). A partir de aquí, las líneas discurren bajo canalizaciones entubadas hasta las diferentes cajas generales de protección.

##### 3.4.1.3.- Cruzamientos, paralelismos, etc.

La red subterránea se cruzará con otras líneas de baja tensión a lo largo de su trazado. Concretamente con las líneas de alumbrado del aparcamiento exterior, como se puede observar en el apartado correspondiente de planos.

#### 3.4.2.- Puesta a tierra

El neutro se conectará a tierra a lo largo de la red, en todas las cajas generales de protección, , consistiendo dicha puesta a tierra en una pica, unida al borne del neutro mediante un conductor aislado de 50 mm<sup>2</sup> de Cu, como mínimo. El conductor neutro no podrá ser interrumpido en las redes de distribución.

### **3.5.- Descripción de obra civil.**

La zanja que alojará las líneas subterráneas de B.T., se realizará teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

a) La canalización discurrirá por terrenos de dominio público bajo acera, siempre que sea posible.

- b) El radio de curvatura de los cables después de colocados será de 10 veces su diámetro exterior como mínimo.
- c) Los cruces de calzadas deberán ser perpendiculares al eje longitudinal de las mismas.
- d) En zonas de pública concurrencia, los armarios de seccionamiento y cajas generales de protección y medida se ubicarán a pie de vial o en los lindes de las parcelas.
- e) En su salida del centro de transformación los cables discurrirán por terrenos de utilidad pública y el personal de la Empresa Suministradora tendrá en cualquier momento fácil y libre acceso a la canalización.

#### Canalización entubada (asiento de arena)

Con el objeto de unificar criterios en las profundidades de las zanjas entre Reglamentos de baja tensión y Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias además de unificar criterios con relación a construcción de líneas subterráneas se establece un criterio único de profundidad, hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, que no será menor de 0,6 m en acera o tierra, ni de 0,8 m en calzada.

La zanja tendrá una anchura mínima de 0,35 m, para la colocación de dos tubos de 160 mm  $\varnothing$ , aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar.

Los tubos plásticos, estarán dispuestos sobre lecho de arena y debidamente enterrados en zanja. Las características de estos tubos serán las establecidas en la NI 52.95.03.

En cada uno de los tubos se instalará un solo circuito. Se evitará en lo posible los cambios de dirección de los tubulares. En los puntos donde estos se produzcan, se dispondrán preferentemente de calas de tiro y excepcionalmente arquetas ciegas, para facilitar la manipulación.

Los tubos irán colocados en dos planos. En apartado de planos correspondiente, aparecen los valores de las dimensiones de la zanja.

#### Condiciones generales para cruces

Con el objeto de unificar criterios en las profundidades de las zanjas entre Reglamentos de baja tensión y Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias además de unificar criterios con relación a construcción de líneas subterráneas se establece un criterio único de profundidad, hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, no será menor de 0,6 m en acera o tierra, ni de 0,8 m en calzada.

Por este motivo, los cables se alojarán en zanjas de 1,05 m de profundidad mínima y tendrá una anchura que permitan las operaciones de apertura y tendido para la colocación de dos tubos de 160 mm, aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar. Cuando se considere necesario instalar tubo para los cables de control, se instalará un tubo más de red de 160 mm, destinado a este fin. Este tubo se dará continuidad en todo su recorrido.

Los tubos irán colocados en dos planos. En apartado de planos correspondiente, aparecen los valores de las dimensiones de la zanja.

## CAPÍTULO 4:

### INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN – CENTRO COMERCIAL

#### 4.1.– Legislación aplicable.

- Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias: Aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto.
- Código Técnico de la Edificación: Aprobado por Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo,(BOE 28-marzo-2006).
- Normas particulares y de normalización de la Compañía Suministradora de Energía.
- Normas UNE

#### 4.2.– Descripción genérica de las instalaciones y su uso

El edificio tiene una superficie total construida de 4012 m2 repartidos en 3 plantas. Estará destinado a un centro comercial con la siguiente distribución:

Nombre	Ubicación	Superficie útil (m2)
Supermercado	PB	818
Restaurante / Bar	PB	255
Aseo	PB	11,85
Sala de contadores	PB	11,85
Escalera acceso 1	PB	22,89
Escalera acceso 2	PB	22,89
Zona común 1	P1	595,2
Tienda 1	P1	95,64
Tienda 2	P1	94,37
Tienda 3	P1	94,37
Tienda 4	P1	94,37
Tienda 5	P1	81,1
Tienda 6	P1	80
Zona común 2	P2	506,5
Tienda 7	P2	114,63
Tienda 8	P2	107,12
Tienda 9	P2	80
Tienda 10	P2	80
Sala de control	P2	113
Aseo 1	P2	12,3
Aseo 2	P2	12,3

*Dispondrá también de un aparcamiento exterior con una superficie aproximada de 5400m2 con plazas homologadas para personas minusválidas.*

#### **4.3. – Potencia prevista**

Debido al número de abonados diferentes, se repartirán sus consumos en 4 CGP.

Las potencias previstas de cada abonado se citan a continuación:

<b>Abonado</b>	<b>Potencia Prevista</b>
Supermercado	146,3 kW
Restaurante / Bar	69,5 kW
Servicios Generales PB	16,1 kW
Servicios Generales P1	2,2 kW
Servicios Generales P2	40 kW
Local 1	17,9 kW
Local 2	17,9 kW
Local 3	17,9 kW
Local 4	17,9 kW
Local 5	15,9 kW
Local 6	15,9 kW
Local 7	20 kW
Local 8	19 kW
Local 9	15,8 kW
Local 10	15,8 kW

#### **4.3.1. – Potencia máxima admisible**

La potencia máxima admisible de cada CGP (Esquema 10) con fusibles de 250 A es de 155,8 KW.

