

# TRABAJO DE FIN DE GRADO

SUMINISTRO ELÉCTRICO EN BT, PARA UN EDIFICIO  
DESTINADO PRINCIPALMENTE A VIVIENDAS, CON  
LOCALES COMERCIALES Y APARCAMIENTOS  
COMUNITARIOS.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

**ALUMNO:** Sergio Sánchez Martí

**TUTOR:** Francisco Rodríguez Benito

**TITULACIÓN:** Grado en Ingeniería Eléctrica

## ÍNDICE

1	MEMORIA .....	1
1.2	OBJETO DEL PROYECTO .....	1
1.3	PROMOTOR DE LA INTALACIÓN .....	1
1.4	EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN .....	1
1.5	REGLAMENTACION Y NORMAS TECNICAS CONSIDERADAS .....	1
1.6	DESCRIPCION DEL EDIFICIO .....	2
1.6.1	Viviendas.....	2
1.6.2	Locales comerciales .....	3
1.6.3	Servicios generales .....	3
1.7	POTENCIA VIVIENDAS .....	3
1.8	DESCRIPCION DE LA INSTALACIÓN .....	3
1.8.1	CENTRO DE TRANSFORMACION .....	3
1.8.2	CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN.....	4
1.8.3	LINEAS GENERALES DE ALIMENTACION .....	5
1.8.4	CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES .....	6
1.8.5	DERIVACIONES INDIVIDUALES.....	8
1.8.6	INSTALACION INTERIOR EN VIVIENDAS.....	9
1.8.7	INSTALACION DE USOS COMUNES .....	20
1.8.8	INSTALACION DE PUESTA A TIERRA.....	22
1.8.9	RED DE EQUIPOTENCIALIDAD.....	23
2	CALCULOS JUSTIFICATIVOS.....	24
2.1	POTENCIA TOTAL DEL EDIFICIO .....	24
2.2	SECCIÓN DE LA LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN .....	25
2.3.2	SECCIONES DE LAS DERIVACIONES INDIVIDUALES .....	27
2.4	SECCIÓN DE LOS CIRCUITOS INTERIORES .....	28
2.5	TIERRA.....	52
2.6	SENSIBILIDAD DE LOS INTERRUPTORES DIFERENCIALES .....	53
3	PLIEGO DE CONDICIONES .....	54
3.1	CALIDAD DE LOS MATERIALES .....	54
3.1.1	CONDUCTORES ELECTRICOS.....	54
3.1.2	TUBOS PROTECTORES.....	57
3.1.3	CAJAS DE EMPALME Y DERIVACION .....	68
3.1.4	APARATOS DE MANDO Y MANIOBRA.....	69
3.1.5	APARATOS DE PROTECCION .....	69

3.2	NORMAS DE EJECUCION DE LAS INSTALACIONES .....	74
3.3	PRUEBAS REGLAMENTARIAS.....	80
3.4	CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.....	81
3.5	CERTIFICADOS Y DOCUMENTACION.....	81
3.6	LIBRO DE ÓRDENES.....	81
4	Presupuesto.....	82
5	PLANOS.....	101
5.1	Plano ubicación.....	101
5.2	Esquema eléctrico unifilar general del edificio. ....	101
5.3	Planta baja .....	101
5.4	Distribución eléctrica en planta primera.....	101
5.5	Distribución eléctrica en planta segunda.....	101
5.6	Distribución eléctrica en planta tercera y cuarta.....	101
5.7	Distribución eléctrica en planta quinta.....	101
5.8	Distribución eléctrica en planta sexta.....	101

Memoria garaje a continuación de los planos del edificio

## **1 MEMORIA**

### **1.2 OBJETO DEL PROYECTO**

Este documento tiene como finalidad especificar características técnicas de suministro eléctrico en BT, para un edificio destinado principalmente a viviendas, con locales comerciales y aparcamiento comunitario.

De esta forma, es objeto del presente proyecto la justificación por medio del cálculo, de todos los elementos que componen la instalación.

### **1.3 PROMOTOR DE LA INTALACIÓN**

Esta instalación se ha realizado para el trabajo de fin de grado del grado de Ingeniería eléctrica de la Universidad Politécnica de Valencia.

### **1.4 EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN**

La instalación se ubicara en el Carrer Joanot Martorell Nº 15 en la localidad de Alzira (Valencia). Se adjunta en el apartado de planos el correspondiente plano de emplazamiento y situación.

### **1.5 REGLAMENTACION Y NORMAS TECNICAS CONSIDERADAS**

Así mismo, es objeto del presente proyecto la justificación por medio del cálculo, de todos los elementos que componen la instalación teniendo en cuenta lo dispuesto en los siguientes reglamentos:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Normas particulares dela empresa suministradora de energía eléctrica Hidroeléctrica Española, S.A., aprobadas por la Dirección General de la Energía, en 30 de Octubre de 1.974.
- Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios publicado en Real Decreto 1942/1993 de 5 de Noviembre de 1.993.
- NBE CPI-96 de Protección contra Incendios en los Edificios.
- NBE CA-88 de Condiciones Acústicas en los Edificios.
- NBE CT-79 de Condiciones Térmicas en los Edificios.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- Norma técnica para instalaciones de enlace en edificios destinado preferentemente a viviendas aprobada en la Orden de 25 de Julio de 1.989.
- Resolución de 20 de Junio de 2.003 de la Conselleria de Industria y Comercio sobre contenidos mínimos en proyectos.

## 1.6 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

El edificio en cuestión es una promoción, que se realiza de forma que se realizan 18 viviendas, un garaje privado, un local comercial y los elementos comunes. Presenta una estructura de 8 pisos, siendo:

- Sotano1:
  - Garaje.
- Planta Baja:
  - Zaguán del edificio.
  - Local comercial.
  - Cuartos de instalaciones
- Planta Primera:
  - Viviendas: 1A,1B.
- Planta Segunda:
  - Viviendas: 2A,2B,2C,2D,2E.
- Planta Tercera:
  - Viviendas: 3A, 3B,3C,3D.
- Planta Cuarta:
  - Viviendas: 4A, 4B,4C,4D,
- Planta Quinta:
  - Viviendas: 5A, 5B,5C.
- Planta Cubierta:
  - Cuartos de Instalaciones.
  - Máquinas de Aire Acondicionado.

### 1.6.1 Viviendas

Las viviendas que poseerá el edificio serán.

Vivienda	Superficie	Electrificación
1-1 A	≈ 90 m <sup>2</sup>	ELEVADA
2-1 B	≈ 120 m <sup>2</sup>	ELEVADA
3-2 A	≈ 90 m <sup>2</sup>	ELEVADA
4-2 B	≈ 120 m <sup>2</sup>	ELEVADA
5-2 C	≈ 100 m <sup>2</sup>	ELEVADA
6-2 D	≈ 150 m <sup>2</sup>	ELEVADA
7-2 E	≈ 150 m <sup>2</sup>	ELEVADA
8-3 A	≈ 90 m <sup>2</sup>	ELEVADA
9-3 B	≈ 120 m <sup>2</sup>	ELEVADA
10-3 C	≈ 90 m <sup>2</sup>	ELEVADA
11-3 D	≈ 120 m <sup>2</sup>	ELEVADA
12-4 A	≈ 90 m <sup>2</sup>	ELEVADA
13-4 B	≈ 120 m <sup>2</sup>	ELEVADA
14-4 C	≈ 90 m <sup>2</sup>	ELEVADA
15-4 D	≈ 120 m <sup>2</sup>	ELEVADA
16-5 A	≈ 90 m <sup>2</sup>	ELEVADA
17-5 B	≈ 65 m <sup>2</sup>	ELEVADA
18-5 C	≈ 65 m <sup>2</sup>	ELEVADA

El número total de viviendas será de: 18.

### 1.6.2 Locales comerciales

Se dispondrá de un local comercial con una superficie total de 390 m<sup>2</sup>

### 1.6.3 Servicios generales

Para servicios generales está previsto:

- Telecomunicaciones: 1 kW.
- Alumbrado escalera: 1332 W
- Alumbrado de emergencia: 161 W.
- Bomba de agua: 1 CV.
- Ascensor: 7,5 kW.
- Otros Usos: 600 W.
- Video portero: 330 W.

## 1.7 POTENCIA VIVIENDAS

Existen un total de 18 viviendas con electrificación elevada, cada una dispondrá de una potencia de 9200 W según REBT.

## 1.8 DESCRIPCION DE LA INSTALACIÓN

### 1.8.1 CENTRO DE TRANSFORMACION

En este caso no será necesaria la realización de un centro de transformación.

#### 1.8.1.1 ACOMETIDA

Es parte de la instalación de la red de distribución, que alimenta la caja o cajas generales de protección o unidad funcional equivalente (CGP). Los conductores serán de cobre o aluminio. Esta línea está regulada por la ITC-BT-11.

Atendiendo a su trazado, al sistema de instalación y a las características de la red, la acometida podrá ser:

- Aérea, posada sobre fachada. Los cables serán aislados, de tensión asignada 0,6/1 kV, y su instalación se hará preferentemente bajo conductos cerrados o canales protectoras. Para los cruces de vías públicas y espacios sin edificar, los cables podrán instalarse amarrados directamente en ambos extremos. La altura mínima sobre calles y carreteras en ningún caso será inferior a 6 m.
- Aérea, tensada sobre postes. Los cables serán aislados, de tensión asignada 0,6/1 kV, y podrán instalarse suspendidos de un cable fiador o mediante la utilización de un conductor neutro fiador. Cuando los cables crucen sobre vías públicas o zonas de posible circulación rodada, la altura mínima sobre calles y carreteras no será en ningún caso inferior a 6 m.

- Subterránea. Los cables serán aislados, de tensión asignada 0,6/1 kV, y podrán instalarse directamente enterrados, enterrados bajo tubo o en galerías, atarjeas o canales revisables.
- Aero-subterránea. Cumplirá las condiciones indicadas en los apartados anteriores. En el paso de acometida subterránea a aérea o viceversa, el cable irá protegido desde la profundidad establecida hasta una altura mínima de 2,5 m por encima del nivel del suelo, mediante conducto rígido de las siguientes características:
  - Resistencia al impacto: Fuerte (6 Julios).
  - Temperatura mínima de instalación y servicio: - 5 °C.
  - Temperatura máxima de instalación y servicio: + 60 °C.
  - Propiedades eléctricas: Continuidad eléctrica/aislante.
  - Resistencia a la penetración de objetos sólidos:  $D > 1$  mm.
  - Resistencia a la corrosión (conductos metálicos): Protección interior media, exterior alta.
  - Resistencia a la propagación de la llama: No propagador.

Por último, cabe señalar que esta será la parte de la instalación constituida por la Empresa Suministradora, por lo tanto su diseño debe basarse en las normas particulares de ella.

### 1.8.2 CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN

Para protección de la línea repartidora del edificio contra sobreintensidades se dispondrá de una Caja General de Protección homologada por la Compañía Suministradora y que cumpla las especificaciones de RU 1403 C.

Nº de cajas: 1

Tipo de CGP: Esquema 11.

Intensidad nominal de la CGP: 250 – 400 A

El emplazamiento de la CGP, ha sido colocado de acuerdo con la Compañía Suministradora en un nicho que se realizará en la fachada (junto al zaguán), con las condiciones de ubicación que marca la NT-IEEV en su punto 8.1.3.

Las cajas serán de uno de los tipos establecidos por la Empresa distribuidora en sus Normas particulares. Serán precintables y responderán al grado de protección que corresponda según el lugar de su instalación. La intensidad nominal de la Caja General de Protección será de un calibre superior a la máxima intensidad prevista, y se instalarán en su interior cortocircuitos fusibles en todos los conductores de fase o polares, con poder de corte, por lo menos igual a la corriente de cortocircuito posible en el punto de su instalación; la intensidad máxima de los cortocircuitos fusibles será determinada en el apartado de cálculos eléctricos.

Dispondrán también de un borne de conexión para el conductor neutro, y otro borne para la puesta a tierra de la Caja en caso de ser metálica.

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 y serán precintables.

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

### 1.8.3 LINEAS GENERALES DE ALIMENTACION

Descripción:

Es la línea que enlaza la Caja General de Protección con la Centralización de Contadores que alimenta. Está regulada por la ITC-BT-14.

De una misma línea general de alimentación pueden hacerse derivaciones para distintas centralizaciones de contadores.

Las líneas generales de alimentación estarán constituidas por:

- Conductores aislados en el interior de tubos empotrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos enterrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos en montaje superficial.
- Conductores aislados en el interior de canales protectoras cuya tapa sólo se pueda abrir con la ayuda de un útil.
- Canalizaciones eléctricas prefabricadas que deberán cumplir la norma UNE-EN 60.439 -2.
- Conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica, proyectados y contruidos al efecto.

Las canalizaciones incluirán en cualquier caso, el conductor de protección.

El trazado de la línea general de alimentación será lo más corto y rectilíneo posible, discurriendo por zonas de uso común. Cuando la línea general de alimentación discurra verticalmente lo hará por el interior de una canaladura o conducto de obra de fábrica empotrado o adosado al hueco de la escalera por lugares de uso común.

Los conductores a utilizar, tres de fase y uno de neutro, serán de cobre o aluminio, unipolares y aislados, siendo su tensión asignada 0,6/1 kV. La sección de los cables deberá ser uniforme en todo su recorrido y sin empalmes, exceptuándose las derivaciones realizadas en el interior de cajas para alimentación de centralizaciones de contadores. La sección mínima será de 10 mm<sup>2</sup> en cobre o 16 mm<sup>2</sup> en aluminio.

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 cumplen con esta prescripción.

Para el cálculo de la sección de los cables se tendrá en cuenta, tanto la máxima caída de tensión permitida, como la intensidad máxima admisible. La caída de tensión máxima permitida será:

- Para líneas generales de alimentación destinadas a contadores totalmente centralizados: 0,5 %.
- Para líneas generales de alimentación destinadas a centralizaciones parciales de contadores: 1 %.

En consecuencia, y debido a la carga total de la finca, se han previsto dos líneas generales de alimentación para el Edificio

Conductores:

Los conductores de las presentes líneas generales de alimentación según los cálculos realizados en el punto 2.2 serán:

- Conductores de fase de 95 mm<sup>2</sup>.
- 1 Conductor de neutro de 95 mm<sup>2</sup>.
- 1 Conductor de tierra de 50 mm<sup>2</sup>.

Este conductor de protección irá hasta su borne dispuesto en el nicho u hornacina para tal fin.

Canalización:

Los cables se alojarán en un tubo de diámetro 150 mm. y dejando otro vacío para reserva. Estos tubos estarán colocados de forma embutida en línea recta desde la hornacina hasta la centralización de contadores.

#### **1.8.4 CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES**

Para la colocación de los equipos de medida en forma centralizada se ha previsto dos centralizaciones de contadores, las cuales con carácter general están formadas por varios módulos destinados a albergar el embarrado general, los fusibles de seguridad, los aparatos de medida, el embarrado general de protección, bornes de salida y puesta a tierra.

Antes se colocará un interruptor omnipolar de corte en carga por accionamiento manual con bloqueo en posición abierto, dentro de una envolvente modular, en la llegada de la correspondiente línea repartidora a la centralización y corresponderá a uno de los tipos establecidos por la Compañía suministradora de Energía según los Cálculos realizados.

Sobre un módulo que aloja este interruptor se ubicará el módulo correspondiente a los servicios generales, que se alimentará mediante una derivación realizada desde los bornes de entrada del citado interruptor de forma de éste, no deje sin suministro eléctrico los servicios generales.

Todos estos elementos se dispondrán en un armario destinado a tal fin que lo situaremos en el portal del edificio junto al nicho u hornacina. La anchura mínima libre de pared del citado armario será de 1,5 m. y estará protegida frontalmente por unas puertas de material incombustible y resistencia adecuada separada del frontal de los módulos entre 5 y 15 cm.

La disposición de las centralización dentro del cuarto y la previsión de huecos de la centralización se ajustará a lo marcado en la NT - IEEV apartado 8.

La colocación de la concentración 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.

Estará situado en la planta baja, entresuelo o primer sótano del edificio, salvo cuando existan concentraciones por plantas, empotrado o adosado sobre un paramento de la zona común de la entrada lo más próximo a ella y a la canalización de las derivaciones individuales.

- No tendrá bastidores intermedios que dificulten la instalación o lectura de los contadores y demás dispositivos.
- Desde la parte más saliente del armario hasta la pared opuesta deberá respetarse un pasillo de 1,5 m como mínimo.
- Los armarios tendrán una característica parallasas mínima, PF 30.
- Las puertas de cierre, dispondrán de la cerradura que tenga normalizada la empresa suministradora.
- Dispondrá de ventilación y de iluminación suficiente y en sus inmediaciones, se instalará un extintor móvil, de eficacia mínima 21B, cuya instalación y mantenimiento será a cargo de la propiedad del edificio. Igualmente, se colocará una base de enchufe (toma de corriente) con toma de tierra de 16 A para servicios de mantenimiento.

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.

### 1.8.5 DERIVACIONES INDIVIDUALES

Enlazan el correspondiente contador con la instalación interior del abonado y corresponderán a canalizaciones constituidas por conductores unipolares de cobre en el interior de tubos aislantes de PVC empotrados en las paredes.

Las derivaciones individuales a realizar son:

Vivienda	Planta	Longitud (m)	Sección(mm2)	Diámetro Tubo (mm2)
1-1A	1	32	2X25+TT	50
2	1	32	2X25+TT	50
3	2	35	2X25+TT	50
4	2	35	2X25+TT	50
5	2	30	2X25+TT	50
6	2	37	2X35+TT	63
7	2	40	2X35+TT	63
8	3	38	2X35+TT	63
9	3	38	2X35+TT	63
10	3	33	2X25+TT	50
11	3	39	2X35+TT	63
12	4	41	2X35+TT	63
13	4	41	2X35+TT	63
14	4	36	2X25+TT	50
15	4	42	2X35+TT	63
16	5	43	2X35+TT	63
17	5	39	2X35+TT	63
18	5	44	2X35+TT	63

Es la parte de la instalación que, partiendo de la línea general de alimentación, suministra energía eléctrica a una instalación de usuario. Se inicia en el embarrado general y comprende los fusibles de seguridad, el conjunto de medida y los dispositivos generales de mando y protección. Está regulada por la ITC-BT-15.

Las derivaciones individuales estarán constituidas por:

- Conductores aislados en el interior de tubos empotrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos enterrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos en montaje superficial.
- Conductores aislados en el interior de canales protectoras cuya tapa sólo se pueda abrir con la ayuda de un útil.
- Canalizaciones eléctricas prefabricadas que deberán cumplir la norma UNE-EN 60.439 -2.
- Conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica, proyectados y contruidos al efecto.

Las canalizaciones incluirán, en cualquier caso, el conductor de protección. Cada derivación individual será totalmente independiente de las derivaciones correspondientes a otros usuarios. Se dispondrá de un tubo de reserva por cada diez derivaciones individuales o fracción, desde las concentraciones de contadores hasta las viviendas o locales, para poder atender fácilmente posibles ampliaciones.

Las derivaciones individuales deberán discurrir por lugares de uso común, o en caso contrario quedar determinadas sus servidumbres correspondientes. Cuando las derivaciones individuales discurran verticalmente 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, que podrá ir empotrado o adosado al hueco de escalera o zonas de uso común, salvo cuando sean recintos protegidos conforme a lo establecido en la NBE-CPI-96, careciendo de curvas, cambios de dirección, cerrado convenientemente y precintables. En estos casos y para evitar la caída de objetos y la propagación de las llamas, se dispondrá como mínimo cada tres plantas, de elementos cortafuegos y tapas de registro precintables de las dimensiones de la canaladura, a fin de facilitar los trabajos de inspección y de instalación y sus características vendrán definidas por la NBE-CPI-96. Las tapas de registro tendrán una resistencia al fuego mínima, RF 30.

Los conductores a utilizar serán de cobre o aluminio, aislados y normalmente unipolares, siendo su tensión asignada 450/750 V. Para el caso de cables multiconductores o para el caso de derivaciones individuales en el interior de tubos enterrados, el aislamiento de los conductores será de tensión asignada 0,6/1 kV. La sección mínima será de 6 mm<sup>2</sup> para los cables polares, neutro y protección y de 1,5 mm<sup>2</sup> para el hilo de mando (para aplicación de las diferentes tarifas), que será de color rojo.

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 cumplen con esta prescripción.

La caída de tensión máxima admisible será:

- Para el caso de contadores concentrados en más de un lugar: 0,5%.
- Para el caso de contadores totalmente concentrados: 1%

#### **1.8.6 INSTALACION INTERIOR EN VIVIENDAS**

##### Dispositivos generales de mando y protección:

Los dispositivos generales de mando y protección, se situarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual en el local o vivienda del usuario (junto a la puerta de entrada). En viviendas y en locales comerciales e industriales en los que proceda, se colocará una caja para el interruptor de control de potencia, inmediatamente antes de los demás dispositivos, en compartimento independiente y precintable. Dicha caja se podrá colocar en el mismo cuadro donde se coloquen los dispositivos generales de mando y protección.

Los dispositivos individuales de mando y protección de cada uno de los circuitos, que son el origen de la instalación interior, podrán instalarse en cuadros separados y en otros lugares.

La altura a la cual se situarán los dispositivos generales e individuales de mando y protección de los circuitos, medida desde el nivel del suelo, estará comprendida entre 1,4 y 2 m, para viviendas. En locales comerciales, la altura mínima será de 1 m desde el nivel del suelo.

Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE 20.451 y UNE-EN 60.439 -3, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20.324 e IK07 según UNE-EN 50.102. La envolvente para el interruptor de control de potencia será precintable y sus dimensiones estarán de acuerdo con el tipo de suministro y tarifa a aplicar. Sus características y tipo corresponderán a un modelo oficialmente aprobado.

El instalador fijará de forma permanente sobre el cuadro de distribución una placa, impresa con caracteres indelebles, en la que conste su nombre o marca comercial, fecha en que se realizó la instalación, así como la intensidad asignada del interruptor general automático.

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección serán, como mínimo:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar, de intensidad nominal mínima 25 A, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos (según ITC-BT-22). Tendrá poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación, de 4,5 kA como mínimo. Este interruptor será independiente del interruptor de control de potencia.
- Un interruptor diferencial general, de intensidad asignada superior o igual a la del interruptor general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos (según ITC-BT-24). Se cumplirá la siguiente condición:  $R_a \times I_a < U$
- "Ra" es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.
- "Ia" es la corriente que asegura el funcionamiento del dispositivo de protección (corriente diferencial-residual asignada). Su valor será de 30 mA.
- "U" es la tensión de contacto límite convencional (50 V en locales secos y 24 V en locales húmedos).
- Si por el tipo o carácter de la instalación se instalase un interruptor diferencial por cada circuito o grupo de circuitos, se podría prescindir del interruptor diferencial general, siempre que queden protegidos todos los circuitos. En el caso de que se instale más de un interruptor diferencial en serie, existirá una selectividad entre ellos.
- 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.
- Dispositivos de corte omnipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores de la vivienda o local (según ITC-BT-22).
- Dispositivo de protección contra sobretensiones, según ITC-BT-23, si fuese necesario. Cuando la instalación se alimente por, o incluya, una línea aérea con conductores desnudos o aislados, será necesaria una protección contra sobretensiones de origen atmosférico en el origen de la

instalación (situación controlada).

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico deben seleccionarse de forma que su nivel de protección sea inferior a la tensión soportada a impulso de la categoría de los equipos y materiales que se prevé que se vayan a instalar.

Los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro, y la tierra de la instalación.

Los equipos y materiales deben escogerse de manera que su tensión soportada a impulsos no sea inferior a la tensión soportada prescrita en la tabla siguiente, según su categoría.