La potencia máxima admisible de cada CGP (Esquema 10) con fusibles de 160 A es de 99,8 KW

#### **4.4. – Descripción de las instalaciones de enlace.**

##### **4.4.1. – Acometida**

La acometida será subterránea y tendrá su origen en la salida de baja tensión del centro de transformación. Los detalles aparecen en el proyecto anexo “Red de distribución de baja tensión”.

Se utilizarán cables con aislamiento dieléctrico seco y resistentes al incendio, tipo XZ1 (S).

##### **4.4.2. – Caja general de protección**

Su función es alojar los elementos de protección de las líneas generales de alimentación (LGA). La caja se colocará a 40cm del suelo. Será precintable y dentro de ella se instalarán cortacircuitos fusibles en todos los conductores de fase, con poder de corte por lo menos igual a la corriente de cortocircuito posible en el punto de su instalación.

El neutro estará constituido por una conexión amovible situada a la izquierda de las fases, colocada la caja general de protección en posición de servicio, y dispondrá también de un borne de conexión para su puesta a tierra si procede.

Se utilizarán 4 cajas generales de protección, instaladas en armarios ADS en 4 nichos diferentes y con separación de 1 metro entre ellas. Las 4 correspondientes al modelo de Esquema Nº10 de la compañía suministradora (IBERDROLA).

En los nichos se dejarán previstos los orificios necesarios para alojar los conductos para la entrada de las acometidas subterráneas de la red general.

Las cajas generales de protección cumplirán todo lo que sobre el particular se indica en la Norma UNE-EN 60.439 -1, tendrán grado de inflamabilidad según se indica en la norma UNE-EN 60.439 -3, una vez instaladas tendrán un grado de protección IP43 según UNE 20.324 e IK 08 según UNE-EN 50.102

Las disposiciones generales de este tipo de caja quedan recogidas en la ITC-BT-13.

#### **4.4.2.1.- Situación**

Se situarán en la fachada Sur del edificio, se procurará que sea lo más próxima posible a la red general de distribución y que quede alejada de otras instalaciones, tales como agua, gas, teléfono, etc.

#### **4.4.2.2.- Puesta a tierra**

La línea de puesta a tierra de cada CGP estará compuesta por un conductor de cobre aislado (750 V), conectado en un extremo a una pica de 2 m de longitud y 16 mm. de diámetro y terminando por el otro extremo en la borna del neutro de la CGP.

#### **4.4.3.- Derivaciones individuales**

Las derivaciones individuales son las líneas que enlazan el embarrado general de la centralización de contadores, situada en la planta baja del edificio, con cada uno de los cuadros generales de distribución correspondientes a los distintos locales del centro comercial. Su diseño será acorde a las instrucciones de la ( ITC-BT-15 )

##### **4.4.3.1.- Descripción, longitud, sección, diámetro y trazado del tubo**

Estará constituida por conductores aislados en el interior de tubos. Los tubos deben tener un diámetro que permita ampliar la sección de los conductores, inicialmente instalados, en un 100%. Se instalarán tubos de, como mínimo, 32 mm de diámetro (se dispondrá de un tubo de reserva por cada 10 derivaciones individuales desde la centralización de contadores hasta los locales para poder atender posibles ampliaciones).

El trazado del tubo se puede ver en el plano del esquema unifilar en planta.

La longitud, sección y diámetro de los tubos correspondientes a cada derivación individual aparece en el apartado ( 2.4 ) de este documento.

##### **4.4.3.2.- Canalizaciones**

Las derivaciones individuales que discurran verticalmente para dar servicio a los locales de las plantas 1 y 2, se alojarán en el interior de una canaladura o conducto de obra de fábrica con paredes de resistencia al fuego RF 120, preparado única y exclusivamente para este fin, empotrado o adosado al hueco de escalera o zonas de uso común.

*Tabla 1. Dimensiones mínimas de la canaladura o conducto de obra de fábrica.*

DIMENSIONES (m)		
Número de derivaciones	ANCHURA L (m)	
	Profundidad P = 0,15 m una fila	Profundidad P = 0,30 m dos filas
Hasta 12	0,65	0,50
13 - 24	1,25	0,65
25 - 36	1,85	0,95
36 - 48	2,45	1,35

Las derivaciones individuales se alojarán en el interior de tubos instalados en bandejas para las plantas superiores y enterrados en el caso de la planta baja. Acorde con las ( ITC-BT-15 ) , ( ITC-BT-21 ) .

#### 4.4.3.3.- Materiales

##### 4.4.3.3.1.- Conductores

Se utilizarán cables de cobre, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), siendo su nivel de aislamiento 0,6/1KV. Cada derivación individual estará formada por 3 conductores ( fase, neutro y protección ) que seguirán el código de colores indicado en la ( ITC-BT-19 )

Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21.123 parte 4 ó 5; o a la norma UNE 211002 (según la tensión asignada del cable), cumplen con esta prescripción.

La sección mínima para los conductores será de 6 mm<sup>2</sup> y 1,5 mm<sup>2</sup> para el hilo rojo de mando.

Para el cálculo de la sección de los conductores se tendrá en cuenta lo siguiente:

- a. La demanda prevista por cada usuario, que será como mínimo la fijada por la ( ITC-BT-10 ) y cuya intensidad estará controlada por los dispositivos privados de mando y protección. A efectos de las intensidades admisibles por cada sección, se tendrá en cuenta lo que se indica en la ( ITC-BT-19 ) y para el caso de cables aislados en el interior de tubos enterrados, lo dispuesto en la ( ITC-BT-07 )
- b. La caída de tensión máxima admisible será para el caso de contadores totalmente concentrados: 1%.

La sección de los conductores de cada derivación individual aparece en el apartado correspondiente de cálculos.

##### 4.4.3.3.2.- Tubos protectores

Deben ser tubos aislantes flexibles cumpliendo la norma UNE-EN 50.086-2-3: que puedan curvarse con las manos.

El material de los tubos deberá tener características equivalentes a los clasificados como “no propagadores de la llama” de acuerdo con las normas UNE-EN 50085 y UNE-EN 50.086-1.

#### 4.4.4.- Equipos de medida

Acorde con las normas de la empresa suministradora ( IBERDROLA ) se instalarán equipos trifásicos de medida directa e indirecta, en función de las potencias consumidas en cada local.

##### 4.4.4.1.- Características

###### Equipos de Medida Directa en BT (MDBT) centralizados

Equipos de Medida Directa en Baja Tensión (sin transformadores de Intensidad): recomendado para Potencias contratadas  $P_c$  entre  $15 \text{ kW} < P_c \leq 43,6 \text{ kW}$

Los tipos de armarios de medida a instalar en estos suministros se reflejan en la NI 42.71.01 y NI 42.71.05.

Se instalarán 13 equipos de medida directa en total, 1 para los servicios generales de cada planta y otro para cada tienda.

###### Equipos de Medida Indirecta en BT (MIBT) en suministros centralizados

Equipos de Medida Indirecta en Baja Tensión (con transformadores de Intensidad): recomendado para Potencias contratadas  $P_c > 43,6 \text{ kW}$ .

Los armarios de medida a utilizar en este tipo de suministros son los indicados en la NI 42.71.01 indicada anteriormente.

Se instalarán 2 equipos de medida indirecta con transformadores de medida para el supermercado y el restaurante.

###### Transformadores de Intensidad para BT

Las características de los TIs corresponden a las especificaciones de la NI 72.58.01 y UNEEN 60044-1. Estos transformadores se utilizarán exclusivamente para la alimentación de los circuitos de medida.

POTENCIAS ADMISIBLES 400/230 V				
En verde las relaciones normalizadas por Iberdrola (NI 72.58.01)				
T/INT	45%	100 %	120 %	
75	23	52	62	B.
100	31	69	83	
125	39	87	104	
150	47	104	125	
175	55	121	145	
200	62	139	166	T.
250	78	173	208	
300	94	208	249	
400	125	277	333	
500	156	346	416	
AMP				

##### 4.4.4.2.- Situación.

Las cuatro centralizaciones de contadores se encuentran en una habitación destinada a su uso, situada en la planta baja del edificio.

##### 4.4.4.3.- Descripción del recinto.

El recinto tiene una superficie útil de  $11,85\text{m}^2$  y no será accesible al público.

#### 4.4.5.- Centralización de equipos de medida

Habrán 4 centralizaciones de contadores, una correspondiente a cada CGP.

Centralización 1 ---- Supermercado

Centralización 2 ---- Servicios generales PB, P1, P2 y Restaurante

Centralización 3 ---- Tiendas 1,2,3,4 y 5

Centralización 4 ---- Tiendas 6,7,8,9 y 10

Las centralizaciones de contadores estarán concebidas para albergar los aparatos de medida, mando, control (ajeno al ICP) y protección de todas y cada una de las derivaciones individuales que se alimentan desde la propia concentración.

La colocación de la centralización de contadores, se realizará de tal forma que desde la parte inferior de la misma al suelo haya como mínimo una altura de 0,25 m y el cuadrante de lectura del aparato de medida situado más alto, no supere 1,80 m.

Las concentraciones estarán formadas, eléctricamente, por las siguientes unidades funcionales:

##### Unidad funcional de interruptor general de maniobra

Su misión es dejar fuera de servicio, en caso de necesidad, toda la concentración de contadores. Será obligatoria para concentraciones de más de dos usuarios. Esta unidad se instalará en una envolvente de doble aislamiento independiente, que contendrá un interruptor de corte omnipolar, de apertura en carga y que garantice que el neutro no sea cortado antes que los otros polos. Se instalará entre la línea general de alimentación y el embarrado general de la concentración de contadores. Cuando exista más de una línea general de alimentación se colocará un interruptor por cada una de ellas. El interruptor será, como mínimo, de **160 A** para previsiones de carga hasta **90 kW**, y de **250 A** para las superiores a ésta, hasta **150 kW**.

##### Unidad funcional de embarrado general y fusibles de seguridad

Contiene el embarrado general de la concentración y los fusibles de seguridad correspondiente a todos los suministros que estén conectados al mismo. Dispondrá de una protección aislante que evite contactos accidentales con el embarrado general al acceder a los fusibles de seguridad.

##### Unidad funcional de medida

Contiene los contadores, interruptores horarios y/o dispositivos de mando para la medida de la energía eléctrica.

##### Unidad funcional de mando (opcional)

Contiene los dispositivos de mando para el cambio de tarifa de cada suministro.

##### Unidad funcional de embarrado de protección y bornes de salida

Contiene el embarrado de protección donde se conectarán los cables de protección de cada derivación individual así como los bornes de salida de las derivaciones individuales. El embarrado de protección, deberá estar señalizado con el símbolo normalizado de puesta a tierra y conectado a tierra.