Tensión nominal de la instalación (V) Tensión soportada a impulsos 1,2/50 (kV)

Sistemas III	/	Sistemas II	Cat. IV	/	Cat. III	/	Cat. II	/	Cat. I
230/400		230	6		4		2,5		1,5

Categoría I: Equipos muy sensibles a sobretensiones destinados a conectarse a una instalación fija (equipos electrónicos, etc).

Categoría II: Equipos destinados a conectarse a una instalación fija (electrodomésticos y equipos similares).

Categoría III: Equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica fija (armarios, embarrados, protecciones, canalizaciones, etc).

Categoría IV: Equipos y materiales que se conectan en el origen o muy próximos al origen de la instalación, aguas arriba del cuadro de distribución (contadores, aparatos de telemedida, etc).

Los equipos y materiales que tengan una tensión soportada a impulsos inferior a la indicada en la tabla anterior, se pueden utilizar, no obstante:

- En situación natural (bajo riesgo de sobretensiones, debido a que la instalación está alimentada por una red subterránea en su totalidad), cuando el riesgo sea aceptable.
- En situación controlada, si la protección a sobretensiones es adecuada.

Conductores.

Los conductores y cables que se empleen en las instalaciones serán de cobre y serán siempre aislados. Se instalarán preferentemente bajo tubos protectores, siendo la tensión asignada no inferior a 450/750 V. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea menor del 3 % de la tensión nominal para cualquier circuito interior de viviendas, y para otras instalaciones o receptoras, del 3 % para alumbrado y del 5 % para los demás usos.

El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de las derivaciones individuales, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas, según el tipo de esquema utilizado.

En instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, salvo justificación por cálculo, la sección del conductor neutro será como mínimo igual a la de las fases. No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.

Las intensidades máximas admisibles, se registrarán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE 20.460-5-523 y su anexo Nacional.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

<u>Sección conductores fase (mm<sup>2</sup>)</u>	<u>Sección conductores protección (mm<sup>2</sup>)</u>
Sf < 16	Sf
16 < S f < 35	16
Sf > 35	Sf/2

#### Subdivisión de las instalaciones.

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación, por ejemplo a un sector del edificio, a un piso, a un solo local, etc., para lo cual los dispositivos de protección de cada circuito estarán adecuadamente coordinados y serán selectivos con los dispositivos generales de protección que les precedan.

Toda instalación se dividirá en varios circuitos, según las necesidades, a fin de:

- Evitar las interrupciones innecesarias de todo el circuito y limitar las consecuencias de un fallo.
- Facilitar las verificaciones, ensayos y mantenimientos.
- evitar los riesgos que podrían resultar del fallo de un solo circuito que pudiera dividirse, como por ejemplo si solo hay un circuito de alumbrado.

#### Equilibrado de cargas.

Para que se mantenga el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que forman parte de una instalación, se procurará que aquella quede repartida entre sus fases o conductores polares.

#### Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica.

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento > 0,5 MΩ, mediante tensión de ensayo en corriente continua de 500 V (para tensiones nominales < 500 V, excepto MBTS y MBTP).

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de 2U + 1000 V a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V.

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

### Conexiones.

En ningún caso se permitirá la unión de conductores mediante conexiones y/o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse asimismo, la utilización de bridas de conexión. Siempre deberán realizarse en el interior de cajas de empalme y/o de derivación.

Si se trata de conductores de varios alambres cableados, las conexiones se realizarán de forma que la corriente se reparta por todos los alambres componentes.

### Sistemas de instalación.

Varios circuitos pueden encontrarse en el mismo tubo o en el mismo compartimento de canal si todos los conductores están aislados para la tensión asignada más elevada.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

Las cubiertas, tapas o envolventes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc, instalados en cocinas, cuartos de baño, secaderos y, en general, en los locales húmedos o mojados, serán de material aislante.

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.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las

prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.
- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.
- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como "canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas". En su interior se podrán colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corriente, dispositivos de mando y control, etc, siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante. También se podrán realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama. Dichas características serán conformes a las normas de la serie UNE-EN 50.085.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al local donde se efectúa la instalación.

Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada.

La tapa de las canales quedará siempre accesible.

#### Número de circuitos y reparto de puntos de utilización.

Los tipos de circuitos independientes serán los que se indican a continuación y estarán protegidos cada uno de ellos por un interruptor automático de corte omnipolar con accionamiento manual y dispositivos de protección contra sobrecargas y c.c. Todos los circuitos incluirán el conductor de protección o tierra.

## Electrificación Básica.

- C1: Circuito de distribución interna, destinado a alimentar los puntos de iluminación. Sección mínima: 1,5 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 10 A, Tipo toma: Punto de luz con conductor de protección.
- C2: Circuito de distribución interna, destinado a tomas de corriente de uso general y frigorífico. Sección mínima: 2,5 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 16 A, Tipo toma: 16 A 2p+T.
- C3: Circuito de distribución interna, destinado a alimentar la cocina y horno. Sección mínima: 6 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 25 A, Tipo toma: 25 A 2p+T.
- C4: Circuito de distribución interna, destinado a alimentar la lavadora, lavavajillas y termo eléctrico. Sección mínima: 4 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 20 A, Tipo toma: 16 A 2p+T, combinadas con fusibles o interruptores automáticos de 16 A. Los fusibles o interruptores automáticos no son necesarios si se dispone de circuitos independientes para cada aparato, con interruptor automático de 16 A en cada circuito. El desdoblamiento del circuito con este fin no supondrá el paso a electrificación elevada ni la necesidad de disponer un diferencial adicional.
- C5: Circuito de distribución interna, destinado a alimentar tomas de corriente de los cuartos de baño, así como las bases auxiliares del cuarto de cocina. Sección mínima: 2,5 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 16 A, Tipo toma: 16 A 2p+T.

## Electrificación Elevada.

Es el caso de viviendas con una previsión importante de aparatos electrodomésticos que obligue a instalar más de un circuito de cualquiera de los tipos descritos anteriormente, así como con previsión de sistemas de calefacción eléctrica, acondicionamiento de aire, automatización, gestión técnica de la energía y seguridad o con superficies útiles de las viviendas superiores a 160 m<sup>2</sup>. En este caso se instalarán, además de los correspondientes a la electrificación básica, los siguientes circuitos:

- C6: Circuito adicional del tipo C1, por cada 30 puntos de luz. Sección mínima: 1,5 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 10 A, Tipo toma: Punto de luz con conductor de protección.
- C7: Circuito adicional del tipo C2, por cada 20 tomas de corriente de uso general o si la superficie útil de la vivienda es mayor de 160 m<sup>2</sup>. Sección mínima: 2,5 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 16 A, Tipo toma: 16 A 2p+T.
- C8: Circuito de distribución interna, destinado a la instalación de calefacción eléctrica, cuando existe previsión de ésta. Sección mínima: 6 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 25 A.
- C9: Circuito de distribución interna, destinado a la instalación de aire acondicionado, cuando existe previsión de éste. Sección mínima: 6 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 25 A.
- C10: Circuito de distribución interna, destinado a la instalación de una secadora independiente. Sección mínima: 2,5 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 16 A, Tipo toma: 16 A 2p+T.
- C11: Circuito de distribución interna, destinado a la alimentación del sistema de automatización, gestión técnica de la energía y de seguridad, cuando exista previsión de éste. Sección mínima: 1,5 mm<sup>2</sup>, Interruptor Automático: 10 A.
- C12: Circuitos adicionales de cualquiera de los tipos C3 o C4, cuando se prevean, o circuito adicional del tipo C5, cuando su número de tomas de corriente exceda de 6.

Se colocará un interruptor diferencial por cada cinco circuitos instalados.

Reparto de puntos de luz y tomas de corriente.

Estancia	Circuito	Mecanismo	nº mínimo	Superf./Longitud
<b>Acceso</b>	C1	pulsador timbre	1	
<b>Vestíbulo</b>	C1	Punto de luz	1	---
		Interruptor 10.A	1	---
	C2	Base 16 A 2p+T	1	---
<b>Sala de estar o Salón</b>	C1	Punto de luz	1	hasta 10 m2 (dos si S > 10 m2)
		Interruptor 10 A	1	uno por cada punto de luz
	C2	Base 16 A 2p+T	3 (1)	una por cada 6 m2, redondeado al entero superior
	C8	Toma de calefacción	1	hasta 10 m2 (dos si S > 10 m2)
	C9	Toma de aire acondicionado	1	hasta 10 m2 (dos si S > 10 m2)
<b>Dormitorios</b>	C1	Puntos de luz	1	hasta 10 m2 (dos si S > 10 m2)
		Interruptor 10 A	1	uno por cada punto de luz
	C2	Base 16 A 2p+T	3(1)	una por cada 6 m2, redondeado al entero superior
	C8	Toma de calefacción	1	---
	C9	Toma de aire acondicionado	1	---
	<b>Baños</b>	C1	Puntos de luz	1
		Interruptor 10 A	1	---
C5		Base 16 A 2p+T	1	---
C8		Toma de calefacción	1	---
<b>Pasillos o distribuidores</b>	C1	Puntos de luz	1	uno cada 5 m de longitud
		Interruptor/Conmutador 10 A	1	uno en cada acceso
	C2	Base 16 A 2p + T	1	hasta 5 m (dos si L > 5 m)
	C8	Toma de calefacción	1	---

Estancia	Circuito	Mecanismo	nº mínimo	Superf./Longitud
<b>Cocina</b>	C <sub>1</sub>	Puntos de luz	1	hasta 10 m <sup>2</sup> (dos si S > 10 m <sup>2</sup> )
		Interruptor 10 A	1	uno por cada punto de luz
	C <sub>2</sub>	Base 16 A 2p + T	2	extractor y frigorífico
	C <sub>3</sub>	Base 25 A 2p + T	1	cocina/horno
	C <sub>4</sub>	Base 16 A 2p + T	3	lavadora, lavavajillas y termo
	C <sub>5</sub>	Base 16 A 2p + T	3 <sup>(2)</sup>	encima del plano de trabajo
	C <sub>8</sub>	Toma calefacción	1	---
<b>Terrazas y Vestidores</b>	C <sub>1</sub>	Puntos de luz	1	hasta 10 m <sup>2</sup> (dos si S > 10 m <sup>2</sup> )
		Interruptor 10 A	1	uno por cada punto de luz
<b>Garajes unifamiliares y Otros</b>	C <sub>1</sub>	Puntos de luz	1	hasta 10 m <sup>2</sup> (dos si S > 10 m <sup>2</sup> )
		Interruptor 10 A	1	uno por cada punto de luz
	C <sub>2</sub>	Base 16 A 2p + T	1	hasta 10 m <sup>2</sup> (dos si S > 10 m <sup>2</sup> )

### Instalación de cuartos de baño

#### Clasificación de los volúmenes.

##### Volumen 0.

Comprende el interior de la bañera o ducha.

En una ducha sin plato, el volumen 0 está delimitado por el suelo y por un plano horizontal situado a 0,05 m por encima del suelo. En este caso:

- Si el difusor de la ducha puede desplazarse durante su uso, el volumen 0 está limitado por el plano generatriz vertical situado a un radio de 1,2 m alrededor de la toma de agua de la pared o el plano vertical que encierra el área prevista para ser ocupada por la persona que se ducha; o
- Si el difusor de la ducha es fijo, el volumen 0 está limitado por el plano generatriz vertical situado a un radio de 0,6 m alrededor del difusor.

##### Volumen 1.

Está limitado por:

- El plano horizontal superior al volumen 0 y el plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo,
- El plano vertical alrededor de la bañera o ducha y que incluye el espacio por debajo de los mismos, cuanto este espacio es accesible sin el uso de una herramienta; o
  - Para una ducha sin plato con un difusor que puede desplazarse durante su uso, el volumen 1 está limitado por el plano generatriz vertical situado a un radio de 1,2 m desde la toma de agua de la pared o el plano vertical que encierra el área prevista para ser ocupada por la persona que se ducha; o
  - Para una ducha sin plato y con un rociador fijo, el volumen 1 está delimitado por la superficie generatriz vertical situada a un radio de 0,6 m alrededor del rociador.

## Volumen 2.

Está limitado por:

- a) El plano vertical exterior al volumen 1 y el plano vertical paralelo situado a una distancia de 0,6 m; y
- b) El suelo y plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo.

Además, cuando la altura del techo exceda los 2,25 m por encima del suelo, el espacio comprendido entre el volumen 1 y el techo o hasta una altura de 3 m por encima del suelo, cualquiera que sea el valor menor, se considera volumen 2.

## Volumen 3.

Está limitado por:

- a) El plano vertical límite exterior del volumen 2 y el plano vertical paralelo situado a una distancia de éste de 2,4 m; y
- b) El suelo y el plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo.

Además, cuando la altura del techo exceda los 2,25 m por encima del suelo, el espacio comprendido entre el volumen 2 y el techo o hasta una altura de 3 m por encima del suelo, cualquiera que sea el valor menor, se considera volumen 3.

El volumen 3 comprende cualquier espacio por debajo de la bañera o ducha que sea accesible sólo mediante el uso de una herramienta siempre que el cierre de dicho volumen garantice una protección como mínimo IP X4. Esta clasificación no es aplicable al espacio situado por debajo de las bañeras de hidromasaje y cabinas.

## Elección e instalación de los materiales eléctricos.

### Volumen 0.

- Grado de Protección: IPX7.
- Cableado: Limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en este volumen.
- Mecanismos: No permitidos.
- Otros aparatos fijos: Aparatos que únicamente pueden ser instalados en el volumen 0 y deben ser adecuados a las condiciones de este volumen.

### Volumen 1.

- Grado de Protección: IPX4. IPX2, por encima del nivel más alto de un difusor fijo. IPX5, en equipo eléctrico de bañeras de hidromasaje y en los baños comunes en los que se puedan producir chorros de agua durante la limpieza de los mismos.
- Cableado: Limitado para poder alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en los volúmenes 0 y 1.
- Mecanismos: No permitidos, con la excepción de interruptores de circuitos MBTS.
- Otros aparatos fijos: Aparatos alimentados a MBTS no superior a 12 V ca ó 30 V cc. Calentadores de agua, bombas de ducha y equipo eléctrico para bañeras de hidromasaje que cumplan con su norma aplicable, si su alimentación está protegida adicionalmente con un dispositivo de protección de corriente diferencial de valor no superior a los 30 mA.

## Volumen 2.

- Grado de Protección: IPX4. IPX2, por encima del nivel más alto de un difusor fijo. IPX5, en los baños comunes en los que se puedan producir chorros de agua durante la limpieza de los mismos.
- Cableado: Limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en los volúmenes 0, 1 y 2, y la parte del volumen 3 situado por debajo de la bañera o ducha.
- Mecanismos: No permitidos, con la excepción de interruptores o bases de circuitos MBTS cuya fuente de alimentación este instalada fuera de los volúmenes 0, 1 y 2. Se permite también la instalación de bloques de alimentación de afeitadoras que cumplan con la UNE-EN 60.742 o UNE-EN 61558-2-5.
- Otros aparatos fijos: Todos los permitidos para el volumen 1. Luminarias, ventiladores, calefactores, y unidades móviles para bañeras de hidromasaje que cumplan con su norma aplicable, si su alimentación está protegida adicionalmente con un dispositivo de protección de corriente diferencial de valor no superior a los 30 mA.

## Volumen 3.

- Grado de Protección: IPX5, en los baños comunes, cuando se puedan producir chorros de agua durante la limpieza de los mismos.
- Cableado: Limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en los volúmenes 0, 1, 2 y 3.
- Mecanismos: Se permiten las bases sólo si están protegidas bien por un transformador de aislamiento; o por MBTS; o por un interruptor automático de la alimentación con un dispositivo de protección por corriente diferencial de valor no superior a los 30 mA.
- Otros aparatos fijos: Se permiten los aparatos sólo si están protegidos bien por un transformador de aislamiento; o por MBTS; o por un dispositivo de protección de corriente diferencial de valor no superior a los 30 mA.

### **1.8.7 INSTALACION DE USOS COMUNES**

#### Cuadros generales de protección:

Se dispondrá de los siguientes cuadros de mando y protección en los cuales se instalarán los elementos protectores de los diferentes circuitos.

Cuadro general de servicios comunes:

- Interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar de 25 A como general de servicios comunes.
- Interruptor magnetotérmico de corte bipolar de 10/16 A, como protección contra sobrecargas y cortocircuitos de las líneas de:
  - Alumbrado de escalera.:4
  - Tomas de otros usos.
- 1 Interruptor diferencial de corte bipolar de 40 A y de sensibilidad 30 mA. de protección contra los contactos indirectos para las mismas líneas.
- 1 Interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar de 16 A para protección del motor de la bomba de agua.
- Interruptor diferencial de corte tetrapolar de 25 A y de sensibilidad 300 mA. para protección del motor contra contactos indirectos.

- 1 Interruptor magnetotérmico de corte bipolar de 16 A para protección del portero automático contra sobreintensidades y cortocircuitos.
- Interruptor diferencial de corte bipolar de 25 A y de sensibilidad 30 mA. para protección del portero automático contra contactos indirectos.
- 1 Interruptor magnetotérmico de corte bipolar de 16 A para protección de las telecomunicaciones contra sobreintensidades y cortocircuitos.

Cuadro general del ascensor:

- Interruptor magnetotérmico de corte tetrapolar de 25 A para protección del motor contra sobreintensidades y cortocircuitos.
- Interruptor diferencial de corte tetrapolar de 40 A y de sensibilidad 300 mA. para protección del motor contra contactos indirectos.
- Interruptor magnetotérmico de corte bipolar de 10 A para protección del alumbrado del ascensor y la toma de corriente del cuadro del ascensor.
- Interruptor diferencial de corte bipolar de 25 A y de sensibilidad 30 mA para el alumbrado del ascensor y la toma de corriente del cuadro del ascensor.

#### Descripción de la instalación:

Desde el contador de usos comunes se dispondrán dos derivaciones hasta los cuadros de mando y protección:

- Cuadro de servicios comunes:
  - Línea: Trifásica.
  - Sección de la fase: 6 mm<sup>2</sup>.
  - Sección del neutro: 6 mm<sup>2</sup>.
  - Sección de la protección: 6 mm<sup>2</sup>.
  - Diámetro del tubo: 50 mm.
- Cuadro del ascensor:
  - Línea: Trifásica.
  - Sección de la fase: 6 mm<sup>2</sup>.
  - Sección del neutro: 6 mm<sup>2</sup>.
  - Sección del protección: 6 mm<sup>2</sup>.
  - Diámetro del tubo: 50 mm.

Desde el cuadro de servicios comunes saldrán varias líneas para alimentar las distintas aplicaciones:

- Escalera: Saldrán líneas para alimentar el alumbrado de escalera y zaguán.
  - Línea: Monofásica.
  - Sección de la fase: 1,5 mm<sup>2</sup>.
  - Sección del neutro: 1,5 mm<sup>2</sup>.
  - Diámetro del tubo: 13 mm.
  
- Telecomunicaciones:
  - Línea: Monofásica.
  - Sección de la fase: 6 mm<sup>2</sup>.
  - Sección del Neutro: 6 mm<sup>2</sup>.
  - Diámetro del Tubo: 16 mm.
  
- Portero Automático:
  - Línea: Monofásica:
  - Sección de la fase: 2,5 mm<sup>2</sup>.
  - Sección del Neutro: 2,5 mm<sup>2</sup>.
  - Diámetro del Tubo: 16 mm.
  
- Bomba de agua:
  - Línea: Trifásica:
  - Sección de las fases: 2,5 mm<sup>2</sup>.
  - Sección del Neutro: 2,5 mm<sup>2</sup>.
  - Sección del protección: 2,5 mm<sup>2</sup>.
  - Diámetro del Tubo: 16 mm.

### **1.8.8 INSTALACION DE PUESTA A TIERRA**

#### Tomas de tierra del edificio:

Según la Instrucción ITC-BT-18, se dispondrá de uno de los siguientes sistemas:

A) Al iniciarse las obras de fundación del edificio se pondrá en el fondo de las zanjas de cimentación y a una profundidad no inferior a 80 cm., un cable rígido de cobre desnudo de una sección mínima de 35 mm<sup>2</sup>., o un cable de acero galvanizado de 95 mm<sup>2</sup>., el cual formará un anillo cerrado exterior al perímetro del edificio. A este anillo se le conectarán los electrodos verticalmente indicados, hasta conseguir un valor mínimo de resistencia de tierra.

B) Se situarán en patios de luces, jardines, etc. del edificio uno o varios electrodos de características adecuadas.

Los electrodos adoptados estarán constituidos por placas, pudiendo ser de cobre o de hierro galvanizado.

Las placas de cobre tendrán un espesor mínimo de 2 m., y las de hierro galvanizado de 2,5 m. y en ambos casos, su superficie útil nunca será inferior a 0,5 m<sup>2</sup>. Estas se colocarán siempre en posición vertical y en el caso de necesitar acoplar más de una placa, para conseguir una resistencia admisible, la separación entre las mismas será por lo menos de tres metros.

Las distancias entre las tomas de tierra del edificio y las tomas de tierra del centro de transformación, si éste existe, y otros elementos conductores enterrados en los locales de utilización serán, al menos, igual a 15 m, para terrenos con una resistividad igual o inferior a 100 Ohm.m<sup>2</sup>/m. y se aumentará esta distancia para valores superiores.

Tanto al conductor enterrado en anillo, como a las placas, se conectarán en su caso, la estructura metálica del edificio o las armaduras metálicas que forman parte del hormigón armado. Todas estas conexiones se realizarán por soldadura autógena.

### Elementos de la toma de tierra

La toma de tierra estará realizada con los siguientes elementos:

- Electrodo: Masa metálica en contacto permanente con el suelo.
- Línea de enlace con tierra: Formada por los conductores que unen los electrodos con el punto de puesta a tierra.
- Punto de puesta a tierra: Punto situado fuera del suelo que une las líneas de enlace con tierra y la línea principal de tierra. Pudiendo ser uno o varios según la instalación lo precise.
- Línea principal de tierra: Formada por el conductor que parte del punto de puesta a tierra y a la que estarán conectadas las derivaciones necesarias para la puesta a tierra de las masas a través de los conductores de protección.
- Conductores de protección: Son los que unen eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos, con el fin de asegurar la protección contra los contactos indirectos. Y unirán las masas a la línea principal de tierra.

### **1.8.9 RED DE EQUIPOTENCIALIDAD**

Cuartos de baño:

Se realizará una conexión equipotencial entre las canalizaciones metálicas existentes (agua fría y caliente, calefacción, gas, etc.) y las masas de los aparatos sanitarios metálicos y todos los demás elementos conductores accesibles, tales como marcos metálicos de puertas, ventanas, radiadores, etc.

El conductor que asegure esta conexión de equipotencialidad será de cobre, siendo su sección mínima de 2,5 mm<sup>2</sup>, si va protegida con tubo protector, o de 4 mm<sup>2</sup>, si va directamente enterrado.

Este conductor se fijara por medio de terminales, tuercas y contratueras o collarines de material no férrico, adaptados a las cañerías sin pinturas y soldados o también con terminales y tuercas a otros elementos conductores, como son las citadas puertas, ventanas, radiadores, etc.

Centralización de contadores de agua:

A la toma de tierra establecida se conectarán las conducciones de distribución y desagüe de agua o gas del edificio, así como toda masa metálica importante que exista en la zona de la instalación.

## 2 CALCULOS JUSTIFICATIVOS

### 2.1 POTENCIA TOTAL DEL EDIFICIO

**P1:** Carga correspondiente al conjunto de viviendas

Viviendas con electrificación elevada: 9.2 kW

Carga con coeficiente de simultaneidad según ITC-BT-10 para 18 viviendas: 13.7

Por lo que la carga destinada será:

$$P1 = 13.7 \times 9.2 = 126.04 \text{ kW}$$

**P2:** Carga destinada a servicios generales:

La carga destinada a alumbrado, alumbrado de emergencia, bomba, video portero y telecomunicaciones será de: 5537.4 W.