#### Unidad funcional de telecomunicaciones (opcional)

Contiene el espacio para el equipo de comunicación y adquisición de datos.

#### **4.5.– Descripción de la instalación interior**

##### **4.5.1.– Clasificación de las instalaciones diseñadas según riesgo de las dependencias de los locales y adecuación a la instrucción correspondiente del R.E.B.T.**

La instalación diseñada deberá ajustarse en todo momento al R.E.B.T. y particularmente a la instrucción (ITC–BT–28), la cual regula las instalaciones interiores en locales de pública concurrencia como es nuestro caso.

Debido a la actividad a desarrollar en el local que se proyecta, se encuentra clasificada la actividad dentro de la Ley 1/1995 de Medio Ambiente de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, dentro del anexo II, punto 36.– Actividades comerciales con consumo mayor a 10KW y superficie mayor de 1000m<sup>2</sup>.

##### **4.5.2.– Características específicas.**

Para instalaciones que se alimenten directamente en alta tensión mediante un transformador de distribución propio, como es nuestro caso, se considerará que la instalación interior de baja tensión tiene su origen en la salida del transformador. En este caso las caídas de tensión máximas admisibles serán del 4,5 % para alumbrado y del 6,5 % para los demás usos.

En las líneas de alumbrado de locales, el número de líneas secundarias y su disposición en relación con el total de lámparas a alimentar, deberá ser tal que el corte de corriente en una cualquiera de ellas no afecte a más de la tercera parte del total de lámparas instaladas en los locales o dependencias que se iluminan alimentadas por dichas líneas.

##### **4.5.3.– Cuadro general de distribución.**

###### **4.5.3.1.– Situación, características y composición.**

Los cuadros serán capaces de albergar en su interior los dispositivos privados de mando y protección que sean necesarios en cada caso para proteger los receptores de cada local.

Se instalarán cuadros principales de distribución en los siguientes lugares:

- Un cuadro en cada tienda de 48 huecos (520x660x100 mm)
- Dos cuadros en el supermercado de 144 huecos cada uno (1320x660x100)
- Un cuadro en el Restaurante de 120 huecos (920x660x100 mm)
- Un cuadro para servicios generales en la planta baja de 72 huecos (755x660x100 mm)
- Un cuadro para servicios generales en la primera planta de 48 huecos (520x660x100 mm)
- Un cuadro para servicios generales en la segunda planta de 72 huecos (755x660x100 mm)
- 

*Las características de los cuadros son las siguientes:*

- Resistencia al impacto: IK07
- Grado de protección: IP40
- Intensidad máxima de cada circuito del conjunto: 250 A
- Tensión máxima de empleo: 1000 V
- Tensión asignada de corta duración admisible: 20KA eff. 1s
- Material: Acero galvanizado de 1,2 mm de espesor
- Pintura de epoxi–poliester
- Conforme a las directivas 2006/95/CE; Y Norma EN 62208

#### **4.5.3.2.– Local o recinto. (Para locales de pública concurrencia).**

El recinto para contener los cuadros generales de distribución serán armarios empotrados en la pared, los cuales contendrán dentro de sí el cuadro general. Se dotará a los mismos de un dispositivo que impida la manipulación a personas ajenas al establecimiento.

#### **4.5.4.– Cuadros secundarios y parciales.**

##### **4.5.4.1.– Situación, características y composición.**

Se instalarán cuadros secundarios en los siguientes lugares:

##### 1.– Un cuadro de empotrar en la sala de control de 48 huecos

*Las características de los cuadros son las siguientes:*

- Resistencia al impacto: IK07
- Grado de protección: IP40
- Intensidad máxima de cada circuito del conjunto: 250 A
- Tensión máxima de empleo: 1000 V
- Tensión asignada de corta duración admisible: 20KA eff. 1s
- Material: Acero galvanizado de 1,2 mm de espesor
- Pintura de epoxi–poliester
- Conforme a las directivas 2006/95/CE; Y Norma EN 62208

##### 2.– Dos cuadros estancos de superficie, un cuadro para el grupo electrógeno del supermercado de 48 huecos y otro cuadro para el grupo electrógeno de la sala de grupos de 48 huecos

*Las características de los cuadros son las siguientes:*

- Resistencia al impacto: IK10
- Grado de protección: IP66
- Intensidad máxima de cada circuito del conjunto: 250 A
- Tensión máxima de empleo: 1000 V
- Tensión asignada de corta duración admisible: 20KA eff. 1s
- Material: PVC
- Conforme a las directivas 2006/95/CE; Y Norma EN 62208

#### **4.5.4.2.– Local o recinto. (Para locales de pública concurrencia).**

Los cuadros estarán en lugares no accesibles al público y se dotará a los mismos de un dispositivo que impida la manipulación a personas ajenas al establecimiento.

#### **4.5.5.– Líneas de distribución y canalización.**

##### **4.5.5.1.– Sistema de instalación elegido.**

Las líneas de distribución que alimentan cada circuito interior de la instalación estarán formadas por conductores unipolares de cobre, con aislamiento de PVC y con una tensión nominal de aislamiento de 450/750V.

Las conexiones entre conductores, se realizarán en el interior de cajas de derivación de policloruro de vinilo como material, aislantes, estancas y protegidas contra la corrosión y con tapas accesibles, dichas conexiones se harán utilizando regletas de conexión.