Carga destinada al ascensor y todos sus servicios: 12453.4 W

Por lo que la P2 será:

$$P2 = 5537.4 + 12453.4 = 17990.8 \text{ W}$$

**P2:** Carga destinada a locales comerciales y despachos.

Se dispondrá de un local comercial de 390 m<sup>2</sup>  $\cong$  39 kW.

$$P3 = 39 \text{ kW}$$

**P4:** Carga destinada a garaje: 6635 W

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3 + P_4$$

$$P_T = 126.04 + 12453.4 + 39000 + 6635 = 189665.8 \text{ kW}$$

Finalmente será considerada una potencia total aplicando el coeficiente de simultaneidad pertinente de: **189.66 kW.**

## 2.2 SECCIÓN DE LA LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN

La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación, sea menor del 1,5 % de la tensión nominal en el origen de la instalación. Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos susceptibles de funcionar simultáneamente. No obstante estará de acuerdo con el ap. 3 de la Instrucción ITC-BT-14 para el interior del local y del 1% para la acometida.

### Fórmulas de cálculo de líneas:

La potencia es:

$$P = k * U * I * \cos \varphi$$

Siendo:

- $K = 1$  para régimen monofásico
- $K = \sqrt{3}$  para régimen trifásico
- $P =$  Potencia (W)
- $U =$  Tensión de red (V)
- $I =$  Intensidad absorbida (A)
- $\cos \varphi =$  Factor de potencia.

Entonces:

$$I = \frac{P}{K * U * \cos \varphi}$$

Entonces cuando tenemos la intensidad buscamos en la tabla de la Instrucción MI.BT. 017 donde se relaciona la intensidad máxima admisible con la sección de los conductores según el aislamiento de los conductores y como estén agrupados y con lo cual determinaremos la sección. Esa sección deberá cumplir con que la caída de tensión sea la exigida.

La caída de tensión (en voltios) es:

$$U = \frac{K' * R * L * I}{S}$$

Siendo:

- $K' = 2$  en líneas monofásicas.
- $K' = 1$  en líneas trifásicas.
- $R =$  resistividad del cobre =  $0.0175 \Omega * \text{mm}^2 / \text{m}$
- $L =$  Longitud del conductor (m)
- $S =$  Sección del conductor ( $\text{mm}^2$ )
- $I =$  Intensidad (A)

La caída de tensión deberá cumplir:

- $U < V \ 0,5/100$  en líneas de reparto.
- $U < V \ 1,0/100$  en derivaciones individuales.

Como la potencia resultante del edificio es  $> 151 \text{ kW}$  colocaremos 2 líneas generales de alimentación:

#### Línea General de Alimentación 1:

Es la línea trifásica que une la caja general de protección con la centralización de contadores correspondiente a 13 viviendas.

Viviendas con electrificación elevada :  $9.2 \text{ kW}$

Carga destinada aplicando coeficiente de simultaneidad:  $10.6 \times 9.2 = 97.52 \text{ kW}$

- $P = 97520 \text{ w}$
- $V = 400 \text{ V}$
- $\cos \varphi = 0.80$

$$I = \frac{97520}{\sqrt{3} * 400 * 0.80} = 175.95 \text{ A}$$

Si la sección colocada es de  $50 \text{ mm}^2$ , la longitud de  $14 \text{ m}$  y  $K'=1$

$$V = 0.0175 * \frac{14}{50} * 179.95 = 0.86 \text{ V}$$

Siendo la máxima caída de tensión admisible de  $4 \text{ V}$ .

#### Línea General de Alimentación 2:

Es la línea trifásica que une la caja general de protección con la centralización de contadores correspondiente a 5 viviendas, el local comercial, el garaje y los servicios comunes.

**P1:** Carga correspondiente al conjunto de viviendas:

Viviendas con electrificación elevada:  $9.2 \text{ kW}$

Carga destinada aplicando coeficiente de simultaneidad:  $4.6 \times 9.2 = 42.32 \text{ kW}$

**P2:** Carga destinada a servicios generales:

Carga destinada a alumbrado, alumbrado de emergencia, bomba, videoportero y telecomunicaciones:  $5537.4 \text{ kW}$ .

Carga destinada al ascensor y sus servicios: 12453.4 W

**P2** = 12453.4 W

**P3**: Carga destinada a locales comerciales y despachos:

Local comercial: 390m<sup>2</sup>  $\cong$  39 kW

Por tanto **P3** = 39 kW

**P4** = Carga destinada a garaje: 6635 W

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3 + P_4$$

$$P_T = 42320 + 12453.4 + 39000 + 6635 = 99310.8 \text{ kW}$$

- P = 99310.8 W
- V = 400 V
- $\cos \varphi = 0,80$

$$I = \frac{99310.8}{\sqrt{3} * 400 * 0.80} = 179.1784 \text{ A}$$

Si la sección que está colocada es de 50 mm<sup>2</sup>, la longitud de 15 m y  $K' = 1$ .

$$V = 0.0175 * \frac{15}{50} * 179.1784 = 179.1784 \text{ V}$$

Siendo la máxima caída de tensión admisible de 4 V.

### 2.3.2 SECCIONES DE LAS DERIVACIONES INDIVIDUALES

Son las líneas que partiendo desde la centralización de contadores alimentan a las distintas viviendas.

- P = 9.200 W
- V = 230 V

$$I = \frac{9200}{230} = 40 \text{ A}$$

Si la sección que está colocada es de 16 mm<sup>2</sup>, la longitud es de 26 m y  $k'= 2$ .

$$V = 2 * 0.0175 * \frac{26}{16} * 40 = 2.28 \text{ V}$$

Siendo la máxima caída de tensión admisible de 2.3 V

Vivienda	Planta	Longitud(m.)	Sección(mm2)	C.d.t(V)
1-A1	1	32	2x25+TT	2,037
2	1	32	2x25+TT	2,037
3	2	35	2x25+TT	2,228
4	2	35	2x25+TT	2,228
5	2	30	2x25+TT	1,910
6	2	37	2x35+TT	1,668
7	2	40	2x35+TT	1,803
8	3	38	2x35+TT	1,713
9	3	38	2x35+TT	1,713
10	3	33	2x25+TT	2,101
11	3	39	2x35+TT	1,758
12	4	41	2x35+TT	1,848
13	4	41	2x35+TT	1,848
14	4	36	2x25+TT	2,291
15	4	42	2x35+TT	1,894
16	5	43	2x35+TT	1,939
17	5	39	2x35+TT	1,758
18	5	44	2x35+TT	1,984

## 2.4 SECCIÓN DE LOS CIRCUITOS INTERIORES

### Formulas

Serán utilizadas las siguientes formulas:

Sistema Trifásico

$$I = \frac{Pc}{\sqrt{3} * U * Cosp * R}$$

$$e = \frac{L * Pc}{k * U * n * S * R} + \frac{L * Pc * Xu * \sin \rho}{1000 * U * n * R * cosp} = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico:

$$I = \frac{Pc}{U * Cosp * R}$$

$$e = \frac{2 * L * Pc}{k * U * n * S * R} + \frac{2 * L * Pc * Xu * \sin \rho}{1000 * U * n * R * cosp} = \text{voltios (V)}$$

Dónde:

- $P_c$  = potencia de cálculo en W.
- $L$  = Longitud de cálculo en m.
- $e$  = Caída de tensión en voltios.
- $K$  = Conductividad.
- $I$  = Intensidad en A.
- $U$  = Tensión de servicios en V (Trifásica o Monofásica)
- $S$  = Sección del conductor en mm<sup>2</sup>.
- $\cos \rho$  = Coseno de  $\phi$ .
- $R$  = Rendimiento. (Solo para líneas con motor) .
- $N$  = N° de conductores por fase.
- $X_u$  = Reactancia por unidad de longitud en m\* $\Omega$ /m.

Fórmula conductividad eléctrica

$$K = \frac{1}{\rho}$$

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

$$T = T_0 + ((T_{max} - T_0) * \left(\frac{I}{I_{max}}\right)^2)$$

Siendo:

- $K$  = Conductividad del conductor a la temperatura  $T$ .
- $\rho$  = Resistividad del conductor a la temperatura  $T$ .
- $\rho_{20}$  = Resistividad del conductor a 20 °C.
  - Cu = 0.018
  - Al = 0.029
- $\alpha$  = Coeficiente de temperatura:
  - Cu = 0.00392
  - Al = 0.00403
- $T$  = Temperatura del conductor en (°C) .
- $T_0$  = Temperatura ambiente (° C) :
  - Cables enterrados = 25 ° C
  - Cables al aire = 40 ° C
- $T_{max}$  = Temperatura máxima admisible del conductor ( °C) :
  - XLPE, EPR = 90 °C
  - PVC = 70° C
- $I$  = Intensidad prevista que circulara por el conductor (A).
- $I_{max}$  = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

## Fórmulas sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1.45 I_z$$

Dónde:

- $I_b$ : Intensidad utilizada en el circuito.
- $I_z$ : Intensidad admisible de la canalización según la norma UNE 20-460/5-523.
- $I_n$ : Intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables,  $I_n$  es la intensidad de regulación escogida.
- $I_2$ : Intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica  $I_2$  se toma igual a:
  - La intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos ( $1.45 I_n$  como máximo).
  - La intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles ( $1.6 I_n$ ).

## Fórmulas cortocircuito

$$I_{pccI} = \frac{C_t * U}{\sqrt{3} * Z_t}$$

Siendo:

- $I_{pccI}$ : Intensidad permanente de c.c en inicio de la línea en kA.
- $C_t$ : coeficiente de tensión.
- $U$ : Tensión trifásica en V.
- $Z_t$ : Impedancia total en  $m\Omega$ , aguas arriba del punto de c.c (sin incluir la línea o circuito en estudio).

$$I_{pccF} = \frac{C_t * U_f}{2 * Z_t}$$

Siendo:

- $I_{pccF}$ : Intensidad permanente de c.c en fin de línea en kA.
- $C_t$ : Coeficiente de tensión.
- $U_f$ : Tensión monofásica en V.
- $Z_t$ : Impedancia total en  $m\Omega$ , incluyendo la propia de la línea o circuito ( por tanto es igual a la impedancia en origen más la propia del conductor o línea).

La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

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

Siendo:

- $R_t: R_1 + R_2 + \dots R_n$  (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)
- $X_t: X_1 + X_2 + \dots X_n$  (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)
- $R = \frac{L \cdot 1000 \cdot Cr}{k \cdot S \cdot n} \quad (m\Omega)$
- $X = \frac{X_u \cdot L}{n} \quad (m\Omega)$
- R: Resistencia de la línea en  $m\Omega$ .
- X: Reactancia de la línea en  $m\Omega$ .
- L Longitud de la línea en m.
- Cr: Coeficiente de resistividad.
- K: Conductividad del metal conductor.
- S: Sección de la línea en  $mm^2$ .
- Xu: Reactancia de la línea, en  $m\Omega$  por metro.
- N: nº de conductores por fase.

## CUADRO DE MANDO Y PROTECCION. SERVICIOS COMUNES

### Calculo de la DERIVACIÓN INDIVIDUAL

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Tipo B. Unipolar. Tubos instalados en superficie o empotrados en obra.
- Longitud: 2 m; Cos  $\varphi$ : 0.9; Xu (m $\Omega$ /m): 0.
- Potencia a instalar: 4159 W.
- Potencia de cálculo: 5537.4W (coeficiente de simultaneidad: 1).

$$I = \frac{5537.4}{1.732 * 400 * 0.9} = 8.8806 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 4 x 6 + TT x 6 mm<sup>2</sup> Cu.

Aislamiento, Nivel de aislamiento: ES07Z1-K (AS) – No propagador de la llama y emisión de humos y opacidad reducida.

Intensidad admisible a 40 °C (Fc=1) 32 A. Según ITC-BT-19

Diámetro exterior del tubo : 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C). 42.31

$$e_{\text{parcial}} = \frac{2 * 7120}{51.08 * 400 * 6} = 0.09 \text{ V} = 0.023 \%$$

Caída de tensión total = 0.023 % , máxima admisible 1 %.

Protección Térmica:

Fusibles de seguridad: 25 A.

Interruptor magnetotérmico tetrapolar de intensidad nominal: 25 A.

Protección diferencial:

Interruptor diferencial tetrapolar. Con intensidad nominal 40 A y sensibilidad 30 mA.

### Cálculo línea: Bomba

- Tensión de servicio: 400 V
- Canalización: Tipo B Unipolar, Instalación en tubos superficie o empotrados en obra.
- Longitud: 15 m; Cos  $\varphi$ : 0.85; Xu (m $\Omega$ /m): 0.
- Potencia a instalar: 736 W.
- Potencia de cálculo según ITC-BT-47: 736 x 1.25 = 920 W (coeficiente de simultaneidad: 1)

$$I = \frac{920}{\sqrt{3} * 400 * 0.85} = 1.56 A$$

Se eligen conductores unipolares 4x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup> Cu con aislamiento ES07Z1-K (AS) – No propagador de la llama y con emisión de humos y opacidad reducida.

Intensidad máxima admisible a 40 °C de 13.5 A, según ITC-BT-19, diámetro exterior del tubo 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura del cable (°C): 40.40

$$e_{parcial} = \frac{15 * 920}{51.44 * 400 * 6} = 0.447 V = 0.112 \%$$

Caída de tensión total = 0.112 %, máxima admisible 3%

### Calculo de la línea: Telecomunicaciones

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 6 m; Cos  $\varphi$ : 1; Xu(m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Potencia de cálculo: 1000 W.

$$I = \frac{1000}{230 * 1} = 4.35 A$$

Se eligen conductores unipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup> Cu con aislamiento ES07Z1-K (AS) – No propagador de la llama y con emisión de humos y opacidad reducida.

Intensidad máxima admisible a 40 °C 21 A. Según ITC-BT-19, diámetro exterior del tubo de 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura del cable (°C): 44.20

$$e_{parcial} = \frac{2 * 6 * 1000}{50.74 * 230 * 1.5} = 0.41 V. = 0.29 \%$$

e total = 0.29%, máxima admisible 5%.

Protección térmica:

Se instalará un interruptor magnetotérmico bipolar con intensidad nominal de 10 A.

#### Calculo de la línea: video portero

- Tensión de servicio: 230 V
- Canalización: Tipo B unipolar instalado bajo tubo en superficie o empotrado en obra.
- Longitud: 2 m; Cos  $\varphi$ : 1 ; Xu(m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 330 W.
- Potencia de cálculo: 330 W.

$$I = \frac{330}{230 * 1} = 1.43 A$$

Se eligen conductores unipolares 2x1.5+TTx2.5mm<sup>2</sup> Cu con aislamiento ES07Z1-K (AS) – No propagador de la llama y con emisión de humos y opacidad reducida.

Intensidad máxima admisible a 40 °C 21 A. Según ITC-BT-19, diámetro exterior del tubo de 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura del cable (°C): 40.46

$$e_{parcial} = \frac{2 * 2 * 330}{51.43 * 230 * 1.5} = 0.074 V. = 0.032 \%$$

e total = 0.032%, máxima admisible 5%.

Protección térmica: Será instalado un interruptor magnético bipolar con intensidad nominal de 10 A.

#### Calculo de la línea: Alumbrado zaguán

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: Tipo B unipolar instalada bajo tubos en superficie o empotrados en obra
- Longitud: 16 m; Cos  $\varphi$ : 1; Xu(m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 216 W.
- Potencia de cálculo según: 388.8 W

$$I = \frac{388.8}{230 * 1} = 1.69 A$$

Se eligen conductores unipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup> Cu con aislamiento ES07Z1-K (AS) – No propagador de la llama y con emisión de humos y opacidad reducida.

Intensidad máxima admisible a 40 °C 15 A. Según ITC-BT-19, diámetro exterior del tubo de 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura del cable (°C): 40.64.

$$e_{\text{parcial}} = \frac{2 * 16 * 388.8}{51.39 * 230 * 1.5} = 0.702 V. = 0.305 \%$$

e total = 0.305%, máxima admisible 3%.

Protección térmica: Será instalado interruptor magnético bipolar con intensidad nominal de 10 A.

### Calculo de la línea: Alumbrado escalera

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: Tipo B unipolar instalada bajo tubos en superficie o empotrados en obra
- Longitud: 40 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 648 W.
- Potencia de cálculo según ITC-BT-44: 1.8 x 648=1166.4 W.

$$I = \frac{1166.4}{230 * 1} = 5.07A$$

Se eligen conductores unipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup> Cu con aislamiento ES07Z1-K (AS) – No propagador de la llama y con emisión de humos y opacidad reducida.

Intensidad máxima admisible a 40 °C 15 A. Según ITC-BT-19, diámetro exterior del tubo de 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura del cable (°C): 45.72.

$$e_{\text{parcial}} = \frac{2 * 40 * 1166.4}{50.46 * 230 * 1.5} = 5.359 V. = 2.33 \%$$

e total = 2.33%, máxima admisible 3%.

Protección térmica: Será instalado interruptor magnético bipolar con intensidad nominal de 10 A.

### Calculo de la línea: Alumbrado rellanos

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: Tipo B unipolar instalada bajo tubos en superficie o empotrados en obra
- Longitud: 40 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u$ (m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 468 W.
- Potencia de cálculo según:  $1.8 + 468 = 842.4$  W.

$$I = \frac{842.4}{230 * 1} = 7.67 \text{ A}$$

Se eligen conductores unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup> Cu con aislamiento ES07Z1-K (AS) – No propagador de la llama y con emisión de humos y opacidad reducida.

Intensidad máxima admisible a 40 °C 21 A. Según ITC-BT-19, diámetro exterior del tubo de 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura del cable (°C): 42.98.

$$e_{\text{parcial}} = \frac{2 * 40 * 1764.8}{50.96 * 230 * 2.5} = 3.833 \text{ V.} = 1.666 \%$$

e total = 1.666%, máxima admisible 3%.

Protección térmica: Será instalado interruptor magnético bipolar con intensidad nominal de 10 A.

### Calculo de la línea: Alumbrado emergencia

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: Tipo B unipolar instalada bajo tubos en superficie o empotrados en obra
- Longitud: 25 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u$ (m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 161 W.
- Potencia de cálculo:  $1.8 + 161 = 289.8$  W.

$$I = \frac{289.8}{230 * 1} = 1.26 \text{ A}$$

Se eligen conductores unipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup> Cu con aislamiento ES07Z1-K (AS) – No propagador de la llama y con emisión de humos y opacidad reducida.

Intensidad máxima admisible a 40 °C 15 A. Según ITC-BT-19, diámetro exterior del tubo de 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura del cable (°C): 40.35.

$$e_{parcial} = \frac{2 * 25 * 289.8}{51.37 * 230 * 1.5} = 0.816 V. = 0.355 \%$$

e total = 0.355%, máxima admisible 3%.

Protección térmica: Será instalado interruptor magnético bipolar con intensidad nominal de 10 A.

#### Calculo de la línea: Otros usos

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: Tipo B unipolar instalada bajo tubos en superficie o empotrados en obra
- Longitud: 10 m; Cos  $\varphi$ : 1; Xu(m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 600 W.
- Potencia de cálculo: 600 W.

$$I = \frac{600}{230 * 1} = 2.61 A$$

Se eligen conductores unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup> Cu con aislamiento ES07Z1-K (AS) – No propagador de la llama y con emisión de humos y opacidad reducida.

Intensidad máxima admisible a 40 °C 21 A. Según ITC-BT-19, diámetro exterior del tubo de 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura del cable (°C): 40.46.

$$e_{parcial} = \frac{2 * 10 * 600}{51.43 * 230 * 2.5} = 0.41 V. = 0.18 \%$$

e total = 0.18%, máxima admisible 5%.

Protección térmica: Será instalado interruptor magnetotérmico bipolar con intensidad nominal de 16 A.

## CUADRO DE MANDO Y PROTECCION DEL ASCENSOR

Calculo de la derivación individual

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Tipo B unipolar instalada bajo tubos en superficie o empotrados en obra
- Longitud: 40 m; Cos  $\varphi$ : 0.85;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 9432.2 W.
- Potencia de cálculo:= 12453.4 W

$$I = \frac{12453.4}{\sqrt{3} * 400 * 0.85} = 17.71 A$$

Se eligen conductores unipolares 4x10+TTx10mm<sup>2</sup> Cu con aislamiento ES07Z1-K (AS) – No propagador de la llama y con emisión de humos y opacidad reducida.

Intensidad máxima admisible a 40 °C 31 A. Según ITC-BT-19, diámetro exterior del tubo de 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura del cable (°C): 46.93.

$$e_{parcial} = \frac{40 * 12453.4}{50.25 * 400 * 10} = 2.532 V. = 0.633\%$$

e total = 0.633 %, máxima admisible 1%.

Protección térmica: Serán instalados fusibles de protección con una intensidad nominal de 25 A y un interruptor magnético tetrapolar con intensidad nominal de 25 A.

Calculo de la línea: ASCENSOR

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Tipo B unipolar instalada bajo tubos en superficie o empotrados en obra
- Longitud: 5 m; Cos  $\varphi$ : 0.85;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0; R: 1
- Potencia a instalar: 7500 W.
- Potencia de cálculo según ITC-BT-47: 7500 x 1.3 = 9750 W

$$I = \frac{9750}{\sqrt{3} * 400 * 0.85} = 15.92 A$$

Se eligen conductores unipolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup> Cu con aislamiento ES07Z1-K (AS) – No propagador de la llama y con emisión de humos y opacidad reducida.

Intensidad máxima admisible a 40 °C 18.5 A. Según ITC-BT-19, diámetro exterior del tubo de 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura del cable (°C): 64.03.

$$e_{parcial} = \frac{5 * 9750}{47.37 * 400 * 2.5 * 1} = 1.029 V. = 0.257 \%$$

e total = 0.25%, máxima admisible 5%.

Protección térmica: Será instalado interruptor magnético tetrapolar con intensidad nominal de 16 A.

Protección diferencial: Será instalado un interruptor diferencial tetrapolar con intensidad nominal de 25 A y una sensibilidad de 300 mA.

### Calculo de la Línea: ALUMBRADO Y TC ASCENSOR

- Tensión de servicio: 230V.
- Canalización: Tipo B unipolar instalada bajo tubos en superficie o empotrados en obra
- Longitud: 0.3 m; Cos φ: 0.9; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 948 W.
- Potencia de cálculo según ITC-BT-44: 1051.2 W

$$I = \frac{1051.2}{230 * 0.9} = 5.08 A$$

Se eligen conductores unipolares 2x1.5 mm<sup>2</sup> Cu con aislamiento ES07Z1-K (AS) – No propagador de la llama y con emisión de humos y opacidad reducida.

Intensidad máxima admisible a 40 °C 15 A. Según ITC-BT-19.

Caída de tensión:

Temperatura del cable (°C): 40.38.

$$e_{parcial} = \frac{2 * 0.3 * 1051.2}{51.22 * 230 * 1.5} = 0.266 V. = 0.116 \%$$

e total = 0.116%, máxima admisible 3%.

Protección diferencial: Será instalado un interruptor diferencial bipolar con intensidad nominal de 40 A y una sensibilidad de 30 mA.

### Calculo de la línea: OTROS USOS ASCENSOR

- Tensión de servicio: 230V.
- Canalización: Tipo B unipolar instalada bajo tubos en superficie o empotrados en obra
- Longitud: 1 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u$ (m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 300 W.
- Potencia de cálculo: 300 w

$$I = \frac{300}{230 * 1} = 1.3 A$$

Se eligen conductores unipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup> Cu con aislamiento ES07Z1-K (AS) – No propagador de la llama y con emisión de humos y opacidad reducida.

Intensidad máxima admisible a 40 °C 21 A. Según ITC-BT-19. Diámetro exterior del tubo 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura del cable (°C): 40.12.

$$e_{parcial} = \frac{2 * 1 * 300}{51.49 * 230 * 1.5} = 0.068 V. = 0.029 \%$$

e total = 0.029%, máxima admisible 5%.

Protección térmica: Será instalado un interruptor magnético bipolar con intensidad nominal de 10 A.

### Calculo de la línea: ALUMBRADO ASCENSOR

- Tensión de servicio: 230V.
- Canalización: Tipo B unipolar instalada bajo tubos en superficie o empotrados en obra
- Longitud: 40 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u$ (m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 684 W.
- Potencia de cálculo: 1352.2 W

$$I = \frac{1352.2}{230 * 1} = 3.27 A$$

Se eligen conductores unipolares 2x1.5+TTx1.5 mm<sup>2</sup> Cu con aislamiento ES07Z1-K (AS) – No propagador de la llama y con emisión de humos y opacidad reducida.

Intensidad máxima admisible a 40 °C 15 A. Según ITC-BT-19. Diámetro exterior del tubo 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura del cable (°C): 47.68.

$$e_{\text{parcial}} = \frac{2 * 40 * 1352.2}{50.11 * 230 * 1.5} = 6.256 V. = 2.720 \%$$

e total = 2.72 %, máxima admisible 3%.

Protección térmica: Será instalado un interruptor magnetotérmico bipolar intensidad nominal de 10 A.

#### CALCULO DERIVACIONES INDIVIDUALES

Se procede al cálculo justificativo de las derivaciones individuales, dichas líneas se calcularán para una potencia de 9200 W se representará el cálculo de la primera vivienda y el resto se indicará en formato de tabla.

#### Cálculo de la DERIVACION INDIVIDUAL PISO 5 VIVIENDA 18

- Tensión de servicio: 230V.
- Canalización: Tipo B1 unipolar instalada bajo tubos en superficie o empotrados en obra
- Longitud: 44 m; Cos  $\varphi$ : 1;
- Potencia a instalar: 9200 W.
- Potencia de cálculo: 9200 W.

$$I = \frac{9200}{230 * 1} = 40 A$$

Con la sección de 10 mm<sup>2</sup> en un principio se podría realizar, pero según ITC-BT-15 para derivaciones individuales que provengan de centralización de contadores totalmente concentrados la caída máxima de tensión admisible es el 1%.

Por lo que se eligen conductores unipolares 2x35+TTx16mm<sup>2</sup> Cu con aislamiento ES07Z1-K (AS) – No propagador de la llama y con emisión de humos y opacidad reducida.

Intensidad máxima admisible a 40 °C 104 A. Según ITC-BT-19. Diámetro exterior del tubo 50mm.

Caída de tensión:

Temperatura del conductor en servicio normal (°C):

$$T = 40 + ((70 - 40) * \left(\frac{40}{104}\right)^2) = 44.44 \text{ °C}$$

$$\rho = \rho_{20} * (1 + \alpha * (T - 20)) = 0.018 * (1 + 0.00392 * (46.8 - 20)) = 0.0197$$

Con lo que la conductividad k es:

$$k = \frac{1}{0.0197} = 50.6988$$

Y la caída de tensión en la derivación en condiciones de servicio es:

$$e_{parcial} = \frac{2 * 44 * 9200}{50.69 * 230 * 35} = 1.984 V. = 0.862\%$$

e total = 0.862 %, máxima admisible 1 %.

Por lo que la sección de 35 mm<sup>2</sup> con una intensidad máxima admisible de 104 A cumpliría perfectamente las exigencias reglamentarias.

Protección térmica: Será instalado fusibles de seguridad con una intensidad nominal de 63.

A continuación se ve la tabla resumen con las derivaciones calculadas:

## Derivaciones para viviendas

Vivienda	Longitud	Tensión	Potencia	l b	Sección	l max adm	resistividad a temp de trabajo	Conductividad	T cond (°C)	e (V)	e %
1-A	32	230	9200	40	25	84	0,0199	50,2735	46,80	2,037	0,886
2-B	32	230	9200	40	25	84	0,0199	50,2735	46,80	2,037	0,886
3-A	35	230	9200	40	25	84	0,0199	50,2735	46,80	2,228	0,969
4-B	35	230	9200	40	25	84	0,0199	50,2735	46,80	2,228	0,969
5-C	30	230	9200	40	25	84	0,0199	50,2735	46,80	1,910	0,830
6-D	37	230	9200	40	35	104	0,0197	50,6988	44,44	1,668	0,725
7-F	40	230	9200	40	35	104	0,0197	50,6988	44,44	1,803	0,784
8-A	38	230	9200	40	35	104	0,0197	50,6988	44,44	1,713	0,745
9-B	38	230	9200	40	35	104	0,0197	50,6988	44,44	1,713	0,745
10-C	33	230	9200	40	25	84	0,0199	50,2735	46,80	2,101	0,913
11-D	39	230	9200	40	35	104	0,0197	50,6988	44,44	1,758	0,764
12-A	41	230	9200	40	35	104	0,0197	50,6988	44,44	1,848	0,804
13-B	41	230	9200	40	35	104	0,0197	50,6988	44,44	1,848	0,804
14-C	36	230	9200	40	25	84	0,0199	50,2735	46,80	2,291	0,996
15-D	42	230	9200	40	35	104	0,0197	50,6988	44,44	1,894	0,823
16-A	43	230	9200	40	35	104	0,0197	50,6988	44,44	1,939	0,843
17-B	39	230	9200	40	35	104	0,0197	50,6988	44,44	1,758	0,764
18-C	44	230	9200	40	35	104	0,0197	50,6988	44,44	1,984	0,862

Descripción	L (m)	S (mm2)	resist a Tº func.	Tensión (V)	R ( $\Omega$ )	Z línea ( $\Omega$ )	Icc (kA)	Icc min (kA)
1-A	32	25	0,01989	230	0,02546	0,04892	2,84999	3
2-B	32	25	0,01989	230	0,02546	0,04892	2,84999	3
3-A	35	25	0,01989	230	0,02785	0,05131	2,71741	3
4-B	35	25	0,01989	230	0,02785	0,05131	2,71741	3
5-C	30	25	0,01989	230	0,02387	0,04733	2,94580	3
6-D	37	35	0,01972	230	0,02085	0,04431	3,14643	4,5
7-F	40	35	0,01972	230	0,02254	0,04600	3,03080	4,5
8-A	38	35	0,01972	230	0,02141	0,04488	3,10692	4,5
9-B	38	35	0,01972	230	0,02141	0,04488	3,10692	4,5
10-C	33	25	0,01989	230	0,02626	0,04972	2,80438	3
11-D	39	35	0,01972	230	0,02198	0,04544	3,06839	4,5
12-A	41	35	0,01972	230	0,02311	0,04657	2,99412	3
13-B	41	35	0,01972	230	0,02311	0,04657	2,99412	3
14-C	36	25	0,01989	230	0,02864	0,05235	2,66323	3
15-D	42	35	0,01972	230	0,02367	0,04738	2,94282	3
16-A	43	35	0,01972	230	0,02423	0,04794	2,90823	3
17-B	39	35	0,01972	230	0,02198	0,04569	3,05172	4,5
18-C	44	35	0,01972	230	0,02480	0,04851	2,87444	3

## Servicios comunes del edificio

Designación	Longitud	Tensión	Potencia	Cos fi	I b	Sección	I max adm	resist temp trabajo	Conductividad	T(°C)	e (V)	e %
Derivación SC	4	400	5537,4	0,9	8,881	6	32	0,0196	51,0876	42,31	0,181	0,045
Línea Bomba	15	400	920	0,85	1,562	1,5	13,5	0,0194	51,4415	40,40	0,447	0,112
Teleco	6	230	1000	1	4,348	1,5	15	0,0197	50,7418	44,20	0,685	0,298
Portero	2	230	330	1	1,435	1,5	15	0,0194	51,4311	40,46	0,074	0,032
Aldo zaguán	16	230	388,8	1	1,690	1,5	15	0,0195	51,3980	40,64	0,702	0,305
Aldo escalera	40	230	1166,4	1	5,071	1,5	15	0,0198	50,4682	45,72	5,359	2,330
Aldo rellanos	40	230	842,4	1	3,663	1,5	15	0,0196	50,9644	42,98	3,833	1,666
Aldo emer	25	230	289,8	1	1,260	1,5	15	0,0194	51,4507	40,35	0,816	0,355
Otros usos	10	230	600	1	2,609	1,5	15	0,0195	51,2350	41,51	0,679	0,295

Descripción	L (m)	S (mm2)	$\rho$ a T trabajo	Tensión (V)	R ( $\Omega$ )	Z línea ( $\Omega$ )	Icc (kA)	Icc min (kA)
Derivación SC	4	6	0,01957	400	0,01305	0,03676	6,60	10
Línea Bomba	15	1,5	0,01944	400	0,19440	0,23116	1,05	3
Teleco	6	1,5	0,01971	230	0,07883	0,11559	1,21	3
Portero	2	1,5	0,01944	230	0,02592	0,06268	2,22	3
Aldo zaguán	16	1,5	0,01946	230	0,20753	0,24429	0,57	3
Aldo escalera	40	1,5	0,01981	230	0,52839	0,56515	0,25	3
Aldo rellanos	40	1,5	0,01962	230	0,52324	0,56000	0,25	3
Aldo emer	25	1,5	0,01944	230	0,32393	0,36069	0,39	3
Otros usos	10	1,5	0,01952	230	0,13012	0,16688	0,84	3

### Cuadro ascensor

Designación	Longitud	Tensión	P (W)	Cos fi	I b	Sección	I adm	$\rho$ a T trabajo	Conductividad	T cond (°C)	e (V)	e %
Derivación	40	400	12453,4	0,85	21,15	10	44	0,0199	50,2509	46,93	2,478	0,620
Ascensor	5	400	9750	0,85	16,56	2,5	18,5	0,0211	47,3786	64,03	1,029	0,257
Aldo y TC	2	230	1051,2	0,9	5,08	1,5	15	0,0197	50,8807	43,44	0,266	0,116
Otros usos	2	230	300	1	1,30	1,5	15	0,0194	51,4459	40,38	0,068	0,029
Aldo	40	230	1352,2	1	5,88	1,5	15	0,0200	50,1174	47,68	6,256	2,720

Descripción	L (m)	S (mm <sup>2</sup> )	$\rho$ a T trabajo	Tensión (V)	R ( $\Omega$ )	Z línea ( $\Omega$ )	Icc (kA)	Icc min (kA)
Derivación	40	10	0,0199	400	0,0796	0,1033	2,35	3
Ascenso	5	2,5	0,0211	400	0,0422	0,0659	3,68	4,5
Aldo	2	1,5	0,0197	230	0,0262	0,0499	2,79	3
Otros usos	2	1,5	0,0194	230	0,0259	0,0496	2,81	3
Aldo	40	1,5	0,0200	230	0,5321	0,5558	0,25	3

## **CUADRO DE MANDO Y PROTECCION. ELEVADA**

### **Cálculo de la línea: C1 – ALUMBRADO**

- Tensión de servicio: 230V.
- Canalización: Tipo B unipolar instalada bajo tubos en superficie o empotrados en obra
- Longitud: 25 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u$ (m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 2250 W.
- Potencia de cálculo según ITC-BT-44: 2250 W.

$$I = \frac{2250}{230 * 1} = 9.78 A$$

Se eligen conductores unipolares 2x1.5+TTx1.5 mm<sup>2</sup> Cu con aislamiento PVC, 450/750 V.

Intensidad máxima admisible a 40 °C 15 A. Según ITC-BT-19 y diámetro exterior del tubo 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura del cable (°C): 52.76.

$$e_{parcial} = \frac{2 * 25 * 2250}{49.23 * 230 * 1.5} = 6.62 V. = 2.88 \%$$

e total = 2.88 %, máxima admisible 3 %.

Protección térmica: Será instalado un interruptor magnetotérmico bipolar con intensidad nominal de 10 A.

### **Calculo de la línea: C2 TOMAS GENERALES Y NEVERA.**

- Tensión de servicio: 230V.
- Canalización: Tipo B unipolar instalada bajo tubos en superficie o empotrados en obra
- Longitud: 25 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u$ (m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 3450 W.
- Potencia de cálculo: 3450 W.

$$I = \frac{3450}{230 * 1} = 15 A$$

Se eligen conductores unipolares 2x2.5+TTx2.5 mm<sup>2</sup> Cu con aislamiento PVC, 450/750 V.

Intensidad máxima admisible a 40 °C 21 A. Según ITC-BT-19 y diámetro exterior del tubo 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura del cable (°C): 55.31.

$$e_{parcial} = \frac{2 * 25 * 3450}{48.8 * 230 * 2.5} = 6.15 V. = 2.67 \%$$

e total = 2.67 %, máxima admisible 3 %.

Protección térmica: Será instalado un interruptor magnetotérmico bipolar con intensidad nominal de 16 A.

### Calculo de la línea: C3 COCINA y HORNO

- Tensión de servicio: 230V.
- Canalización: Tipo B unipolar instalada bajo tubos en superficie o empotrados en obra
- Longitud: 25 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 4050 W.
- Potencia de cálculo: 4050 W.

$$I = \frac{4050}{230} = 17.61 A$$

Se eligen conductores unipolares 2x6+TTx6mm<sup>2</sup> Cu con aislamiento PVC, 450/750 V.

Intensidad máxima admisible a 40 °C 36 A. Según ITC-BT-19 y diámetro exterior del tubo 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura del cable (°C): 49.08.

$$e_{parcial} = \frac{2 * 25 * 4050}{50.21 * 230 * 6} = 2.94 V. = 1.28 \%$$

e total = 1.28 %, máxima admisible 3 %.

Protección térmica: Será instalado un interruptor magnetotérmico bipolar con intensidad nominal de 25 A.

#### Calculo de la línea: C4 LAVADORA, LAVAVAGILLAS Y TERMO.

- Tensión de servicio: 230V.
- Canalización: Tipo B unipolar instalada bajo tubos en superficie o empotrados en obra
- Longitud: 25 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u$ (m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 5123.25 W.
- Potencia de cálculo: 5123.25 W.

$$I = \frac{5123.25}{230 * 1} = 22.28 A$$

Se eligen conductores unipolares 2x4+TTx4mm<sup>2</sup> Cu con aislamiento PVC, 450/750 V.

Intensidad máxima admisible a 40 °C 27 A. Según ITC-BT-19 y diámetro exterior del tubo 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura del cable (°C): 60.42.

$$e_{parcial} = \frac{2 * 25 * 5123.25}{47.96 * 230 * 4} = 5.81 V. = 2.52 \%$$

e total = 2.52 %, máxima admisible 3 %.

Protección térmica: Será instalado un interruptor magnetotérmico bipolar con intensidad nominal de 20 A.

#### Calculo de la línea: C5 TC BAÑO, COCINA

- Tensión de servicio: 230V.
- Canalización: Tipo B unipolar instalada bajo tubos en superficie o empotrados en obra
- Longitud: 25 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u$ (m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 3450 W.
- Potencia de cálculo: 3450 W.

$$I = \frac{3450}{230 * 1} = 15 A$$

Se eligen conductores unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup> Cu con aislamiento PVC, 450/750 V.

Intensidad máxima admisible a 40 °C 21 A. Según ITC-BT-19 y diámetro exterior del tubo 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura del cable (°C): 55.31.

$$e_{\text{parcial}} = \frac{2 * 25 * 3680}{48.30 * 230 * 2.5} = 6.15 \text{ V.} = 2.67 \%$$

e total = 2.67 %, máxima admisible 3 %.

Protección térmica: Será instalado un interruptor magnetotérmico bipolar con intensidad nominal de 16 A.

#### Calculo de la línea: C9 AIRE ACONDICIONADO

- Tensión de servicio: 230V.
- Canalización: Tipo B unipolar instalada bajo tubos en superficie o empotrados en obra
- Longitud: 25 m; Cos  $\varphi$ : 1; Xu(m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 5750 W.
- Potencia de cálculo: 5750 W.

$$I = \frac{5750}{230 * 1} = 25 \text{ A}$$

Se eligen conductores unipolares 2x6+TTx6mm<sup>2</sup> Cu con aislamiento PVC, 450/750 V.

Intensidad máxima admisible a 40 °C 36 A. Según ITC-BT-19 y diámetro exterior del tubo 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura del cable (°C): 58.31.

$$e_{\text{parcial}} = \frac{2 * 25 * 5780}{48.30 * 230 * 6} = 4.31 \text{ V.} = 1.88 \%$$

e total = 1.88 %, máxima admisible 3 %.

Protección térmica: Será instalado un interruptor magnetotérmico bipolar con intensidad nominal de 25 A y un interruptor diferencial bipolar con intensidad nominal igual a 40 A y una sensibilidad de 30 mA.

#### Calculo de la línea: C10 SECADORA

- Tensión de servicio: 230V.
- Canalización: Tipo B unipolar instalada bajo tubos en superficie o empotrados en obra
- Longitud: 25 m; Cos  $\varphi$ : 1; Xu(m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 2587.5 W.
- Potencia de cálculo: 2587.5 W.

$$I = \frac{2587.5}{230 * 1} = 11.25 A$$

Se eligen conductores unipolares 2x6+TTx6mm<sup>2</sup> Cu con aislamiento PVC, 450/750 V.

Intensidad máxima admisible a 40 °C 36 A. Según ITC-BT-19 y diámetro exterior del tubo 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura del cable (°C): 48.61.

$$e_{parcial} = \frac{2 * 25 * 5780}{49.95 * 230 * 2.5} = 4.5 V. = 1.96 \%$$

e total = 1.96 %, máxima admisible 3 %.

Protección térmica: Será instalado un interruptor magnetotérmico bipolar con intensidad nominal de 16 A y un interruptor diferencial bipolar con intensidad nominal igual a 40 A y una sensibilidad de 30 mA.

**Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas:**

## Cálculos interior vivienda

Cto	P (W)	I (A)	S (mm <sup>2</sup> )	I max adm	ρ a T trabajo	Conductividad	T (°C)	e (V)	e %
C1	2250	9,78	1,5	15	0,0203	49,2331	52,76	6,62	2,88
C2	3450	15,00	2,5	21	0,0205	48,8014	55,31	6,15	2,67
C3	4050	17,61	6	32	0,0201	49,8699	49,08	2,94	1,28
C4	5123,2	22,28	4	27	0,0209	47,9572	60,42	5,81	2,52
C5	3450	15,00	2,5	21	0,0205	48,8014	55,31	6,15	2,67
C9	5750	25,00	6	32	0,0207	48,3017	58,31	4,31	1,88
C10	2587,5	11,25	2,5	21	0,0200	49,9533	48,61	4,50	1,96

Descripción	L (m)	S (mm <sup>2</sup> )	ρ a T trabajo	Tensión (V)	R (Ω)	Z línea (Ω)	Icc (kA)	Icc min (kA)
C1	25	1,5	0,0203	230	0,3385	0,4086	0,34	3
C2	25	2,5	0,0205	230	0,2049	0,2773	0,50	3
C3	25	6	0,0201	230	0,0836	0,1559	0,89	3
C4	25	4	0,0209	230	0,1303	0,2027	0,69	3
C5	25	2,5	0,0205	230	0,2049	0,2773	0,50	3
C9	25	6	0,0207	230	0,0863	0,1586	0,88	3
C10	25	2,5	0,0200	230	0,2002	0,2726	0,51	3

## 2.5 TIERRA

Según las Normas Tecnológicas de la edificación NTE-IEP 1.973 "Instalaciones de electricidad-puesta a tierra", el número de picas necesarias serán para el sistema B adoptado:

Naturaleza del terreno: Arcillas plásticas y limos.

Nº de picas necesarias: Dos.

El valor de la resistencia de tierra será tal que cualquier masa no puede dar lugar a tensiones de contacto superiores a 24 V. por considerarse los casos más desfavorables de locales húmedos en aseos y baños, en consecuencia y según la Instrucción ITC-BT-18, tendremos:

Naturaleza del terreno: Arcillas plásticas y limos.

Resistividad en Ohm./m: 50

Para los electrodos de: Placas enterradas.

Resistencia de tierra en Ohm:  $R=0,8$  Resistividad / $\rho$

$$R = 0.8 * \frac{50}{6} = 6.66 \text{ Ohm}$$

Se dispondrán de tantas placas de tierra, con la separación mínima entre sí de tres metros, hasta conseguir una adecuada resistencia de paso, y que según los cálculos nos corresponde en número de dos.

Aunque las resistencias de tierra son telúricas, para su cálculo aproximado se pueden considerar como óhmicas, aplicando por lo tanto la siguiente fórmula:

$$R < \frac{R}{n} < \frac{6.666}{2} = 3.333 \text{ Ohm (valor aproximado)}$$

Siendo R el valor aproximado de la resistencia calculada según las fórmulas anteriores y n, el número de electrodos o placas utilizadas.

## 2.6 SENSIBILIDAD DE LOS INTERRUPTORES DIFERENCIALES

Conocido el valor aproximado de la resistencia de tierra y dado que la protección adoptada contra los contactos indirectos es de la clase B, de la Instrucción MIE.BT.021 ap.2, y que dicho dispositivo es el interruptor diferencial.

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

Por consiguiente y considerando que los cuartos de aseo baños y cocinas, son lugares húmedos, la obtención de la sensibilidad del interruptor se efectuará por la fórmula:

$$R < \frac{24}{I_s}$$

Luego:

$$I_s < \frac{24}{R} < \frac{24}{3.333} = 7.2 \text{ A}$$

Siendo R, el valor en Ohm. De la resistencia de tierra e  $I_s$ , el valor en amperios de la sensibilidad del interruptor a utilizar, pero debido al posible deterioro de las placas se utilizarán de 30 mA.

### 3 PLIEGO DE CONDICIONES

#### 3.1 CALIDAD DE LOS MATERIALES

##### 3.1.1 CONDUCTORES ELECTRICOS

Los conductores serán de los siguientes tipos:

- De 450/750 V de tensión nominal.
  - Conductor: de cobre.
  - Formación: unipolares.
  - Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC).
  - Tensión de prueba: 2.500 V.
  - Instalación: bajo tubo.
  - Normativa de aplicación: UNE 21.031.
- De 0,6/1 kV de tensión nominal.
  - Conductor: de cobre (o de aluminio, cuando lo requieran las especificaciones del proyecto).
  - Formación: uni-bi-tri-tetrapolares.
  - Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC) o polietileno reticulado (XLPE).
  - Tensión de prueba: 4.000 V.
  - Instalación: al aire o en bandeja.
  - Normativa de aplicación: UNE 21.123.

Los conductores de cobre electrolítico se fabricarán de calidad y resistencia mecánica uniforme, y su coeficiente de resistividad a 20 °C será del 98 % al 100 %. Irán provistos de baño de recubrimiento de estaño, que deberá resistir la siguiente prueba: A una muestra limpia y seca de hilo estañado se le da la forma de círculo de diámetro equivalente a 20 o 30 veces el diámetro del hilo, a continuación de lo cual se sumerge durante un minuto en una solución de ácido hidrociorídrico de 1,088 de peso específico a una temperatura de 20 °C. Esta operación se efectuará dos veces, después de lo cual no deberán apreciarse puntos negros en el hilo. La capacidad mínima del aislamiento de los conductores será de 500 V.

Los conductores de sección igual o superior a 6 mm<sup>2</sup> deberán estar constituidos por cable obtenido por trenzado de hilo de cobre del diámetro correspondiente a la sección del conductor de que se trate.