Los tubos serán rígidos o flexibles, conformes a la norma UNE EN 50.086–1 con las siguientes características:

- Resistencia a la compresión: Fuerte.
- Resistencia al impacto: Fuerte.
- Temperatura mínima de instalación y servicio: –5 °C.
- Temperatura máxima de instalación y servicio: +60 °C.
- Resistencia al curvado: Rígido/curvable.
- Propiedades eléctricas: Continuidad eléctrica/aislante.
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos: Contra objetos 1 mm.
- Resistencia a la penetración del agua: Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°.
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos: Protección interior y exterior media.
- El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC–BT–21, así como las características mínimas según el tipo de instalación.

#### 4.5.5.2.– Descripción: longitud, sección y diámetro del tubo.

Las secciones de los conductores ( ITC–BT–19 ), el diámetro del tubo ( ITC–BT–21 ) y la longitud para cada línea de distribución aparecen en el apartado correspondiente de cálculos.

#### 4.5.5.3.– Número de circuitos, identificación, destino y puntos de utilización de cada uno de ellos.

El número de circuitos y elementos de protección de cada uno de las líneas aparecen en el apartado correspondiente de planos.

#### 4.5.6.– Receptores. Descripción de las condiciones reglamentarias que le afecten.

Las hojas de características de todos y cada uno de los receptores instalados aparecen recogidas en el ANEXO 1 de este proyecto.

### 4.6– Suministros complementarios, en su caso. (Art. 13 y 14 del R.E.B.T.).

Suministros complementarios o de seguridad son los que, a efectos de seguridad y continuidad de suministro, complementan a un suministro normal.

Estos suministros podrán realizarse por el usuario mediante medios de producción propios.

#### 4.6.1.– Justificación del aforo según el documento del CTE, DB–SI, tabla 2.1

Uso previsto	Zona, tipo de actividad	Ocupación (m <sup>2</sup> /persona)
Comercial	En establecimientos comerciales:	
	áreas de ventas en plantas de sótano, baja y entreplanta	2
	áreas de ventas en plantas diferentes de las anteriores	3
	En zonas comunes de centros comerciales:	
	mercados y galerías de alimentación	2
	plantas de sótano, baja y entreplanta o en cualquier otra con acceso desde el espacio exterior	3
	plantas diferentes de las anteriores	5
	En áreas de venta en las que no sea previsible gran afluencia de público, tales como exposición y venta de muebles, vehículos, etc.	5
Pública concurrencia	Zonas de público sentado en bares, cafeterías, restaurantes, etc.	1,5
	Zonas de público en terminales de transporte	10
	Zonas de servicio de bares, restaurantes, cafeterías, etc.	10

Nombre	Superficie (m2)	Ocupación (m2/pers)	Aforo (Personas)
Área Venta Supermercado	658	2	329
Bar	117	1.5	78
Servicio Bar	80	10	8
Área Venta Tienda 1	67	3	22
Área Venta Tienda 2	67	3	22
Área Venta Tienda 3	67	3	22
Área Venta Tienda 4	67	3	22
Área Venta Tienda 5	54	3	18
Área Venta Tienda 6	55	3	18
Zona común P1	595	5	119
Área Venta Tienda 7	92	3	30
Área Venta Tienda 8	83	3	27
Área Venta Tienda 9	56	3	18
Área Venta Tienda 10	57	3	19
Zona común P2	506	5	101
<b>TOTAL</b>			<b>853</b>

#### 4.6.2.- Justificación de la potencia instalada, así como su accionamiento

Dada la naturaleza de nuestra instalación (Comercio – local de pública concurrencia) y la superficie de la misma (más de 2000m<sup>2</sup>), deberá contar con un Suministro de reserva dedicado a mantener un servicio restringido de los elementos de funcionamiento indispensables de la instalación receptora, con una potencia mínima del 25% de la potencia total contratada para el suministro normal.

La puesta en funcionamiento se realizará al producirse la falta de tensión en los circuitos alimentados por los diferentes suministros procedentes de la Empresa o Empresas distribuidoras de energía eléctrica, o cuando aquella tensión descienda por debajo del 70% de su valor nominal.

Las instalaciones previstas para recibir suministros complementarios deberán estar dotadas de los dispositivos necesarios para impedir un acoplamiento entre ambos suministros, salvo lo prescrito en las instrucciones técnicas complementarias. La instalación de esos dispositivos deberá realizarse de acuerdo con la o las empresas suministradoras. De no establecerse ese acuerdo, el órgano competente de la Comunidad Autónoma resolverá lo que proceda en un plazo máximo de 15 días hábiles, contados a partir de la fecha en que le sea formulada la consulta.

#### 4.6.3.- Tipo de suministro.

Abonado	Potencia contratada	Tipo Suministro Complementario	Potencia
Supermercado	148 kW	Grupo electrógeno 1	40 kW
Restaurante/Bar	69 kW	Grupo electrógeno 2	58 kW (*)
Servicios generales	17 kW + 3,3 kW + 28 kW	Grupo electrógeno 2	58 kW (*)
Tiendas	18 – 20 kW	SAI	600 W
Sala de control	-----	SAI	2x2700 W (**)

(\*) El grupo electrógeno 2 dará servicio tanto al restaurante como a los servicios generales de todas las plantas.

(\*\*) La sala de control tendrá, aparte del suministro del grupo electrógeno, 2 SAI que asegurarán el servicio ininterrumpido de todos los elementos de control y a su vez harán frente a perturbaciones y micro cortes que se puedan dar.

*El subcuadro de la sala de control se alimenta del cuadro principal de servicios generales de la planta 2 por lo que su consumo va incluido en el suministro de servicios generales P2*

#### **4.6.4.- Descripción.**

La descripción de los grupos electrógenos y de los SAI, aparecen recogidas en la hoja de características que se adjunta en el ANEXO 1 de este proyecto.

#### **4.6.5.- Potencia**

Las potencias de los diferentes servicios complementarios aparecen en la tabla anterior del apartado ( 4.6.3 )

#### **4.6.6.- Receptores que alimenta.**

##### Grupo electrógeno N°1

Alimentará todos los circuitos del supermercado, en el cuadro general, exceptuando el de climatización y las bases de enchufe auxiliares de los almacenes y del vestuario. La potencia total de estos circuitos será aproximadamente de 31 Kw.

##### Grupo electrógeno N°2

Alimentará todos los circuitos de los servicios generales de las 3 plantas, los del restaurante y los de la sala de control, en sus respectivos cuadros generales, exceptuando los circuitos de climatización y las bases de enchufe auxiliares. La potencia total de estos circuitos será aproximadamente de 43 Kw.

##### Sistema Alimentación Ininterrumpida de las tiendas (SAI)

Alimentarán única y exclusivamente los terminales de venta (TPV) de los diferentes establecimientos.

##### Sistemas Alimentación Ininterrumpida de la sala de control (SAI)

En el cuadro general de la sala de control hay 2 circuitos que alimentan los SAI. Y estos a su vez alimentan todos los receptores de la sala.

A continuación se citan los receptores alimentados por cada SAI:

##### SAI 1

- Central de videowall: 500W
- 6 monitores de videowall: 960W
- Switch de alimentación de cámaras IP de video vigilancia: 750W

*La potencia total de estos receptores será aproximadamente de 2,2 Kw.*

## SAI 2

- Ordenadores: 1200 W
- Monitores: 200W
- Impresora: 400W
- Torre de grabación de cámaras IP: 200W
- Central de alarmas: 200W

*La potencia total de estos receptores será de 2,2 Kw.*

En esta sala habrá doble seguridad, como se ha comentado anteriormente, puesto que los receptores estarán alimentados desde los SAI y desde el grupo electrógeno N°2 que alimentará todos los circuitos del cuadro exceptuando el de climatización y las bases de enchufe auxiliares.

### **4.7.- Alumbrados especiales.**

#### **4.7.1.- Justificación de los equipos instalados, así como su accionamiento.**

##### Descripción tipo de luminarias

El equipo autónomo constará esencialmente de los siguientes elementos:

-Lámpara fluorescente destinada a iluminación, señalización o ambas cosas, dotada del correspondiente difusor y/o pictograma de señalización de salida, según sea el caso. Cuando el aparato sea de incandescencia, contará con dos lámparas.

-Baterías de acumuladores que garantice la alimentación eléctrica del aparato, de forma continua, al menos durante una hora.

-Dispositivo de puesta en servicio que asegure el paso de la posición de alerta a la de funcionamiento, en caso de fallo eléctrico o cuando la tensión de línea baje a menos del 70 % de la nominal.

-Dispositivo que garantice en la posición de alerta, la recarga de la batería de acumuladores después de su funcionamiento. Durante su período, el apartado contará con un piloto de indicación de carga protegido mediante un fusible.

-Dispositivo de puesta en posición de reposo. En esta situación el aparato permanecerá apagado, aún en el caso de que la alimentación eléctrica normal quede interrumpida. El dispositivo podrá ser individual para cada aparato o colectivo para un grupo de ellos.

Este alumbrado entrará automáticamente en servicio al producirse un fallo en el alumbrado general o cuando la baja tensión baje a menos del 70 % de su valor nominal. Funcionará durante al menos una hora proporcionando así el nivel de iluminación adecuado y/o la señalización permanente de las salidas del Edificio.

#### **4.7.2.- Señalización.**

Se deberán señalar acorde a la Norma UNE 23034 ( Anexo 3 ) los siguientes lugares:

-Salidas habituales

–Salidas de emergencia

–Recorrido de Rutas de evacuación hacia espacio exterior del recinto.

La iluminación de las señales de evacuación indicativas de las salidas y de las señales indicativas de los medios manuales de protección contra incendios y de los de primeros auxilios, deben cumplir los siguientes requisitos:

a) La luminancia de cualquier área de color de seguridad de la señal debe ser al menos de 2 cd/m<sup>2</sup> en todas las direcciones de visión importantes;

b) La relación de la luminancia máxima a la mínima dentro del color blanco o de seguridad no debe ser mayor de 10:1, debiéndose evitar variaciones importantes entre puntos adyacentes;

c) La relación entre la luminancia  $L_{blanca}$ , y la luminancia  $L_{color} > 10$ , no será menor que 5:1 ni mayor que 15:1.

d) Las señales de seguridad deben estar iluminadas al menos al 50% de la iluminancia requerida, al cabo de 5 s, y al 100% al cabo de 60 s.

#### **4.7.3.– Emergencia.**

Se considera como alumbrado de emergencia aquel que permite la evacuación segura y fácil del público hacia el exterior en caso de que se produzca un fallo en el alumbrado general (ITC–BT–28, art. 3)

Los niveles medios de iluminación de emergencia que proporcionan los equipos proyectados en los recorridos de evacuación y puntos de seguridad, en función de su número y distribución, se recogen en los diagramas isolux presentados en el correspondiente apartado de Cálculos luminotécnicos de emergencia.