## DIMENSIONADO.

Para la selección de los conductores activos del cable adecuado a cada carga se usará el más desfavorable entre los siguientes criterios:

- Intensidad máxima admisible. Como intensidad se tomará la propia de cada carga. Partiendo de las intensidades nominales así establecidas, se elegirá la sección del cable que admita esa intensidad de acuerdo a las prescripciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión ITC-BT-19 o las recomendaciones del fabricante, adoptando los oportunos coeficientes correctores según las condiciones de la instalación. En cuanto a coeficientes de mayoración de la carga, se deberán tener presentes las Instrucciones ITC-BT-44 para receptores de alumbrado e ITC-BT-47 para receptores de motor.
- Caída de tensión en servicio. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 3 % de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado, y del 5 % para los demás usos, considerando alimentados todos los receptores susceptibles de funcionar simultáneamente. Para la derivación individual la caída de tensión máxima admisible será del 1,5 %. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de la derivación individual, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas.
- Caída de tensión transitoria. La caída de tensión en todo el sistema durante el arranque de motores no debe provocar condiciones que impidan el arranque de los mismos, desconexión de los contactores, parpadeo de alumbrado, etc.

La sección del conductor neutro será la especificada en la Instrucción ITC-BT-07, apartado 1, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación.

Los conductores de protección serán del mismo tipo que los conductores activos especificados en el apartado anterior, y tendrán una sección mínima igual a la fijada por la tabla 2 de la ITC-BT-18, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación. Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que éstos o bien en forma independiente, siguiéndose a este respecto lo que señalen las normas particulares de la empresa distribuidora de la energía.

## IDENTIFICACION DE LAS INSTALACIONES.

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que por conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo

que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

#### RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELECTRICA.

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la tabla siguiente:

<u>Tensión nominal instalación</u>	<u>Tensión ensayo corriente continua (V)</u>	<u>Resistencia de aislamiento (MΩ)</u>
<b>MBTS o MBTP</b>	250	0.25
<b>&lt; 500 V</b>	500	0.50
<b>&gt; 500 V</b>	1000	1.00

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de  $2U + 1000$  V a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V.

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

#### CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Los conductores de protección serán de cobre y presentarán el mismo aislamiento que los conductores activos, instalándose por las mismas canalizaciones que tubos que estos.

La sección mínima de esos conductores será igual a la fijada por la tabla VI, en función de la sección de los conductores de fase de la instalación (Instrucción MI.BT.017 ap2.2).

### 3.1.2 TUBOS PROTECTORES

Los cables se colocarán dentro de tubos o canales, fijados directamente sobre las paredes, enterrados, directamente empotrados en estructuras, en el interior de huecos de la construcción, bajo molduras, en bandeja o soporte de bandeja, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

Antes de iniciar el tendido de la red de distribución, deberán estar ejecutados los elementos estructurales que hayan de soportarla o en los que vaya a ser empotrada: forjados, tabiquería, etc. Salvo cuando al estar previstas se hayan dejado preparadas las necesarias canalizaciones al ejecutar la obra previa, deberá replantearse sobre ésta en forma visible la situación de las cajas de mecanismos, de registro y protección, así como el recorrido de las líneas, señalando de forma conveniente la naturaleza de cada elemento.

#### CONDUCTORES AISLADOS BAJO TUBOS PROTECTORES.

Los tubos protectores pueden ser:

- Tubo y accesorios metálicos.
- Tubo y accesorios no metálicos.
- Tubo y accesorios compuestos (constituidos por materiales metálicos y no metálicos).

Los tubos se clasifican según lo dispuesto en las normas siguientes:

- UNE-EN 50.086 -2-1: Sistemas de tubos rígidos.
- UNE-EN 50.086 -2-2: Sistemas de tubos curvables.
- UNE-EN 50.086 -2-3: Sistemas de tubos flexibles.
- UNE-EN 50.086 -2-4: Sistemas de tubos enterrados.

Las características de protección de la unión entre el tubo y sus accesorios no deben ser inferiores a los declarados para el sistema de tubos.

La superficie interior de los tubos no deberá presentar en ningún punto aristas, asperezas o fisuras susceptibles de dañar los conductores o cables aislados o de causar heridas a instaladores o usuarios.

Las dimensiones de los tubos no enterrados y con unión roscada utilizados en las instalaciones eléctricas son las que se prescriben en la UNE-EN 60.423. Para los tubos enterrados, las dimensiones se corresponden con las indicadas en la norma UNE-EN 50.086 -2-4. Para el resto de los tubos, las dimensiones serán las establecidas en la norma correspondiente de las citadas anteriormente. La denominación se realizará en función del diámetro exterior.

El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante.

En lo relativo a la resistencia a los efectos del fuego considerados en la norma particular para cada tipo de tubo, se seguirá lo establecido por la aplicación de la Directiva de Productos de la Construcción (89/106/CEE).

### Tubos en canalizaciones fijas en superficie.

En las canalizaciones superficiales, los tubos deberán ser preferentemente rígidos y en casos especiales podrán usarse tubos curvables. Sus características mínimas serán las indicadas a continuación:

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+60°C
Resistencia al curvado	1-2	Rígido/curvable
Propiedades eléctricas	1-2	Continuidad eléctrica/aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1 \text{ mm}$
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

### Tubos en canalizaciones empotradas.

En las canalizaciones empotradas, los tubos protectores podrán ser rígidos, curvables o flexibles, con unas características mínimas indicadas a continuación:

1º/ Tubos empotrados en obras de fábrica (paredes, techos y falsos techos), huecos de la construcción o canales protectoras de obra.

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	2	Ligera
Resistencia al impacto	2	Ligera
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+60°C
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1 \text{ mm}$
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15º
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

2º/ Tubos empotrados embebidos en hormigón o canalizaciones precableadas.

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	3	Media
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	2	+90°C <sup>(1)</sup>
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	5	Protegido contra el polvo
Resistencia a la penetración del agua	3	Protegido contra el agua en forma de lluvia
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

### Tubos en canalizaciones aéreas o con tubos al aire.

En las canalizaciones al aire, destinadas a la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida, los tubos serán flexibles y sus características mínimas para instalaciones ordinarias serán las indicadas a continuación:

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+60°C
Resistencia al curvado	4	Flexible
Propiedades eléctricas	1/2	Continuidad/aislado
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1 \text{ mm}$
Resistencia a la penetración del agua	2	Protegido contra las gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior mediana y exterior elevada
Resistencia a la tracción	2	Ligera
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	2	Ligera

Se recomienda no utilizar este tipo de instalación para secciones nominales de conductor superiores a 16 mm<sup>2</sup>.

## Tubos en canalizaciones enterradas.

Las características mínimas de los tubos enterrados serán las siguientes:

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	NA	250 N / 450 N / 750 N
Resistencia al impacto	NA	Ligero / Normal / Normal
Temperatura mínima de instalación y servicio	NA	NA
Temperatura máxima de instalación y servicio	NA	NA
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Protegido contra objetos D <sup>3</sup> 1 mm
Resistencia a la penetración del agua	3	Protegido contra el agua en forma de lluvia
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	0	No declarada
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada
<b>Notas:</b>		
<b>NA : No aplicable</b>		
<b>(*) Para tubos embebidos en hormigón aplica 250 N y grado Ligero; para tubos en suelo ligero aplica 450 N y grado Normal; para tubos en suelos pesados aplica 750 N y grado Normal</b>		

Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los Se considera suelo ligero aquel suelo uniforme que no sea del tipo pedregoso y con cargas superiores ligeras, como por ejemplo, aceras, parques y jardines. Suelo pesado es aquel del tipo pedregoso y duro y con cargas superiores pesadas, como por ejemplo, calzadas y vías férreas.

## Instalación.

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

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.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.

- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

#### Accesorios necesarios.

- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.
- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.
- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

### CONDUCTORES AISLADOS FIJADOS DIRECTAMENTE SOBRE LAS PAREDES.

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV, provistos de aislamiento y cubierta (se incluyen cables armados o con aislamiento mineral).

Para la ejecución de las canalizaciones se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- Se fijarán sobre las paredes por medio de bridas, abrazaderas, o collares de forma que no perjudiquen las cubiertas de los mismos.
- Con el fin de que los cables no sean susceptibles de doblarse por efecto de su propio peso, los puntos de fijación de los mismos estarán suficientemente próximos. La distancia entre dos puntos de fijación sucesivos, no excederá de 0,40 metros.
- Cuando los cables deban disponer de protección mecánica por el lugar y condiciones de instalación en que se efectúe la misma, se utilizarán cables armados. En caso de no utilizar estos cables, se establecerá una protección mecánica complementaria sobre los mismos.
- Se evitará curvar los cables con un radio demasiado pequeño y salvo prescripción en contra fijada en la Norma UNE correspondiente al cable utilizado, este radio no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.
- Los cruces de los cables con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior a éstas, dejando una distancia mínima de 3 cm entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los
- cables cuando el cruce se efectúe por la parte anterior de aquélla.
- Los extremos de los cables serán estancos cuando las características de los locales o emplazamientos así lo exijan, utilizándose a este fin cajas u otros dispositivos adecuados. La estanqueidad podrá quedar asegurada con la ayuda de prensaestopas.
- Los empalmes y conexiones se harán por medio de cajas o dispositivos equivalentes provistos de tapas desmontables que aseguren a la vez la continuidad de la protección mecánica establecida, el aislamiento y la inaccesibilidad de las conexiones y permitiendo su verificación en caso necesario.

### CONDUCTORES AISLADOS ENTERRADOS.

Las condiciones para estas canalizaciones, en las que los conductores aislados deberán ir bajo tubo salvo que tengan cubierta y una tensión asignada 0,6/1kV, se establecerán de acuerdo con lo señalado en la Instrucciones ITC-BT-07 e ITC-BT-21.

## CONDUCTORES AISLADOS DIRECTAMENTE EMPOTRADOS EN ESTRUCTURAS.

Para estas canalizaciones son necesarios conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral). La temperatura mínima y máxima de instalación y servicio será de -5°C y 90°C respectivamente (polietileno reticulado o etileno-propileno).

## CONDUCTORES AISLADOS EN EL INTERIOR DE LA CONSTRUCCION.

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Los cables o tubos podrán instalarse directamente en los huecos de la construcción con la condición de que sean no propagadores de la llama.

Los huecos en la construcción admisibles para estas canalizaciones podrán estar dispuestos en muros, paredes, vigas, forjados o techos, adoptando la forma de conductos continuos o bien estarán comprendidos entre dos superficies paralelas como en el caso de falsos techos o muros con cámaras de aire.

La sección de los huecos será, como mínimo, igual a cuatro veces la ocupada por los cables o tubos, y su dimensión más pequeña no será inferior a dos veces el diámetro exterior de mayor sección de éstos, con un mínimo de 20 milímetros.

Las paredes que separen un hueco que contenga canalizaciones eléctricas de los locales inmediatos, tendrán suficiente solidez para proteger éstas contra acciones previsibles.

Se evitarán, dentro de lo posible, las asperezas en el interior de los huecos y los cambios de dirección de los mismos en un número elevado o de pequeño radio de curvatura.

La canalización podrá ser reconocida y conservada sin que sea necesaria la destrucción parcial de las paredes, techos, etc., o sus guarnecidos y decoraciones.

Los empalmes y derivaciones de los cables serán accesibles, disponiéndose para ellos las cajas de derivación adecuadas.

Se evitará que puedan producirse infiltraciones, fugas o condensaciones de agua que puedan penetrar en el interior del hueco, prestando especial atención a la impermeabilidad de sus muros exteriores, así como a la proximidad de tuberías de conducción de líquidos, penetración de agua al efectuar la limpieza de suelos, posibilidad de acumulación de aquélla en partes bajas del hueco, etc.

## CONDUCTORES AISLADOS BAJO CANALES PROTECTORAS.

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable. Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como "canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas". En su interior se podrán colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corriente, dispositivos de mando y control, etc, siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante. También se podrán realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

Las canalizaciones para instalaciones superficiales ordinarias tendrán unas características mínimas indicadas a continuación:

Característica	Grado	
<b>Dimensión del lado mayor de la sección transversal</b>	≤ 16 mm	> 16 mm
<b>Resistencia al impacto</b>	Muy ligera	Media
<b>Temperatura mínima de instalación y servicio</b>	+15°C	-5°C
<b>Temperatura máxima de instalación y servicio</b>	+60°C	+60°C
<b>Propiedades eléctricas</b>	Aislante	Continuidad eléctrica/aislante
<b>Resistencia a la penetración de objetos sólidos</b>	4	no inferior a 2
<b>Resistencia a la penetración de agua</b>	No declarada	
<b>Resistencia a la propagación de la llama</b>	No propagador	

El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en las normas UNE-EN 501085.

Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama. Dichas características serán conformes a las normas de la serie UNE-EN 50.085.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al local donde se efectúa la instalación.

Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada.

La tapa de las canales quedará siempre accesible.

## CONDUCTORES AISLADOS BAJO MOLDURAS.

Estas canalizaciones están constituidas por cables alojados en ranuras bajo molduras. Podrán utilizarse únicamente en locales o emplazamientos clasificados como secos, temporalmente húmedos o polvorientos. Los cables serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las molduras cumplirán las siguientes condiciones:

- Las ranuras tendrán unas dimensiones tales que permitan instalar sin dificultad por ellas a los conductores o cables. En principio, no se colocará más de un conductor por ranura, admitiéndose, no obstante, colocar varios conductores siempre que pertenezcan al mismo circuito y la ranura presente dimensiones adecuadas para ello.
- La anchura de las ranuras destinadas a recibir cables rígidos de sección igual o inferior a 6 mm<sup>2</sup> serán, como mínimo, de 6 mm.

Para la instalación de las molduras se tendrá en cuenta:

- Las molduras no presentarán discontinuidad alguna en toda la longitud donde contribuyen a la protección mecánica de los conductores. En los cambios de dirección, los ángulos de las ranuras serán obtusos.
- Las canalizaciones podrán colocarse al nivel del techo o inmediatamente encima de los rodapiés. En ausencia de éstos, la parte inferior de la moldura estará, como mínimo, a 10 cm por encima del suelo.
- En el caso de utilizarse rodapiés ranurados, el conductor aislado más bajo estará, como mínimo, a 1,5 cm por encima del suelo.
- Cuando no puedan evitarse cruces de estas canalizaciones con las destinadas a otro uso (agua, gas, etc.), se utilizará una moldura especialmente concebida para estos cruces o preferentemente un tubo rígido empotrado que sobresaldrá por una y otra parte del cruce. La separación entre dos canalizaciones que se crucen será, como mínimo de 1 cm en el caso de utilizar molduras especiales para el cruce y 3 cm, en el caso de utilizar tubos rígidos empotrados.
- Las conexiones y derivaciones de los conductores se hará mediante dispositivos de conexión con tornillo o sistemas equivalentes.
- Las molduras no estarán totalmente empotradas en la pared ni recubiertas por papeles, tapicerías o cualquier otro material, debiendo quedar su cubierta siempre al aire.
- Antes de colocar las molduras de madera sobre una pared, debe asegurarse que la pared está suficientemente seca; en caso contrario, las molduras se separarán de la pared por medio de un producto hidrófugo.

## CONDUCTORES AISLADOS EN BANDEJA O SOPORTE DE BANDEJAS.

Sólo se utilizarán conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral), unipolares o multipolares según norma UNE 20.460 -5-52.

El material usado para la fabricación será acero laminado de primera calidad, galvanizado por inmersión. La anchura de las canaletas será de 100 mm como mínimo, con incrementos de 100 en 100 mm. La longitud de los tramos rectos será de dos metros. El fabricante indicará en su catálogo la carga máxima admisible, en N/m, en función de la anchura y de la distancia entre soportes. Todos los accesorios, como codos, cambios de plano, reducciones, tes, uniones, soportes, etc, tendrán la misma calidad que la bandeja.

Las bandejas y sus accesorios se sujetarán a techos y paramentos mediante herrajes de suspensión, a distancias tales que no se produzcan flechas superiores a 10 mm y estarán perfectamente alineadas con los cerramientos de los locales.

No se permitirá la unión entre bandejas o la fijación de las mismas a los soportes por medio de soldadura, debiéndose utilizar piezas de unión y tornillería cadmiada. Para las uniones o derivaciones de líneas se utilizarán cajas metálicas que se fijarán a las bandejas.

### **3.1.3 CAJAS DE EMPALME Y DERIVACION**

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será igual, por lo menos, a una vez y media el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm; el lado o diámetro de la caja será de al menos 80 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados. En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión.

Los conductos se fijarán firmemente a todas las cajas de salida, de empalme y de paso, mediante contratueras y casquillos. Se tendrá cuidado de que quede al descubierto el número total de hilos de rosca al objeto de que el casquillo pueda ser perfectamente apretado contra el extremo del conducto, después de lo cual se apretará la contratuerca para poner firmemente el casquillo en contacto eléctrico con la caja.

Los conductos y cajas se sujetarán por medio de pernos de fiador en ladrillo hueco, por medio de pernos de expansión en hormigón y ladrillo macizo y clavos Split sobre metal. Los pernos de fiador de tipo tornillo se usarán en instalaciones permanentes, los de tipo de tuerca cuando se precise desmontar la instalación, y los pernos de expansión serán de apertura efectiva. Serán de construcción sólida y capaz de resistir una tracción mínima de 20 kg. No se hará uso de clavos por medio de sujeción de cajas o conductos.

### 3.1.4 APARATOS DE MANDO Y MANIOBRA

Los interruptores y conmutadores cortarán la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia. Serán del tipo cerrado y de material aislante. Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder de 65 °C en ninguna de sus piezas. Su construcción será tal que permita realizar un número total de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo. Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1.000 voltios.

Las tomas de corriente serán de material aislante, llevarán marcadas su intensidad y tensión nominales de trabajo y dispondrán, como norma general, todas ellas de puesta a tierra.

Todos ellos irán instalados en el interior de cajas empotradas en los paramentos, de forma que al exterior sólo podrá aparecer el mando totalmente aislado y la tapa embellecedora.

En el caso en que existan dos mecanismos juntos, ambos se alojarán en la misma caja, la cual deberá estar dimensionada suficientemente para evitar falsos contactos.

### 3.1.5 APARATOS DE PROTECCION

#### CUADROS ELECTRICOS.

Todos los cuadros eléctricos serán nuevos y se entregarán en obra sin ningún defecto. Estarán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

Cada circuito en salida de cuadro estará protegido contra las sobrecargas y cortocircuitos. La protección contra corrientes de defecto hacia tierra se hará por circuito o grupo de circuitos según se indica en el proyecto, mediante el empleo de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada, según ITC-BT-24.

Los cuadros serán adecuados para trabajo en servicio continuo. Las variaciones máximas admitidas de tensión y frecuencia serán del + 5 % sobre el valor nominal.

Los cuadros serán diseñados para servicio interior, completamente estancos al polvo y la humedad, ensamblados y cableados totalmente en fábrica, y estarán constituidos por una estructura metálica de perfiles laminados en frío, adecuada para el montaje sobre el suelo, y paneles de cerramiento de chapa de acero de fuerte espesor, o de cualquier otro material que sea mecánicamente resistente y no inflamable.

Alternativamente, la cabina de los cuadros podrá estar constituida por módulos de material plástico, con la parte frontal transparente.

Las puertas estarán provistas con una junta de estanquidad de neopreno o material similar, para evitar la entrada de polvo.

Todos los cables se instalarán dentro de canaletas provista de tapa desmontable. Los cables de fuerza irán en canaletas distintas en todo su recorrido de las canaletas para los cables de mando y control.

Los aparatos se montarán dejando entre ellos y las partes adyacentes de otros elementos una distancia mínima igual a la recomendada por el fabricante de los aparatos, en cualquier caso nunca inferior a la cuarta parte de la dimensión del aparato en la dirección considerada.

La profundidad de los cuadros será de 500 mm y su altura y anchura la necesaria para la colocación de los componentes e igual a un múltiplo entero del módulo del fabricante. Los cuadros estarán diseñados para poder ser ampliados por ambos extremos.

Los aparatos indicadores (lámparas, amperímetros, voltímetros, etc), dispositivos de mando (pulsadores, interruptores, conmutadores, etc), paneles sinópticos, etc, se montarán sobre la parte frontal de los cuadros.

Todos los componentes interiores, aparatos y cables, serán accesibles desde el exterior por el frente.

El cableado interior de los cuadros se llevará hasta una regleta de bornas situada junto a las entradas de los cables desde el exterior.

Las partes metálicas de la envoltura de los cuadros se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos manos de pintura anticorrosiva y una pintura de acabado de color que se especifique en las Mediciones o, en su defecto, por la Dirección Técnica durante el transcurso de la instalación.

La construcción y diseño de los cuadros deberán proporcionar seguridad al personal y garantizar un perfecto funcionamiento bajo todas las condiciones de servicio, y en particular:

- Los compartimentos que hayan de ser accesibles para accionamiento o mantenimiento estando el cuadro en servicio no tendrán piezas en tensión al descubierto.
- El cuadro y todos sus componentes serán capaces de soportar las corrientes de cortocircuito (kA) según especificaciones reseñadas en planos y mediciones.

#### INTERRUPTORES AUTOMATICOS.

En el origen de la instalación y lo más cerca posible del punto de alimentación a la misma, se colocará el cuadro general de mando y protección, en el que se dispondrá un interruptor general de corte omnipolar, así como dispositivos de protección contra sobrecargas de cada uno de los circuitos que parten de dicho cuadro.

La protección contra sobrecargas para todos los conductores (fases y neutro) de cada circuito se hará con interruptores magnetotérmicos o automáticos de corte omnipolar, con curva térmica de corte para la protección a sobrecargas y sistema de corte electromagnético para la protección a cortocircuitos.

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución o tipo de conductores

utilizados. No obstante, no se exige instalar dispositivos de protección en el origen de un circuito en que se presente una disminución de la intensidad admisible en el mismo, cuando su protección quede asegurada por otro dispositivo instalado anteriormente.

Los interruptores serán de ruptura al aire y de disparo libre y tendrán un indicador de posición. El accionamiento será directo por polos con mecanismos de cierre por energía acumulada. El accionamiento será manual o manual y eléctrico, según se indique en el esquema o sea necesario por necesidades de automatismo. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión.

El interruptor de entrada al cuadro, de corte omnipolar, será selectivo con los interruptores situados aguas abajo, tras él.

Los dispositivos de protección de los interruptores serán relés de acción directa.

### GUARDAMOTORES.

Los contactores guardamotores serán adecuados para el arranque directo de motores, con corriente de arranque máxima del 600 % de la nominal y corriente de desconexión igual a la nominal.

La longevidad del aparato, sin tener que cambiar piezas de contacto y sin mantenimiento, en condiciones de servicio normales (conecta estando el motor parado y desconecta durante la marcha normal) será de al menos 500.000 maniobras.

La protección contra sobrecargas se hará por medio de relés térmicos para las tres fases, con rearme manual accionable desde el interior del cuadro.

En caso de arranque duro, de larga duración, se instalarán relés térmicos de característica retardada. En ningún caso se permitirá cortocircuitar el relé durante el arranque.

La verificación del relé térmico, previo ajuste a la intensidad nominal del motor, se hará haciendo girar el motor a plena carga en monofásico; la desconexión deberá tener lugar al cabo de algunos minutos.

Cada contactor llevará dos contactos normalmente cerrados y dos normalmente abiertos para enclavamientos con otros aparatos.

### FUSIBLES.

Los fusibles serán de alta capacidad de ruptura, limitadores de corriente y de acción lenta cuando vayan instalados en circuitos de protección de motores.

Los fusibles de protección de circuitos de control o de consumidores óhmicos serán de alta capacidad ruptura y de acción rápida.

Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán contruidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

No serán admisibles elementos en los que la reposición del fusible pueda suponer un peligro de accidente. Estará montado sobre una empuñadura que pueda ser retirada fácilmente de la base.

### INTERRUPTORES DIFERENCIALES.

1º/ La protección contra contactos directos se asegurará adoptando las siguientes medidas:

- Protección por aislamiento de las partes activas.

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

- Protección por medio de barreras o envolventes.

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE20.324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IP XXD.

Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

- La ayuda de una llave o de una herramienta;
- Después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes;
- Si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.

### Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual.

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

2º/ La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación". Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

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. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \times I_a < U$$

Dónde:

- $R_a$  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 ó 24V).

### SECCIONADORES.

Los seccionadores en carga serán de conexión y desconexión brusca, ambas independientes de la acción del operador.

Los seccionadores serán adecuados para servicio continuo y capaces de abrir y cerrar la corriente nominal a tensión nominal con un factor de potencia igual o inferior a 0,7.

### EMBARRADOS.

El embarrado principal constará de tres barras para las fases y una, con la mitad de la sección de las fases, para el neutro. La barra de neutro deberá ser seccionable a la entrada del cuadro.

Las barras serán de cobre electrolítico de alta conductividad y adecuadas para soportar la intensidad de plena carga y las corrientes de cortocircuito que se especifiquen en memoria y planos.

Se dispondrá también de una barra independiente de tierra, de sección adecuada para proporcionar la puesta a tierra de las partes metálicas no conductoras de los aparatos, la carcasa del cuadro y, si los hubiera, los conductores de protección de los cables en salida.

### PRENSAESTOPAS Y ETIQUETAS.

Los cuadros irán completamente cableados hasta las regletas de entrada y salida.

Se proveerán prensaestopas para todas las entradas y salidas de los cables del cuadro; los prensaestopas serán de doble cierre para cables armados y de cierre sencillo para cables sin armar.

Todos los aparatos y bornes irán debidamente identificados en el interior del cuadro mediante números que correspondan a la designación del esquema. Las etiquetas serán marcadas de forma indeleble y fácilmente legible.

En la parte frontal del cuadro se dispondrán etiquetas de identificación de los circuitos, constituidas por placas de chapa de aluminio firmemente fijadas a los paneles frontales, impresas al horno, con fondo negro mate y letreros y zonas de estampación en aluminio pulido. El fabricante podrá adoptar cualquier solución para el material de las etiquetas, su soporte y la impresión, con tal de que sea duradera y fácilmente legible.

En cualquier caso, las etiquetas estarán marcadas con letras negras de 10 mm de altura sobre fondo blanco.

## **3.2 NORMAS DE EJECUCION DE LAS INSTALACIONES**

El local donde se coloquen los módulos de contadores no será húmedo, estará lo suficientemente iluminado y si la cota del suelo es inferior o igual a la de los pasillos y locales colindantes, deberán disponerse sumideros de desagüe para que en caso de avería, descuido o rotura de tubería de agua, no puedan producirse inundaciones en dicho local.

El conexionado entre los dispositivos de protección situados en el cuadro de protección se ejecutará ordenadamente procurando disponer regletas de conexionado tanto en los conductores activos como en los de protección. Cada uno de los circuitos dispondrá de su correspondiente etiqueta nominada, así como un letrero metálico en el que figure el nombre del instalador autorizado, fecha de ejecución y grado de electrificación del circuito de fuerza motriz del alumbrado.

No se permitirá más de tres conductores en la misma borna. La conexión de los interruptores unipolares se realizará sobre la fase activa.

La ejecución de las canalizaciones eléctricas efectuadas bajo tubo se realizará de tal forma que sea posible la fácil introducción, así como la retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados estos y sus accesorios, se dispondrá además de los registros que se

consideren convenientes. Los conductores se alojarán en los tubos después de colocados y fijados éstos. La unión entre conductores, como empalmes y derivaciones, no se podrá realizar por retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberán de realizarse siempre utilizando bornes de conexión, montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión. Estas uniones se efectuarán siempre en el interior de las cajas de empalme y de forma que de cada borne no salgan más de tres conductores.

La conexión de los interruptores unipolares se realizará siempre sobre el conductor de fase, al igual que los cortacircuitos fusibles que se montarán sobre dicho conductor de fase.

No se utilizará nunca un mismo conductor neutro o de protección para dos o varios circuitos.

En el volumen de prohibición no se instalarán interruptores, tomas de corriente, ni aparatos de iluminación.

En el volumen de protección no se instalarán interruptores pero se podrán instalar tomas de corriente de seguridad.

Todas las tomas de corriente llevarán tomas de tierra.

Se dispondrá de punto de puesta a tierra y señalizado, para poder realizar la medición de la resistencia a tierra.

Tanto la placa de pulsadores del aparato de telefonía como el cerrojo eléctrico, como el amplificador de televisión se conectarán a tierra.

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección Técnica, bien entendiendo que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la instalación.

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la

Dirección Facultativa, no pudiendo, por tanto, servir de pretexto al contratista la baja en subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

Antes de iniciar el tendido de la red de distribución, deberán estar ejecutados los elementos estructurales que hayan de soportarla o en los que vaya a ser empotrada: forjados, tabiquería, etc. Salvo cuando al estar previstas se hayan dejado preparadas las necesarias canalizaciones al ejecutar la obra previa, deberá replantearse sobre ésta en forma visible la situación de las cajas de mecanismos, de registro y protección, así como el recorrido de las líneas, señalando de forma conveniente la naturaleza de cada elemento.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia de 3 cm, por lo menos.

En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, o de humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa, y por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia mínima de 150 mm o por medio de pantallas calorífugas.

Como norma general, las canalizaciones eléctricas no se situarán paralelamente por debajo de otras que puedan dar lugar a condensaciones.

Las canalizaciones eléctricas se dispondrán de manera que en cualquier momento se pueda controlar su aislamiento, localizar y separar las partes averiadas y, llegado el caso, reemplazar fácilmente los conductores deteriorados.

Se adoptarán las precauciones necesarias para evitar el aplastamiento de suciedad, yeso u hojarasca en el interior de los conductos, tubos, accesorios y cajas durante la instalación. Los tramos de conductos que hayan quedado taponados se limpiarán perfectamente hasta dejarlos libres de dichas acumulaciones, o se sustituirán conductos que hayan sido aplastados o deformados.

Los portalámparas destinados a lámparas de incandescencia deberán resistir la corriente prevista, y llevarán la indicación correspondiente a la tensión e intensidad nominales para las que han sido diseñados.

Se prohíbe colgar la armadura y globos de las lámparas utilizando para ello los conductores que llevan la corriente a los mismos. El elemento de suspensión, caso de ser metálico, deberá estar aislado de la armadura.

Los circuitos de alimentación a lámparas o tubos de descarga estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas. La carga mínima prevista en voltamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de los receptores. El conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase.

Todas las partes bajo tensión, así como los conductores, aparatos auxiliares y los propios receptores, excepto las partes que producen o transmiten la luz, estarán protegidas por adecuadas pantallas o envolturas aislantes o metálicas puestas a tierra.

Los aparatos de alumbrado tipo fluorescencia se suministrarán completos con cebadores, reactancias, condensadores y lámparas.

Todos los aparatos deberán tener un acabado adecuado resistente a la corrosión en todas sus partes metálicas y serán completos con portalámparas y accesorios cableados. Los portalámparas para lámparas incandescentes serán de una pieza de porcelana, baquelita o material aislante. Cuando sea necesario el empleo de unidad montada el sistema mecánico del montaje será efectivo, no existirá posibilidad de que los componentes del conjunto se muevan cuando se enrosque o desenrosque una lámpara. Las reactancias para lámparas fluorescentes suministrarán un voltaje suficiente alto para producir el cebado y deberán limitar la corriente a través del tubo a un valor de seguridad predeterminado.

Las reactancias y otros dispositivos de los aparatos fluorescentes serán de construcción robusta, montados sólidamente y protegidos convenientemente contra la corrosión. Las reactancias y otros dispositivos serán desmontables sin necesidad de desmontar todo el aparato.

El cableado en el interior de los aparatos se efectuará esmeradamente y en forma que no se causen daños mecánicos a los cables. Se evitará el cableado excesivo. Los conductores se dispondrán de forma que no queden sometidos a temperaturas superiores a las designadas para los mismos. Las dimensiones de los conductores se basarán en el voltaje y potencia de la lámpara, pero en ningún caso será de dimensiones inferiores a  $1 \text{ mm}^2$ . El aislamiento será plástico o goma. No se emplearán soldaduras en la construcción de los aparatos, que estarán diseñados de forma que los materiales combustibles adyacentes no puedan quedar sometidos a temperaturas superiores a  $90^\circ$ .

Los aparatos a pruebas de intemperie serán de construcción sólida, capaces de resistir sin deterioro la acción de la humedad e impedirán el paso de ésta en su interior.

Las lámparas incandescentes serán del tipo para usos generales de filamento de tungsteno.

Los tubos fluorescentes serán de base media de dos espigas, blanco, frío normal. Los tubos de 40 W tendrán una potencia de salida de 2.900 lumens, como mínimo, y la potencia de los tubos de 20 W será aproximadamente de 1.080 lumens.

Los motores estarán contruidos o se instalarán de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente.

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125 por 100 de la intensidad a plena carga del motor en cuestión y si alimentan a varios motores, deberán estar dimensionados para una intensidad no menor a la suma del 125 por 100 de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia más la intensidad a plena carga de los demás.

Los motores estarán protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, siendo de tal naturaleza que cubran, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases.

En el caso de motores con arranque estrella-triángulo la protección asegurará a los circuitos, tanto para conexión de estrella como para la de triángulo.

Las características de los dispositivos de protección estarán de acuerdo con las de los motores a proteger y con las condiciones de servicio previstas para éstos, debiendo seguirse las indicaciones dadas por el fabricante de los mismos.

Los motores estarán protegidos contra la falta de tensión por un dispositivos de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia de un restablecimiento de la tensión, puede provocar accidentes, oponerse a dicho establecimiento o perjudicar el motor.

En general, los motores de potencia superior a 0,75 kW estarán provistos de reóstatos de arranque o dispositivos equivalentes que no permitan que la relación de corriente entre el periodo de arranque y el de marcha normal que corresponda a su plena carga, según las características del motor que debe indicar su placa, sea superior a la señalada en el cuadro siguiente:

- De 0,75 kW a 1,5 kW: 4,5
- De 1,50 kW a 5 kW: 3,0
- De 5 kW a 15 kW: 2
- De más de 15 kW: 1,5

Todos los motores de potencia superior a 5 kW tendrán seis bornes de conexión, con tensión de la red correspondiente a la conexión en triángulo del bobinado (motor de 220/380 V para redes de 220 V entre fases y de 380/660 V para redes de 380 V entre fases), de tal manera que será siempre posible efectuar un arranque en estrella-triángulo del motor.

Los motores deberán cumplir, tanto en dimensiones y formas constructivas, como en la asignación de potencia a los diversos tamaños de carcasa, con las recomendaciones europeas IEC y las normas UNE, DIN y VDE. Las normas UNE específicas para motores son la 20.107, 20.108, 20.111, 20.112, 20.113, 20.121, 20.122 y 20.324.

Para la instalación en el suelo se usará normalmente la forma constructiva B-3, con dos platos de soporte, un extremo de eje libre y carcasa con patas. Para montaje vertical, los motores llevarán cojinetes previstos para soportar el peso del rotor y de la polea.

La clase de protección se determina en las normas UNE 20.324 y DIN 40.050. Todos los motores deberán tener la clase de protección IP 44 (protección contra contactos accidentales con herramienta y contra la penetración de cuerpos sólidos con diámetro mayor de 1 mm, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección), excepto para instalación a la intemperie o en ambiente húmedo o polvoriento y dentro de unidades de tratamiento de aire, donde se usarán motores con clase de protección IP 54 (protección total contra contactos involuntarios de cualquier clase, protección contra depósitos de polvo, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección).

Los motores con protecciones IP 44 e IP 54 son completamente cerrados y con refrigeración de superficie.

Todos los motores deberán tener, por lo menos, la clase de aislamiento B, que admite un incremento máximo de temperatura de 80 °C sobre la temperatura ambiente de referencia de 40 °C, con un límite máximo de temperatura del devanado de 130 °C.

El diámetro y longitud del eje, las dimensiones de las chavetas y la altura del eje sobre la base estarán de acuerdo a las recomendaciones IEC.

La calidad de los materiales con los que están fabricados los motores serán las que se indican a continuación:

- Carcasa: de hierro fundido de alta calidad, con patas solidarias y con aletas de refrigeración.
- Estator: paquete de chapa magnética y bobinado de cobre electrolítico, montados en estrecho contacto con la carcasa para disminuir la resistencia térmica al paso del calor hacia el exterior de la misma. La impregnación del bobinado para el aislamiento eléctrico se obtendrá evitando la formación de burbujas y deberá resistir las sollicitaciones térmicas y dinámicas a las que viene sometido.
- Rotor: formado por un paquete ranurado de chapa magnética, donde se alojará el devanado secundario en forma de jaula de aleación de aluminio, simple o doble.
- Eje: de acero duro.
- Ventilador: interior (para las clases IP 44 e IP 54), de aluminio fundido, solidario con el rotor, o de plástico inyectado.
- Rodamientos: de esfera, de tipo adecuado a las revoluciones del rotor y capaces de soportar ligeros empujes axiales en los motores de eje horizontal (se seguirán las instrucciones del fabricante en cuanto a marca, tipo y cantidad de grasa necesaria para la lubricación y su duración).
- Cajas de bornes y tapa: de hierro fundido con entrada de cables a través de orificios roscados con prensa-estopas.
- Para la correcta selección de un motor, que se hará par servicio continuo, deberán considerarse todos y cada uno de los siguientes factores:
- Potencia máxima absorbida por la máquina accionada, incluidas las pérdidas por transmisión.
- Velocidad de rotación de la máquina accionada.
- Características de la acometida eléctrica (número de fases, tensión y frecuencia).
- Clase de protección (IP 44 o IP 54).
- Clase de aislamiento (B o F).
- Forma constructiva.
- Temperatura máxima del fluido refrigerante (aire ambiente) y cota sobre el nivel del mar del lugar de emplazamiento.
- Momento de inercia de la máquina accionada y de la transmisión referido a la velocidad de rotación del motor.
- Curva del par resistente en función de la velocidad.
-

Los motores podrán admitir desviaciones de la tensión nominal de alimentación comprendidas entre el 5 % en más o menos.

Antes de conectar un motor a la red de alimentación, deberá comprobarse que la resistencia de aislamiento del bobinado estatórico sea superior a 1,5 megahomios. En caso de que sea inferior, el motor será rechazado por la DO y deberá ser secado en un taller especializado, siguiendo las instrucciones del fabricante, o sustituido por otro.

El número de polos del motor se elegirá de acuerdo a la velocidad de rotación de la máquina accionada.

En caso de acoplamiento de equipos (como ventiladores) por medio de poleas y correas trapezoidales, el número de polos del motor se escogerá de manera que la relación entre velocidades de rotación del motor y del ventilador sea inferior a 2,5.

Todos los motores llevarán una placa de características, situada en lugar visible y escrita de forma indeleble, en la que aparecerán, por lo menos, los siguientes datos:

- Potencia de motor.
- Velocidad de rotación.
- Intensidad de corriente a la(s) tensión(es) de funcionamiento.
- Intensidad de arranque.
- Tensión(es) de funcionamiento.
- Nombre del fabricante y modelo.

### **3.3 PRUEBAS REGLAMENTARIAS.**

Las diferentes instalaciones eléctricas deberán de presentar una resistencia de aislamiento como mínimo de 400.000 Ohmios y de conformidad por lo menos igual a 1.000 U siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios.

El aislamiento de la instalación eléctrica se medirá con relación a tierra y entre conductores, mediante la aplicación de una tensión continua suministrada por un generador que proporcione en vacío una tensión comprendida entre 500 y 1.000 voltios y con un mínimo de 250 V., con una carga externa de 100.000 ohmios.

La rigidez dieléctrica de la instalación, ha de ser tal que desconectados todos los aparatos de utilización, resista durante un minuto una prueba de tensión por lo menos igual a  $2U + 1.000$ , siendo U la máxima tensión de servicio y con un mínimo de 1.500 V.

Se efectuará la correspondiente medición de la resistencia de tierra, en el borne preparado para tal fin, y se comprobará que está entre los valores relacionados en este proyecto.

### 3.4 CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD

El circuito eléctrico de alumbrado de la escalera, así como el de la caja de ascensor en su caso, se instalarán completamente independientes entre sí y de cualquier otro circuito eléctrico.

Los apliques del alumbrado del patio y escalera siempre que sean metálicos se conectarán a tierra, por consiguiente deberá disponerse de conductor de protección en los referidos puntos de luz.

Los mecanismos de mando, maniobra y protección se situarán a las alturas indicadas:

- Interruptores, conmutadores y pulsadores, así como los cortacircuitos fusibles a una altura no inferior a 1,08m y no superior a 1,20 m.
- Las tomas de corriente de 10 y 16A., a una altura no inferior a 19 cm., o no superior a 21 cm, en habitaciones mientras que en las de baños, aseos y cocinas lo serán en función de los aparatos electrodomésticos.

Las cajas de empalme y derivación, así como el tendido de los tubos de protección de las diferentes canalizaciones eléctricas interiores de viviendas irán colocados a 20 cm. del techo.

### 3.5 CERTIFICADOS Y DOCUMENTACION

Para la puesta en marcha de la instalación se ha de cumplimentar:

- Proyecto.
- Certificado de dirección y terminación de obra.
- Certificados del instalador.

En poder del titular deberá quedar una copia del proyecto de la instalación, con reflejo de las modificaciones que en el transcurso del montaje se han podido efectuar.

### 3.6 LIBRO DE ÓRDENES

No es obligatorio poseerlo al no ser un local de pública concurrencia.

## 4 Presupuesto

### Mediciones

Se ha realizado el recuento de los materiales utilizados en mayor cantidad del edificio.

<b>Instalaciones de enlace</b>		
Unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 70 mm <sup>2</sup>	m	87
Unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 35 mm <sup>2</sup> de sección	m	58
Caja General de Protección CGP	ud.	1
Tubo de PVC, serie B, de 160 mm de diámetro.	m	29
<b>Líneas eléctricas</b>		
Cable unipolar ES07Z1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 35 mm <sup>2</sup>	m	884
6-D	m	74
7-F	m	80
8-A	m	76
9-B	m	76
11-D	m	78
12-A	m	82
13-B	m	82
15-D	m	84
16-A	m	86

<b>17-B</b>	<b>m 78</b>
<b>18-C</b>	<b>m 88</b>

<b>Cable unipolar ES07Z1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 25 mm<sup>2</sup></b>	<b>m 466</b>
---	--------------

<b>1-A</b>	<b>m 64</b>
<b>2-B</b>	<b>m 64</b>
<b>3-A</b>	<b>m 70</b>
<b>4-B</b>	<b>m 70</b>
<b>5-C</b>	<b>m 60</b>
<b>10-C</b>	<b>m 66</b>
<b>14-C</b>	<b>m 72</b>

<b>Cable unipolar ES07Z1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 16 mm<sup>2</sup></b>	<b>m 726</b>
---	--------------

<b>1-A</b>	<b>m 32</b>
<b>2-B</b>	<b>m 32</b>
<b>3-A</b>	<b>m 35</b>
<b>4-B</b>	<b>m 35</b>
<b>5-C</b>	<b>m 30</b>
<b>6-D</b>	<b>m 37</b>
<b>7-F</b>	<b>m 40</b>
<b>8-A</b>	<b>m 38</b>
<b>9-B</b>	<b>m 38</b>
<b>10-C</b>	<b>m 33</b>
<b>11-D</b>	<b>m 39</b>
<b>12-A</b>	<b>m 41</b>
<b>13-B</b>	<b>m 41</b>
<b>14-C</b>	<b>m 36</b>
<b>15-D</b>	<b>m 42</b>
<b>16-A</b>	<b>m 43</b>

17-B	m	39
18-C	m	44
Derivación garaje	m	51
Local comercial	m	80
<b>Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 6 mm<sup>2</sup></b>	<b>m</b>	<b>740</b>
Servicios generales	m	20
Circuito C3	m	450
Circuito C9	m	270
<b>Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 4 mm<sup>2</sup></b>	<b>m</b>	<b>1069</b>
Circuito C4	m	972
Servicios generales	m	97
<b>Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm<sup>2</sup></b>	<b>m</b>	<b>7245</b>
Circuito C2	m	5508
Circuito C5	m	1296
Servicios generales	m	441
<b>Cable unipolar SZ1-K (AS+), resistente al fuego según UNE-EN 50200, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm<sup>2</sup></b>	<b>m</b>	<b>411</b>
Garaje	m	411
<b>Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm<sup>2</sup></b>	<b>m</b>	<b>7045</b>
Servicios generales	m	241
Circuito C1	m	6804
<b>Conductor de cobre de 1,5 mm<sup>2</sup> de sección, para hilo de mando, de color rojo (tarifa nocturna).</b>	<b>m</b>	<b>716</b>
Derivaciones individuales viviendas	m	675
Derivación garaje	m	17
Derivación servicios generales	m	4
Derivación local comercial	m	20
<b>Tubo rígido de PVC, roscable, curvable en caliente, de color negro, de 63 mm</b>	<b>m</b>	<b>884</b>
<b>Tubo rígido de PVC, roscable, curvable en caliente, de color negro, de 50 mm</b>	<b>m</b>	<b>466</b>
<b>Cuadros eléctricos</b>		
Cuadro general vivienda	ud.	18
Cuadro general servicios comunes	ud.	1

<b>Cajas empotrables</b>		
Caja de derivación para empotrar de 105x105 mm	ud.	132
Caja de derivación para empotrar de 105x165 mm	ud.	54
Caja de empotrar universal, enlace por los 2 lados.	ud.	648
Caja de empotrar universal, enlace por los 4 lados.	ud.	288
Caja de empotrar para toma de 25 A (especial para toma de corriente en cocinas).	ud.	18
Caja de derivación estanca para colocar en superficie, de 105x105x55 mm.		17
Caja de empotrar universal.		25

<b>Mecanismos</b>		
Interruptor unipolar.	ud.	108
Doble interruptor.	ud.	18
Interruptor bipolar.	ud.	18
Conmutador.	ud.	180
Conmutador de cruce.	ud.	36
Pulsador, con tecla con símbolo de timbre.	ud.	18
Zumbador 230 V.	ud.	18
Base de enchufe de 16 A 2P+T.	ud.	556
Base de enchufe de 25 A 2P+T y 250 V para cocina.		18

<b>Puesta a tierra</b>		
Placa de cobre electrolítico puro para toma de tierra, de 500x500x1,5 mm	m	2
Piqueta 2m Ø14mm	ud.	2
Red de equipotencialidad	ud.	6

## Precio unitario

Descripción	Precio Ud. (€)
Placa de cobre electrolítico puro para toma de tierra, de 500x500x1,5 mm	156
Pletina conductora de cobre estañado, desnuda, de 30x2 mm.	14,5
Arqueta de polipropileno para toma de tierra, de 300x300 mm	74
Puente para comprobación de puesta a tierra de la instalación eléctrica.	46
Tierra de la propia excavación.	0,6
Material auxiliar para instalaciones de toma de tierra.	1,15
Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 70 mm <sup>2</sup>	8,77
Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 35 mm <sup>2</sup>	4,56
Caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares cerradas previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 250 A.	213,53
Tubo de PVC liso, serie B, de 160 mm de diámetro exterior y 3,2 mm de espesor.	5,44
Tubo de PVC liso, serie B, de 110 mm de diámetro exterior y 3,2 mm de espesor.	3,73
Marco y puerta metálica con cerradura o candado.	110
Tubo rígido de PVC, roscable, curvable en caliente, de color negro, de 50 mm	4,42
Cable unipolar ES07Z1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 25 mm <sup>2</sup>	5,92
Cable unipolar ES07Z1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 16 mm <sup>2</sup>	4
Conductor de cobre de 1,5 mm <sup>2</sup> de sección, para hilo de mando, de color rojo (tarifa nocturna).	0,13
Tubo rígido de PVC, roscable, curvable en caliente, de color negro, de 63 mm de diámetro nominal, para canalización fija en superficie.	5,97
Cable unipolar ES07Z1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 35 mm <sup>2</sup>	9,64
Tubo rígido de PVC, roscable, curvable en caliente, de color negro, de 40 mm	3,2
Cable unipolar ES07Z1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 6 mm <sup>2</sup>	1,36
Cable unipolar ES07Z1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 10 mm <sup>2</sup>	2,44
Caja empotrable con puerta opaca, para alojamiento del interruptor de control de potencia (ICP)	27,98
Interruptor general automático (IGA), de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 40 A de intensidad nominal, curva C.	42,07