##### Posición de las luminarias

Con el fin de proporcionar una iluminación adecuada las luminarias cumplirán las siguientes condiciones:

1.– Se situarán al menos a 2 m por encima del nivel del suelo;

2.– Se dispondrá una en cada puerta de salida y en posiciones en las que sea necesario destacar un peligro potencial o el emplazamiento de un equipo de seguridad. Como mínimo se dispondrán en los siguientes puntos:

- en las puertas existentes en los recorridos de evacuación;
- en las escaleras, de modo que cada tramo de escaleras reciba iluminación directa;
- en cualquier otro cambio de nivel;
- en los cambios de dirección y en las intersecciones de pasillos;

##### Características de alumbrado e instalación

El alumbrado de emergencia de las vías de evacuación debe alcanzar al menos el 50% del nivel de iluminación requerido al cabo de los 5 s y el 100% a los 60 s.

La instalación cumplirá las condiciones de servicio que se indican a continuación durante una hora, como mínimo, a partir del instante en que tenga lugar el fallo:

1.- En las vías de evacuación cuya anchura no exceda de 2 m, la iluminancia horizontal en el suelo debe ser, como mínimo, 1 lux a lo largo del eje central y 0,5 lux en la banda central que comprende al menos la mitad de la anchura de la vía. Las vías de evacuación con anchura superiora 2 m pueden ser tratadas como varias bandas de 2 m de anchura, como máximo.

2.- En los puntos en los que estén situados los equipos de seguridad, las instalaciones de protección contra incendios de utilización manual y los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia horizontal será de 5 lux, como mínimo.

3.- A lo largo de la línea central de una vía de evacuación, la relación entre la iluminancia máxima y la mínima no debe ser mayor que 40:1.

4.- Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión sobre paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que englobe la reducción del rendimiento luminoso debido a la suciedad de las luminarias y al envejecimiento de las lámparas.

5.-Con el fin de identificar los colores de seguridad de las señales, el valor mínimo del índice de Rendimiento cromático Ra de las lámparas será 40.

6.- Se instalará iluminación de balizamiento en cada uno de los peldaños o rampas con una inclinación superior al 8% del local con la suficiente intensidad para que puedan iluminar la huella. En el caso de pilotos de balizado, se instalará a razón de 1 por cada metro lineal de la anchura o fracción.

7.- Los circuitos estarán protegidos en el cuadro correspondiente con interruptores automáticos magnetotérmicos de 10 A de intensidad nominal como máximo.

8.- La línea de alimentación estará formada por conductores de cobre de aislamiento 0,6/1kV libre de halógenos, instalados bajo tubo de idénticas características que el alumbrado normal y cajas de derivación o de paso cada 15 metros como máximo. La canalización será independiente del resto de las instalaciones.

#### **4.7.4.- Reemplazamiento.**

No procede

#### **4.8.- Línea de puesta a tierra.**

Se establece, con objeto de limitar la tensión que con respecto a tierra puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en el material utilizado.

Comprende toda la ligazón metálica directa sin fusible ni protección alguna, de sección suficiente, entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo ó grupos de electrodos enterrados en el suelo.

Los diferentes elementos que componen la instalación de puesta a tierra se describen en apartados posteriores

#### **4.8.1.- Descripción del sistema de protección contra contactos indirectos**

Se ha elegido para la protección de la instalación frente a contactos indirectos, acorde a la ( ITC-BT-24 ), un esquema del tipo TT.



Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. Si varios dispositivos de protección van montados en serie, esta prescripción se aplica por separado a las masas protegidas por cada dispositivo.

El punto neutro de cada generador o transformador, o si no existe, un conductor de fase de cada generador o transformador, debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:  $R_A \times I_a \leq U$

donde:

- $R_A$ : es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.
- $I_a$ : es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada.
- $U$ : es la tensión de contacto límite convencional (50, 24V u otras, según los casos).

En el esquema TT, se utilizan los dispositivos de protección siguientes:

- Dispositivos de protección de corriente diferencial-residual.
- Dispositivos de protección de máxima corriente, tales como fusibles, interruptores automáticos. Estos dispositivos solamente son aplicables cuando la resistencia  $R_A$  tiene un valor muy bajo.

Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de protección contra las sobrecorrientes, debe ser:

- bien un dispositivo que posea una característica de funcionamiento de tiempo inverso e  $I_a$  debe ser la corriente que asegure el funcionamiento automático en 5 s como máximo;
- o bien un dispositivo que posea una característica de funcionamiento instantánea e  $I_a$  debe ser la corriente que asegura el funcionamiento instantáneo.

La utilización de dispositivos de protección de tensión de defecto no está excluida para aplicaciones especiales cuando no puedan utilizarse los dispositivos de protección antes señalados.

Con miras a la selectividad pueden instalarse dispositivos de corriente diferencial-residual temporizada (por ejemplo del tipo "S") en serie con dispositivos de protección diferencial-residual de tipo general, con un tiempo de funcionamiento como máximo igual a 1 s.

#### **4.8.2.- Tomas de tierra.**

Constará de una conducción enterrada en forma de anillo, constituida por cable de cobre desnudo recocido de 35 mm<sup>2</sup> de sección y cuerda circular con un máximo de 7 alambres, así como de picas verticales enterradas, en cantidad suficiente para la obtención de un valor de resistencia de toma de tierra adecuado; dicha conducción estará en contacto con el terreno a una profundidad suficiente.

Al conductor en anillo, o bien a los electrodos, se conectarán, en su caso, la estructura metálica del edificio o, cuando la cimentación del mismo se haga con zapatas de hormigón armado, un cierto número de hierros de los considerados principales y como mínimo uno por zapata. Estas conexiones se establecerán de manera fiable y segura, mediante soldadura aluminotérmica o autógena.