Interruptor diferencial instantáneo, 2P/25A/30mA, de 2 módulos.	33,78
Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 10 A de intensidad nominal, curva C.	12,43
Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 16 A de intensidad nominal, curva C.	12,66
Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 20 A de intensidad nominal, curva C.	13,59
Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 32 A de intensidad nominal, curva C.	14,08
Tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 16 mm	0,26
Tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 20 mm	0,29
Tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 25 mm	0,39
Caja de derivación para empotrar de 105x105 mm	1,79
Caja de derivación para empotrar de 105x165 mm	2,29
Caja de empotrar universal, enlace por los 2 lados.	0,25
Caja de empotrar universal, enlace por los 4 lados.	0,47
Caja de empotrar para toma de 25 A	2,01
Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm <sup>2</sup>	0,25
Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm <sup>2</sup>	0,4
Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 6 mm <sup>2</sup> de	0,93
Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 4 mm <sup>2</sup> de	0,63
Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm <sup>2</sup>	0,4
Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 6 mm <sup>2</sup>	0,93
Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm <sup>2</sup>	0,4
Interruptor unipolar.	5,84
Doble interruptor.	8,98
Interruptor bipolar.	10,59
Conmutador.	6,22
Conmutador de cruce.	11,44
Pulsador, con tecla con símbolo de timbre.	6,58
Zumbador 230 V.	20,71
Base de enchufe de 16 A 2P+T.	6,22
Base de enchufe de 16 A 2P+T.	3,37
Marco horizontal de 3 elementos.	6,63
Base de enchufe de 25 A 2P+T y 250 V para cocina.	11,75
Caja de superficie con puerta opaca	31,34
Interruptor general automático (IGA), de 4 módulos, tetrapolar (4P), con 6 kA de poder de corte, de 25 A de intensidad nominal, curva C.	78,76
Interruptor diferencial instantáneo, 2P/25A/300mA.	91,21
Interruptor diferencial instantáneo, 2P/25A/30mA.	90,99
Luz emergencia 7 W	17

Tubo fluorescente 36 W	12
Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 25 A de intensidad nominal, curva C.	14,08
Minutero para temporizado del alumbrado, 5 A, regulable de 1 a 7 minutos.	42,11
Tubo rígido de PVC, roscable, curvable en caliente, de color negro, de 16 mm	0,85
Tubo rígido de PVC, roscable, curvable en caliente, de color negro, de 25 mm	1,68
Caja de derivación estanca para colocar en superficie, de 105x105x55 mm.	3,33
Cable unipolar ES07Z1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm <sup>2</sup>	0,62
Cable unipolar SZ1-K (AS+), resistente al fuego según UNE-EN 50200, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm <sup>2</sup>	0,79
Cable unipolar SZ1-K (AS+), resistente al fuego según UNE-EN 50200, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 6 mm <sup>2</sup>	1,26
Pulsador monobloc estanco para instalación en superficie (IP 55), color gris.	8
Interruptor bipolar monobloc estanco	13,77
Interruptor diferencial instantáneo, 4P/25A/30mA.	166,07
Interruptor automático magnetotérmico, de 4 módulos, tetrapolar (4P), con 6 kA de poder de corte, de 16 A de intensidad nominal, curva C.	78,61
Tubo rígido de PVC, enchufable, curvable en caliente, de color negro, de 20 mm	1,14
Tubo rígido de PVC, enchufable, curvable en caliente, de color negro, de 25 mm	1,68
Tubo rígido de PVC, enchufable, curvable en caliente, de color negro, de 32 mm	2,17
Tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 20 mm	0,29
Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 40 mm	1,3
Cable unipolar ES07Z1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm <sup>2</sup>	0,41
Cable unipolar ES07Z1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 4 mm <sup>2</sup>	0,9
Cable unipolar ES07Z1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 6 mm <sup>2</sup>	1,32
Caja de derivación para empotrar de 105x105 mm.	1,79
Caja de empotrar universal.	0,25
Pulsador para escalera.	7,58
Interruptor bipolar monobloc estanco para instalación en superficie (IP 55).	13,77

Base de enchufe de 16 A 2P+T monobloc estanca, para instalación en superficie (IP 55), color gris.	9,68
Electrodo para red de toma de tierra cobreado con 300 µm, fabricado en acero, de 15 mm de diámetro y 2 m de longitud.	1,48
Conductor de cobre desnudo, de 35 mm <sup>2</sup> .	17,82

### Descomposición del presupuesto

Ud	Descomposición	Mediciones	Precio unitario	Precio partida
Ud	Placa de cobre electrolítico puro para toma de tierra, de 500x500x1,5 mm, con borne de unión.	1,000	156,00	156,00
m	Pletina conductora de cobre estañado, desnuda, de 30x2 mm.	1,500	14,50	21,75
Ud	Arqueta de polipropileno para toma de tierra, de 300x300 mm, con tapa de registro.	1,000	74,00	74,00
Ud	Puente para comprobación de puesta a tierra de la instalación eléctrica.	1,000	46,00	46,00
m <sup>3</sup>	Tierra de la propia excavación.	1,200	0,60	0,72
Ud	Saco de 5 kg de sales minerales para la mejora de la conductividad de puestas a tierra.	2,000	3,50	7,00
Ud	Material auxiliar para instalaciones de toma de tierra.	1,000	1,15	1,15
h	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.	0,067	36,52	2,45
h	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.	0,087	9,27	0,81
h	Camión cisterna de 8 m <sup>3</sup> de capacidad.	0,009	40,08	0,36
h	Camión basculante de 12 t de carga, de 162 kW.	0,013	40,17	0,52
h	Oficial 1ª electricista.	0,264	17,82	4,70
h	Ayudante electricista.	0,264	16,10	4,25
h	Peón ordinario construcción.	0,106	15,92	1,69
%	Medios auxiliares	2,000	321,40	6,43
%	Costes indirectos	3,000	327,83	9,83
			<b>Total:</b>	<b>337,66</b>

- Línea general de alimentación

Ud	Descomposición	Mediciones	Precio unitario	Precio partida
m	Tubo de PVC, serie B, de 160 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, con extremo abocardado, según UNE-EN 1329-1.	1,000	7,84	7,84
m	Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 70 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Según UNE 21123-4.	3,000	8,77	26,31
m	Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 35 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Según UNE 21123-4.	2,000	4,56	9,12
Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	0,200	1,48	0,30
h	Oficial 1ª electricista.	0,188	17,82	3,35
h	Ayudante electricista.	0,148	16,10	2,38
%	Medios auxiliares	2,000	49,30	0,99
%	Costes indirectos	3,000	50,29	1,51
			<b>Total:</b>	<b>51,80</b>

- Caja General de Protección

Ud	Descomposición	Mediciones	Precio unitario	Precio partida
Ud	Caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares cerradas previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 250 A.	1,000	213,53	213,53
m	Tubo de PVC liso, serie B, de 160 mm de diámetro exterior y 3,2 mm de espesor.	3,000	5,44	16,32
m	Tubo de PVC liso, serie B, de 110 mm de diámetro exterior y 3,2 mm de espesor.	3,000	3,73	11,19
Ud	Marco y puerta metálica con cerradura o candado.	1,000	110,00	110,00
Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	1,000	1,48	1,48

h	Oficial 1ª electricista.	0,527	17,82	9,39
%	Medios auxiliares	2,000	361,91	7,24
%	Costes indirectos	3,000	369,15	11,07
			Total:	380,22

- Derivación individual 25 mm<sup>2</sup>

Ud	Descomposición	Mediciones	Precio unitario	Precio partida
m	Tubo rígido de PVC, roscable, curvable en caliente, de color negro, de 50 mm de diámetro nominal, para canalización fija en superficie.	1,000	4,42	4,42
m	Cable unipolar ES07Z1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 25 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 450/750 V.	2,000	5,92	11,84
m	Cable unipolar ES07Z1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 16 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 450/750 V.	1,000	4,00	4,00
m	Conductor de cobre de 1,5 mm <sup>2</sup> de sección, para hilo de mando, de color rojo (tarifa nocturna).	1,000	0,13	0,13
Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	0,200	1,48	0,30
h	Oficial 1ª electricista.	0,088	17,82	1,57
h	Ayudante electricista.	0,079	16,10	1,27
%	Medios auxiliares	2,000	23,53	0,47
			Total:	24,72

- Derivación individual 35 mm<sup>2</sup>

Ud	Descomposición	Mediciones	Precio unitario	Precio partida
m	Tubo rígido de PVC, roscable, curvable en caliente, de color negro, de 63 mm de diámetro nominal, para canalización fija en superficie.	1,000	5,97	5,97
m	Cable unipolar ES07Z1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 35 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 450/750 V.	2,000	9,64	19,28

m	Cable unipolar ES07Z1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 16 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 450/750 V.	1,000	4,00	4,00
m	Conductor de cobre de 1,5 mm <sup>2</sup> de sección, para hilo de mando, de color rojo (tarifa nocturna).	1,000	0,13	0,13
Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	0,200	1,48	0,30
h	Oficial 1ª electricista.	0,088	17,82	1,57
%	Medios auxiliares	2,000	31,25	0,63
%	Costes indirectos	3,000	31,88	0,96
			<b>Total:</b>	<b>32,84</b>

- Derivación individual para el garaje

Ud	Descomposición	Mediciones	Precio unitario	Precio partida
m	Tubo rígido de PVC, roscable, curvable en caliente, de color negro, de 40 mm de diámetro nominal, para canalización fija en superficie.	1,000	3,20	3,20
m	Cable unipolar ES07Z1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 16 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 450/750 V.	3,000	4,00	12,00
m	Conductor de cobre de 1,5 mm <sup>2</sup> de sección, para hilo de mando, de color rojo (tarifa nocturna).	1,000	0,13	0,13
Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	0,200	1,48	0,30
h	Oficial 1ª electricista.	0,071	17,82	1,27
%	Medios auxiliares	2,000	16,90	0,34
%	Costes indirectos	3,000	17,24	0,52
			<b>Total:</b>	<b>17,76</b>

- Derivación individual servicios generales

Ud	Descomposición	Mediciones	Precio unitario	Precio partida
m	Tubo rígido de PVC, roscable, curvable en caliente, de color negro, de 63 mm de diámetro nominal, para canalización fija en superficie.	1,000	5,97	5,97
m	Cable unipolar ES07Z1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 35 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 450/750 V.	3,000	9,64	28,92
m	Cable unipolar ES07Z1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 16 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 450/750 V.	2,000	4,00	8,00
m	Conductor de cobre de 1,5 mm <sup>2</sup> de sección, para hilo de mando, de color rojo (tarifa nocturna).	1,000	0,13	0,13
Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	0,200	1,48	0,30
h	Oficial 1ª electricista.	0,088	17,82	1,57
%	Medios auxiliares	2,000	44,89	0,90
%	Costes indirectos	3,000	45,79	1,37
			<b>Total:</b>	<b>47,16</b>

- Derivación individual local comercial

Ud	Descomposición	Mediciones	Precio unitario	Precio partida
m	Tubo rígido de PVC, roscable, curvable en caliente, de color negro, de 50 mm de diámetro nominal, para canalización fija en superficie.	1,000	4,42	4,42
m	Cable unipolar ES07Z1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 16 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 450/750 V.	4,000	4,00	16,00

m	Cable unipolar ES07Z1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 10 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 450/750 V.	1,000	2,44	2,44
m	Conductor de cobre de 1,5 mm <sup>2</sup> de sección, para hilo de mando, de color rojo (tarifa nocturna).	1,000	0,13	0,13
Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	0,200	1,48	0,30
h	Oficial 1ª electricista.	0,074	17,82	1,32
%	Medios auxiliares	2,000	24,61	0,49
%	Costes indirectos	3,000	25,10	0,75
			<b>Total:</b>	<b>25,85</b>

- Instalación interior de la vivienda

Ud	Descomposición	Mediciones	Precio unitario	Precio partida
Ud	Caja empotrable con puerta opaca, para alojamiento del interruptor de control de potencia (ICP) en compartimento independiente y precintable y de los interruptores de protección de la instalación.	1,000	27,98	27,98
Ud	Interruptor general automático (IGA), de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 40 A de intensidad nominal, curva C.	1,000	42,07	42,07
Ud	Interruptor diferencial instantáneo, 2P/25A/30mA, de 2 módulos.	2,000	33,78	67,56
Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 10 A de intensidad nominal, curva C.	1,000	12,43	12,43
Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 16 A de intensidad nominal, curva C.	3,000	12,66	37,98
Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 20 A de intensidad nominal, curva C.	1,000	13,59	13,59
Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 32 A de intensidad nominal, curva C.	2,000	14,08	28,16

m	Tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 16 mm de diámetro nominal, para canalización empotrada en obra de fábrica (paredes y techos).	104,580	0,26	27,19
m	Tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 20 mm de diámetro nominal, para canalización empotrada en obra de fábrica (paredes y techos).	153,550	0,29	44,53
m	Tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 25 mm de diámetro nominal, para canalización empotrada en obra de fábrica (paredes y techos).	12,450	0,39	4,86
Ud	Caja de derivación para empotrar de 105x105 mm, con grado de protección normal, regletas de conexión y tapa de registro.	7,000	1,79	12,53
Ud	Caja de derivación para empotrar de 105x165 mm, con grado de protección normal, regletas de conexión y tapa de registro.	3,000	2,29	6,87
Ud	Caja de empotrar universal, enlace por los 2 lados.	36,000	0,25	9,00
Ud	Caja de empotrar universal, enlace por los 4 lados.	16,000	0,47	7,52
Ud	Caja de empotrar para toma de 25 A (especial para toma de corriente en cocinas).	1,000	2,01	2,01
m	Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V, para circuito C1, iluminación.	378,000	0,25	94,50
m	Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V, para circuito C2, tomas de corriente de uso general y frigorífico.	306,000	0,40	122,40
m	Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 6 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V, para circuito C3, cocina y horno.	30,000	0,93	27,90
m	Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 4 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V, para circuito C4, lavadora, lavavajillas y termo eléctrico.	54,000	0,63	34,02

m	Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V, para circuito C5, tomas de corriente de los cuartos de baño y de cocina.	72,000	0,40	28,80
m	Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 6 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V, para circuito C9, instalación de aire acondicionado.	15,000	0,93	13,95
m	Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V, para circuito C10, instalación de secadora.	51,000	0,40	20,40
m	Cable unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V, para circuito C12, adicional del tipo C5, tomas de corriente de los cuartos de baño y de cocina.	72,000	0,40	28,80
Ud	Interruptor unipolar.	6,000	5,84	35,04
Ud	Doble interruptor.	1,000	8,98	8,98
Ud	Interruptor bipolar.	1,000	10,59	10,59
Ud	Conmutador.	10,000	6,22	62,20
Ud	Conmutador de cruce.	2,000	11,44	22,88
Ud	Pulsador, con tecla con símbolo de timbre.	1,000	6,58	6,58
Ud	Zumbador 230 V.	1,000	20,71	20,71
Ud	Base de enchufe de 16 A 2P+T.	29,000	6,22	180,38
Ud	Base de enchufe de 16 A 2P+T.	3,000	3,37	10,11
Ud	Marco horizontal de 3 elementos.	1,000	6,63	6,63
Ud	Base de enchufe de 25 A 2P+T y 250 V para cocina.	1,000	11,75	11,75
Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	3,000	1,48	4,44
h	Oficial 1ª electricista.	19,739	17,82	351,75
%	Medios auxiliares	2,000	1447,08	28,94
%	Costes indirectos	3,000	1476,03	44,28
			<b>Total:</b>	<b>1520,31</b>

- Instalación servicios generales

Ud	Descomposición	Mediciones	Precio unitario	Precio partida
Ud	Caja empotrable con puerta opaca, para alojamiento del interruptor de control de potencia (ICP) en compartimento independiente y precintable y de los interruptores de protección de la instalación.	1,000	27,98	27,98

Ud	Interruptor general automático (IGA), de 4 módulos, tetrapolar (4P), con 6 kA de poder de corte, de 25 A de intensidad nominal, curva C.	1,000	78,76	78,76
Ud	Interruptor diferencial instantáneo, 4P/25A/30mA.	1,000	166,07	166,07
Ud	Interruptor diferencial instantáneo, 2P/25A/30mA.	5,000	90,99	454,95
Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 4 módulos, tetrapolar (4P), con 6 kA de poder de corte, de 16 A de intensidad nominal, curva C.	1,000	78,61	78,61
Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 16 A de intensidad nominal, curva C.	6,000	12,66	75,96
Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 25 A de intensidad nominal, curva C.	2,000	14,08	28,16
Ud	Minutero para temporizado del alumbrado, 5 A, regulable de 1 a 7 minutos.	1,000	42,11	42,11
m	Tubo rígido de PVC, enchufable, curvable en caliente, de color negro, de 20 mm de diámetro nominal, para canalización fija en superficie.	31,125	1,14	35,48
m	Tubo rígido de PVC, enchufable, curvable en caliente, de color negro, de 25 mm de diámetro nominal, para canalización fija en superficie.	16,185	1,68	27,19
m	Tubo rígido de PVC, enchufable, curvable en caliente, de color negro, de 32 mm de diámetro nominal, para canalización fija en superficie.	60,590	2,17	131,48
m	Tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 16 mm de diámetro nominal, para canalización empotrada en obra de fábrica (paredes y techos).	66,917	0,26	17,40
m	Tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 20 mm de diámetro nominal, para canalización empotrada en obra de fábrica (paredes y techos).	90,987	0,29	26,39
m	Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 40 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada.	10,000	1,30	13,00
m	Cable unipolar ES07Z1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 450/750 V.	241,868	0,41	99,17
m	Cable unipolar ES07Z1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 450/750 V.	441,368	0,62	273,65

m	Cable unipolar ES07Z1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 4 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 450/750 V.	97,500	0,90	87,75
m	Cable unipolar ES07Z1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 6 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 450/750 V.	219,000	1,32	289,08
Ud	Caja de derivación para empotrar de 105x105 mm.	6,000	1,79	10,74
Ud	Caja de derivación estanca para colocar en superficie, de 105x105x55 mm.	4,000	3,33	13,32
Ud	Caja de empotrar universal.	25,000	0,25	6,25
Ud	Pulsador para escalera.	25,000	7,58	189,50
Ud	Interruptor bipolar monobloc estanco para instalación en superficie (IP 55).	2,000	13,77	27,54
Ud	Base de enchufe de 16 A 2P+T monobloc estanca, para instalación en superficie (IP 55), color gris.	4,000	9,68	38,72
Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	6,000	1,48	8,88
h	Oficial 1ª electricista.	22,215	17,82	395,87
%	Medios auxiliares	2,000	2644,01	52,88
%	Costes indirectos	3,000	2696,89	80,91
			<b>Total:</b>	<b>2777,80</b>

## Presupuesto agrupado y en función del total instalado

<b>Presupuesto instalación eléctrica del edificio</b>			
	<b>Precio por parte</b>	<b>Ud.</b>	<b>Precio</b>
Toma de tierra con placa de cobre electrolítico puro de 500x500x1,5 mm.	337,66 €	2	675,32 €
Línea general de alimentación fija en superficie formada por cables unipolares con conductores de cobre, RZ1-K (AS) 3x70+2G35 mm <sup>2</sup> , siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, bajo tubo protector de PVC liso de 160 mm de diámetro.	51,80 €	29	1502,2 €
Caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares cerradas previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 250 A, esquema 7.	400,14 €	1	400,14 €
Derivación individual monofásica fija en superficie para vivienda, formada por cables unipolares con conductores de cobre, ES07Z1-K (AS) 2x25+1G16 mm <sup>2</sup> , siendo su tensión asignada de 450/750 V, bajo tubo protector de PVC rígido, blindado, de 50 mm de diámetro.	24,72 €	233	5759,76 €
Derivación individual monofásica fija en superficie para vivienda, formada por cables unipolares con conductores de cobre, ES07Z1-K (AS) 2x35+1G16 mm <sup>2</sup> , siendo su tensión asignada de 450/750 V, bajo tubo protector de PVC rígido, blindado, de 63 mm de diámetro.	32,84 €	475	15599 €
Derivación individual monofásica fija en superficie para servicios generales, formada por cables unipolares con conductores de cobre, ES07Z1-K (AS) 3x35+2G16 mm <sup>2</sup> , siendo su tensión asignada de 450/750 V, bajo tubo protector de PVC rígido, blindado, de 63 mm de diámetro.	47,16 €	2	94,32 €
Derivación individual trifásica fija en superficie para local comercial u oficina, formada por cables unipolares con conductores de cobre, ES07Z1-K (AS) 4G16+1x10 mm <sup>2</sup> , siendo su tensión asignada de 450/750 V, bajo tubo protector de PVC rígido, blindado, de 50 mm de diámetro.	25,85 €	20	517 €

Red eléctrica de distribución interior de una vivienda de edificio plurifamiliar con electrificación elevada, con las siguientes estancias: vestíbulo, pasillo, comedor, 2 dormitorios dobles, 2 baños, cocina, galería, compuesta de: cuadro general de mando y protección; circuitos interiores con cableado bajo tubo protector de PVC flexible: C1, C2, C3, C4, C5, C9, C10.	1520,31 €	18	27365,53 €
Red eléctrica de distribución interior de servicios generales compuesta de: cuadro de servicios generales; circuitos con cableado bajo tubo protector para alimentación de los siguientes usos comunes: alumbrado de escaleras y zonas comunes, alumbrado de emergencia de escaleras y zonas comunes, portero electrónico o video portero, tomas de corriente, grupo de presión, recinto de telecomunicaciones; mecanismos.	2777,80 €	1	2777,8 €
			54691,07 €

### Resumen presupuesto

Descripción	Precio total
Toma tierra edificio	675,32
Línea general de alimentación	1502,2
CGP	400,14
Derivaciones individuales	21906,8
Instalación interior vivienda	26820,89
Servicios generales	2777,18
<b>Total edificio</b>	<b>54.082,54 €</b>

**TOTAL INSTALACION ELECTRICA EDIFICIO ..... 54.691,07 €**

Impuestos no incluidos.