A la toma de tierra establecida se conectará toda masa metálica importante, existente en la zona de la instalación, y las masas metálicas accesibles de los aparatos receptores, cuando su clase de aislamiento o condiciones de instalación así lo exijan.

A esta misma toma de tierra deberán conectarse las partes metálicas de las instalaciones de agua, de las instalaciones de gas canalizado y de las antenas de radio y televisión.

En nuestra instalación habrá 3 puntos de puesta a tierra situados en los siguientes lugares:

- Cuarto de contadores,
- En los puntos de ubicación de las CGP
- En la base de la estructura metálica del ascensor.

Cada punto de puesta a tierra estará constituido por un dispositivo de conexión (borna en nuestro caso), que permita la unión entre los conductores de la línea de enlace con tierra y las líneas principales de tierra, de forma que pueda, mediante útiles apropiados, separarse de éstas, con el fin de poder realizar la medida de la resistencia de tierra.

La disposición del electrodo de puesta a tierra aparece en el apartado de planos correspondiente.

#### **4.8.3.- Líneas principales de tierra.**

Del punto de puesta a tierra del cuarto de contadores partirán 4 líneas principales de tierra hacia los siguientes lugares:

- Línea 1: Cuadro servicios generales planta baja
- Línea 2: Cuadro del supermercado
- Línea 3: Cuadro del Bar
- Línea 4: Discurre verticalmente para proteger los cuadros de las plantas 1 y 2

La sección mínima de la línea principal de tierra es de 16 mm<sup>2</sup> y en todo momento se debe cumplir la siguiente regla:

<u>Conductor de fase</u>	<u>Línea principal de tierra</u>
$S \leq 16 \text{ mm}^2$	$S_2 = 16 \text{ mm}^2$
$16 \text{ mm}^2 \leq S \leq 35 \text{ mm}^2$	$S_2 = 16 \text{ mm}^2$
$S > 35 \text{ mm}^2$	$S_2 = S_1 / 2 \text{ mm}^2$

#### **4.8.4.- Derivaciones de las líneas principales de tierra.**

Habrán derivaciones en la línea principal de tierra N° 4, como se ha comentado anteriormente, para proteger los cuadros principales de los locales de las plantas 1 y 2.

Queda terminantemente prohibido intercalar en los circuitos de tierra, seccionadores, fusibles o interruptores.

#### 4.8.5.- Conductores de protección.

Los conductores de protección constituyen la parte de la instalación que une las líneas secundarias de tierra con las masas de la instalación y los elementos metálicos que puedan existir.

Los conductores de protección se establecerán en las mismas canalizaciones que las de los circuitos interiores y estarán constituidos por conductores de cobre aislados del tipo H07V-K.

La sección de los conductores de protección depende del conductor de fase, según la (ITC-BT-18):

<u>Sección de fase mm<sup>2</sup>.</u>	<u>Sección conductor protec. mm<sup>2</sup></u>
S < 16.....	S
16 < S < 35.....	16
S > 35.....	S/2

#### 4.8.6.- Red de equipotencialidad.

Finalmente, se unirán entre sí todas las masas de la instalación a proteger con el conductor de protección, evitando así que puedan aparecer en un momento dado diferencias de potencial peligrosas entre ambos, estableciendo así una red de equipotencialidad.

Las masas a conectar serán:

- Todas las canalizaciones metálicas de conducción de agua
- Aparatos sanitarios metálicos
- Otros elementos conductores accesibles

El conductor que asegure esta conexión debe de estar perfectamente soldado a las canalizaciones, o fijado solidariamente a las mismas por abrazaderas u otro tipo de sujeción apropiado a base de materiales no férreos.

La sección de los materiales usados para la conexión equipotencial será la misma que el conductor de protección y siempre mayor o igual a 2,5 mm<sup>2</sup>.

#### 4.8.7.- Protección contra sobrintensidades de origen atmosférico.

No procede

#### 4.8.8.- Dispositivos de protección contra contactos indirectos.

Se utilizarán interruptores diferenciales. Estos interruptores provocan la apertura automática de la instalación cuando la suma vectorial de las intensidades que atraviesan los polos del aparato, alcanza un valor predeterminado.

El valor mínimo de la corriente de defecto, a partir de la cual, el interruptor diferencial debe abrir automáticamente, en un tiempo conveniente, la instalación a proteger, determina la sensibilidad de funcionamiento del aparato.

La elección de la sensibilidad del interruptor diferencial que debe utilizarse en cada caso, viene determinada por la condición de que el valor de la resistencia a tierra de las masas, medida en cada punto de conexión de las mismas, deba cumplir la relación:

En locales o emplazamientos secos:  $R \leq 50 / I_s$

En locales o emplazamientos húmedos o mojados:  $R \leq 24 / I_s$  siendo  $I_s$ , el valor de la sensibilidad en amperios del interruptor a utilizar.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra.

La sensibilidad y el calibre de cada interruptor diferencial de la instalación aparece en el apartado correspondiente de cálculos de la presente memoria.

## CONCLUSIÓN

Estos documentos y sus anexos recogen las características funcionales de los materiales, dispositivos de protección y la manera de ejecución que se debe seguir para llevar acabo la Electrificación de un Centro Comercial con acometida mediante línea subterránea de alta tensión y centro de transformación.

Con este proyecto he aprendido a manejar y bucear en normativas, reglamentos, proyectos tipo y documentación técnica. También he aprendido a trabajar con programas como dmelect, dialux, revit, autocad.

Considero esta última etapa vital en el aprendizaje, se podría decir que me siento un poco más... “ingeniero eléctrico”.