El presupuesto asciende a la cantidad de:

**CINCUENTA Y CUATRO MIL SEISCIENTOS NOVENTA Y UN EUROS CON SIETE CENTIMOS**

## **5 PLANOS**

### **5.1 Plano ubicación**

### **5.2 Esquema eléctrico unifilar general del edificio.**

### **5.3 Planta baja**

### **5.4 Distribución eléctrica en planta primera.**

### **5.5 Distribución eléctrica en planta segunda.**

### **5.6 Distribución eléctrica en planta tercera y cuarta.**

### **5.7 Distribución eléctrica en planta quinta.**

### **5.8 Distribución eléctrica en planta sexta.**



	Fecha	Nombre
Dibujado	20-09-16	Sergio Sánchez Martí
Comprobado	03-10-16	

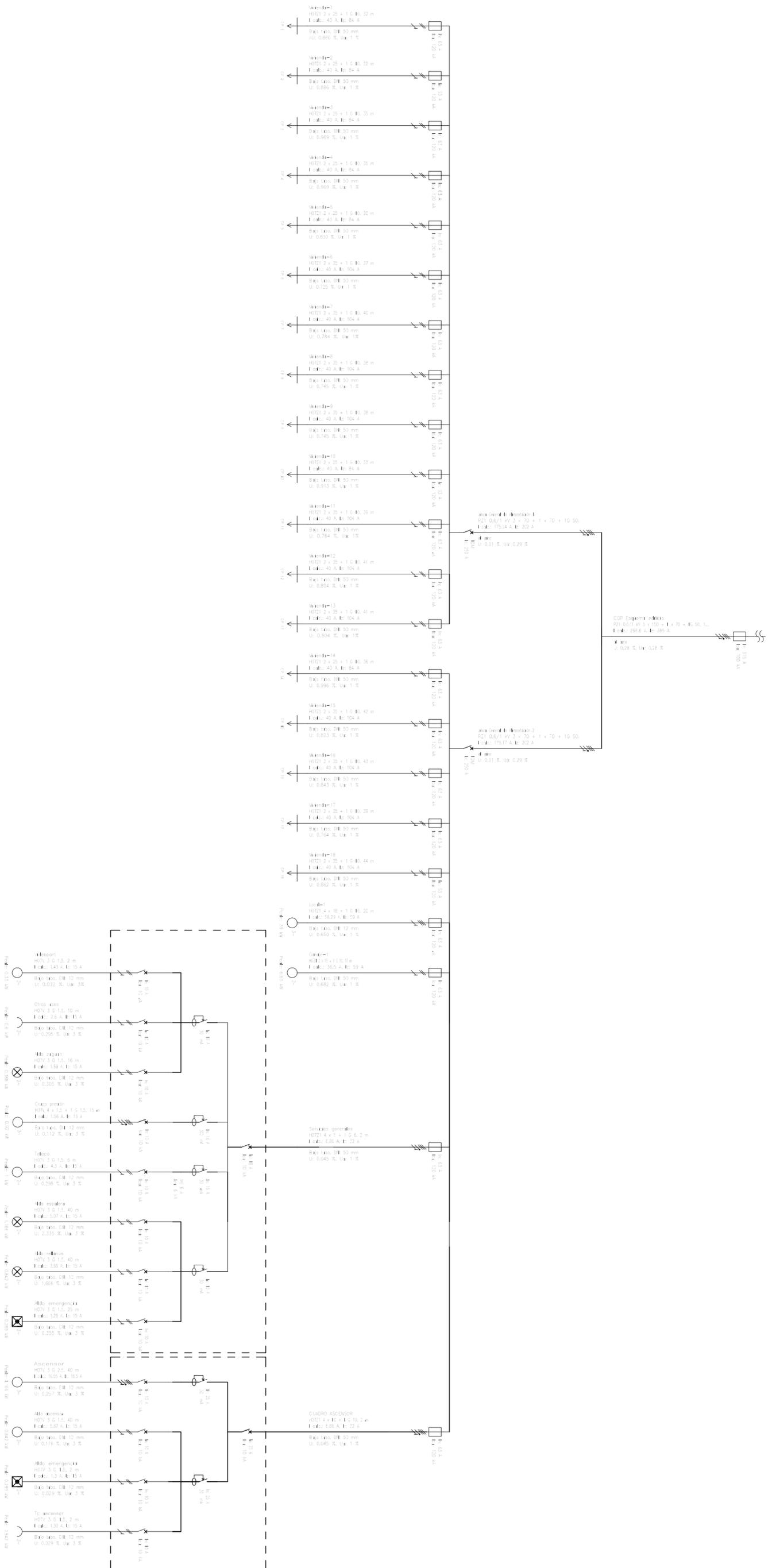
SUMINISTRO ELÉCTRICO EN BT, PARA UN EDIFICIO DESTINADO PRINCIPALMENTE A VIVIENDAS, CON LOCALES COMERCIALES Y APARCAMIENTOS COMUNITARIOS

Escala  
SE

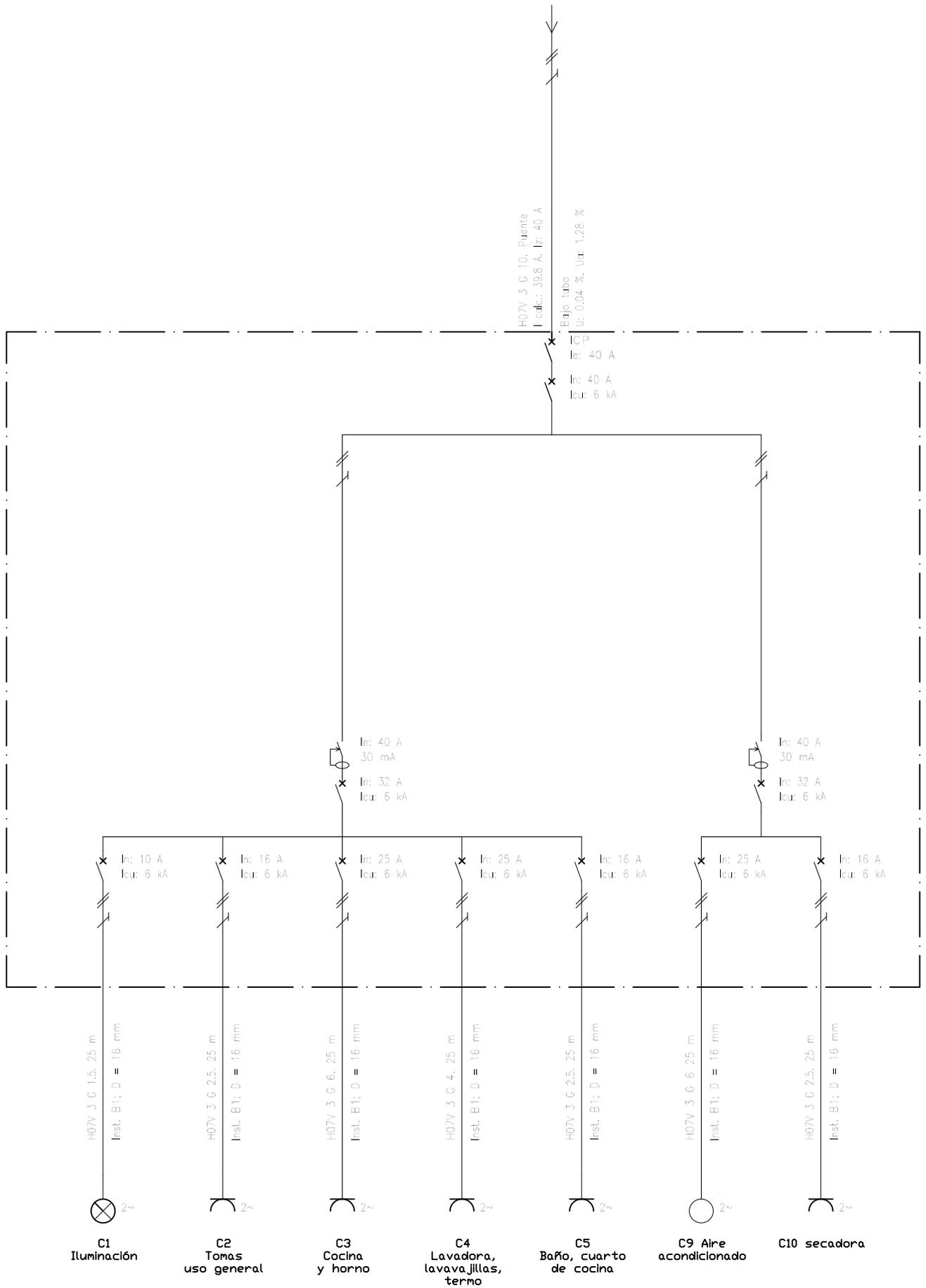
## PLANO UBICACIÓN



Número  
**0-0**



Fecha	Nombre	SUMINISTRO ELECTRICO EN BT, PARA UN EDIFICIO DESTINADO PRINCIPALMENTE A VIVIENDAS, CON LUGARES COMERCIALES Y APARCAMIENTOS	
20-09-16	Sergio Sánchez Mar-t1	Comprobado	03-10-16
Escala		UNIFILAR EDIFICIO	
SE		UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	
Número		1-1	



C1 Iluminación

C2 Tomas uso general

C3 Cocina y horno

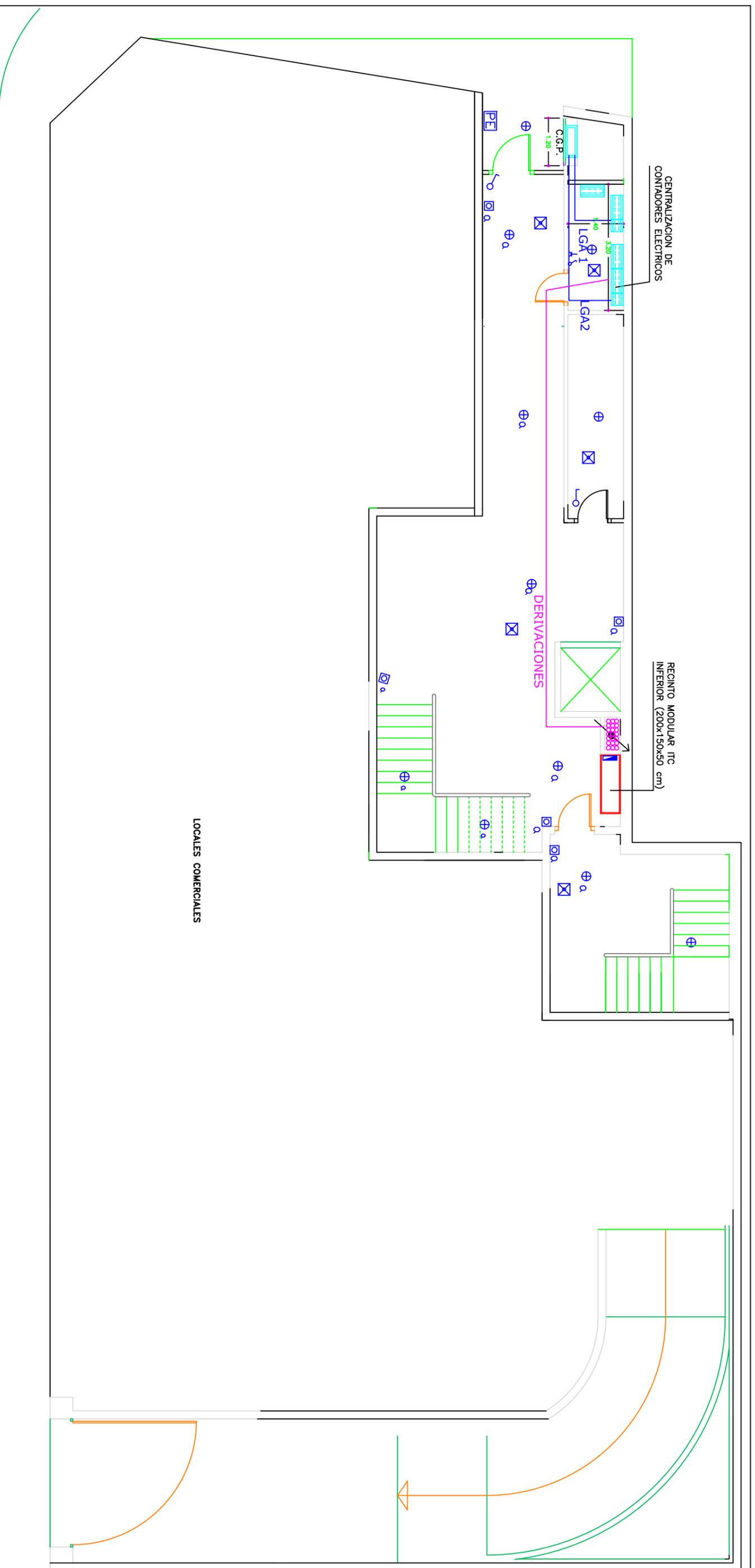
C4 Lavadora, lavavajillas, termo

C5 Baño, cuarto de cocina

C9 Aire acondicionado

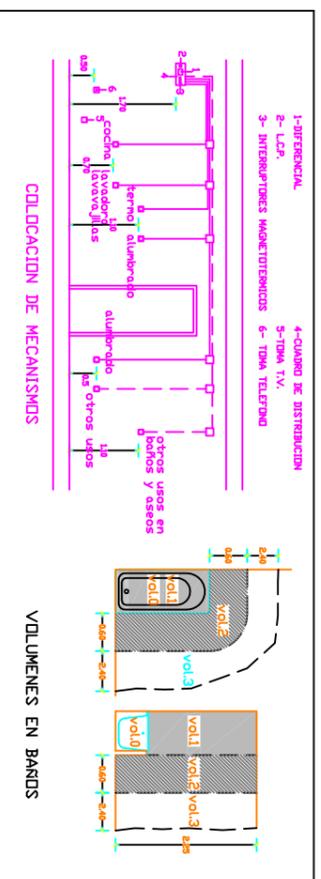
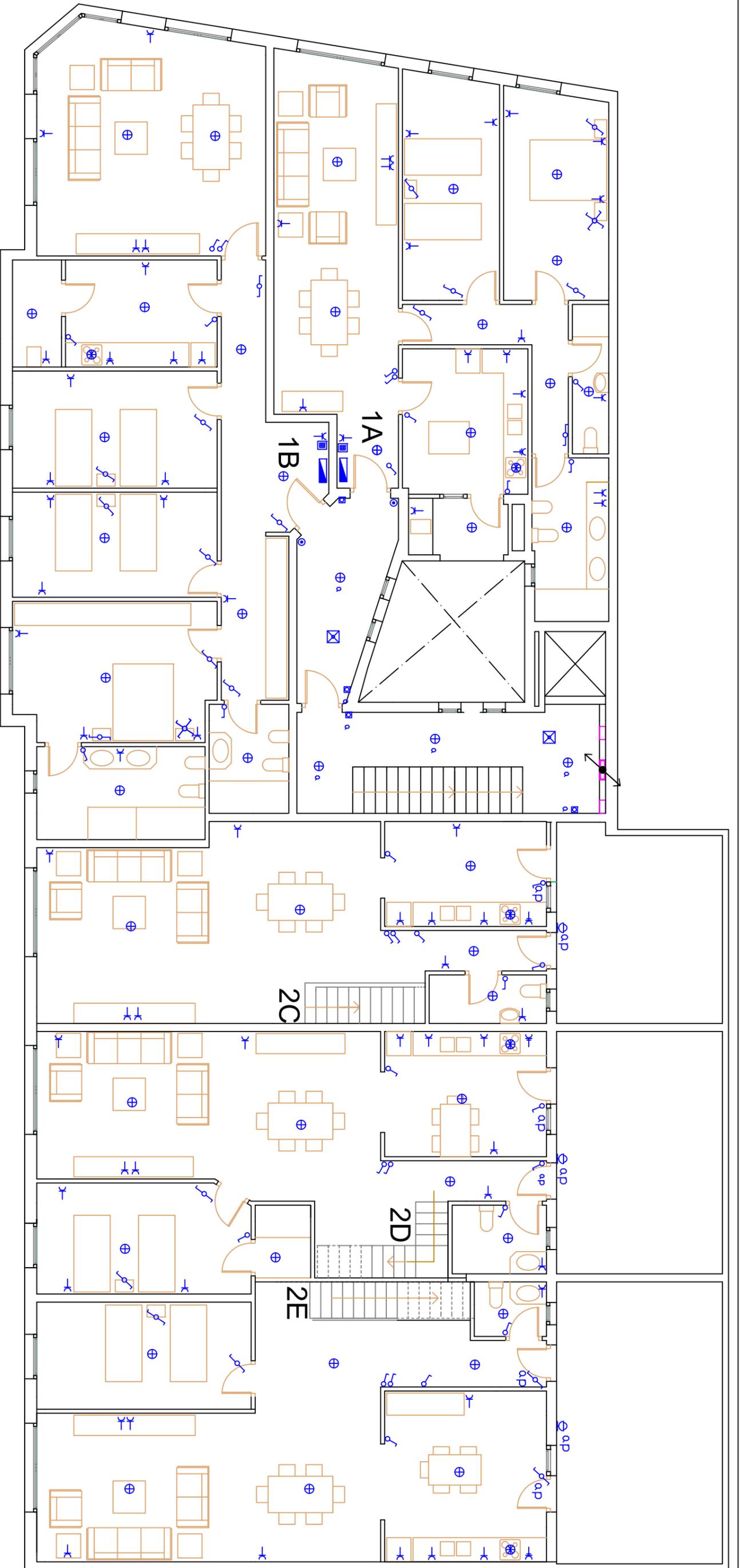
C10 secadora

	Fecha	Nombre	SUMINISTRO ELÉCTRICO EN BT, PARA UN EDIFICIO DESTINADO PRINCIPALMENTE A VIVIENDAS, CON LOCALES COMERCIALES Y APARCAMIENTOS COMUNITARIOS
Dibujado	20-09-16	Sergio Sánchez Martí	
Comprobado	03-10-16		
Escala SE	UNIFILAR VIVIENDA		 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
			Número 1-2



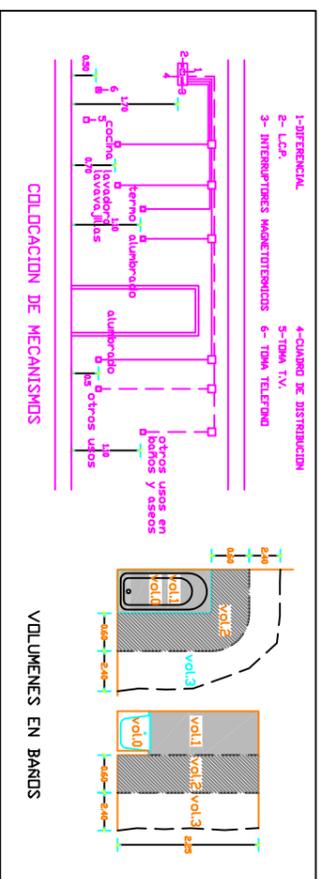
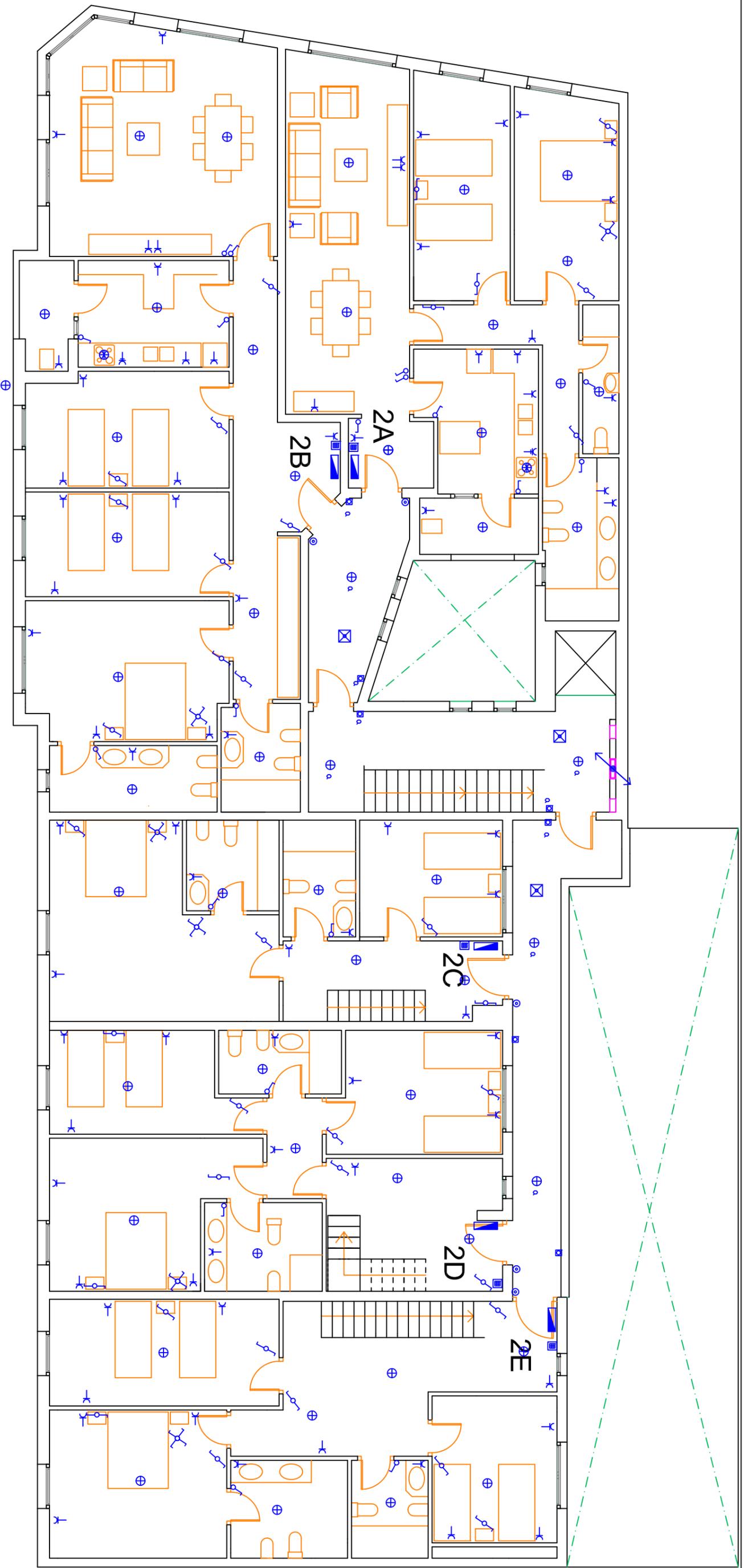
SIMBOLOS ELECTRICIDAD	
	EMERGENCIA
	CAJA GENERAL DE PROTECCION
	CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCION
	INTERRUPTOR
	TOMA DE CORRIENTE 10 16 A
	PUNTO DE LUZ
	PULSADOR
	DERIVACIONES

Escala	1/100	Fecha	20-09-16	Nombre	Sergio Sánchez Martí	SUMINISTRO ELÉCTRICO EN BT, PARA UN EDIFICIO DESTINADO PRINCIPALMENTE A VIVIENDAS, CON LOCALS COMERCIALES Y APARCAMIENTOS COMUNITARIOS	
Dibujado	Comprobado	03-10-16					
PLANTA BAJA							
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA						Número	2-1



SIMBOLOS ELECTRICIDAD	
	EMERGENCIA
	CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN
	CONMUTADOR
	CONMUTADOR DE CRUZE
	INTERRUPTOR
	TOMA DE CORRIENTE 10 16 A
	TOMA DE CORRIENTE 25 A
	PUNTO DE LUZ
	EXTRACTOR
	TIMBRE
	PULSADOR
	ZUMBADOR
	DERIVACIONES

Fecha	Nombre	SUMINISTRO ELÉCTRICO EN BT, PARA UN EDIFICIO DESTINADO PRINCIPALMENTE A VIVIENDAS, CON LOCALES COMERCIALES Y APARCAMIENTOS COMUNITARIOS
Dibujado	Sergio Sánchez Martí	
Comprobado	03-10-16	
Escala	PLANTA 1	
1/100	UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	
Número		3-1



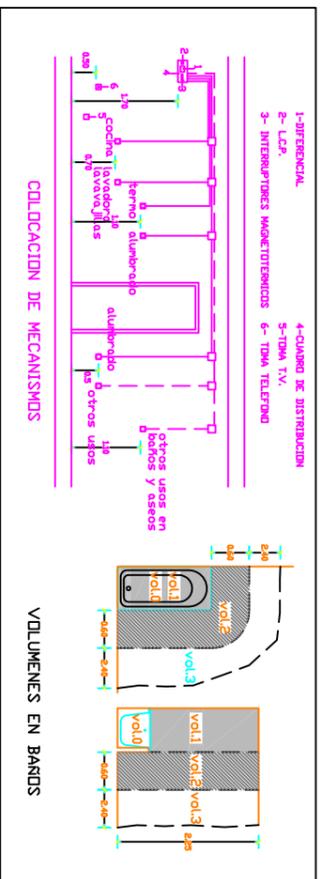
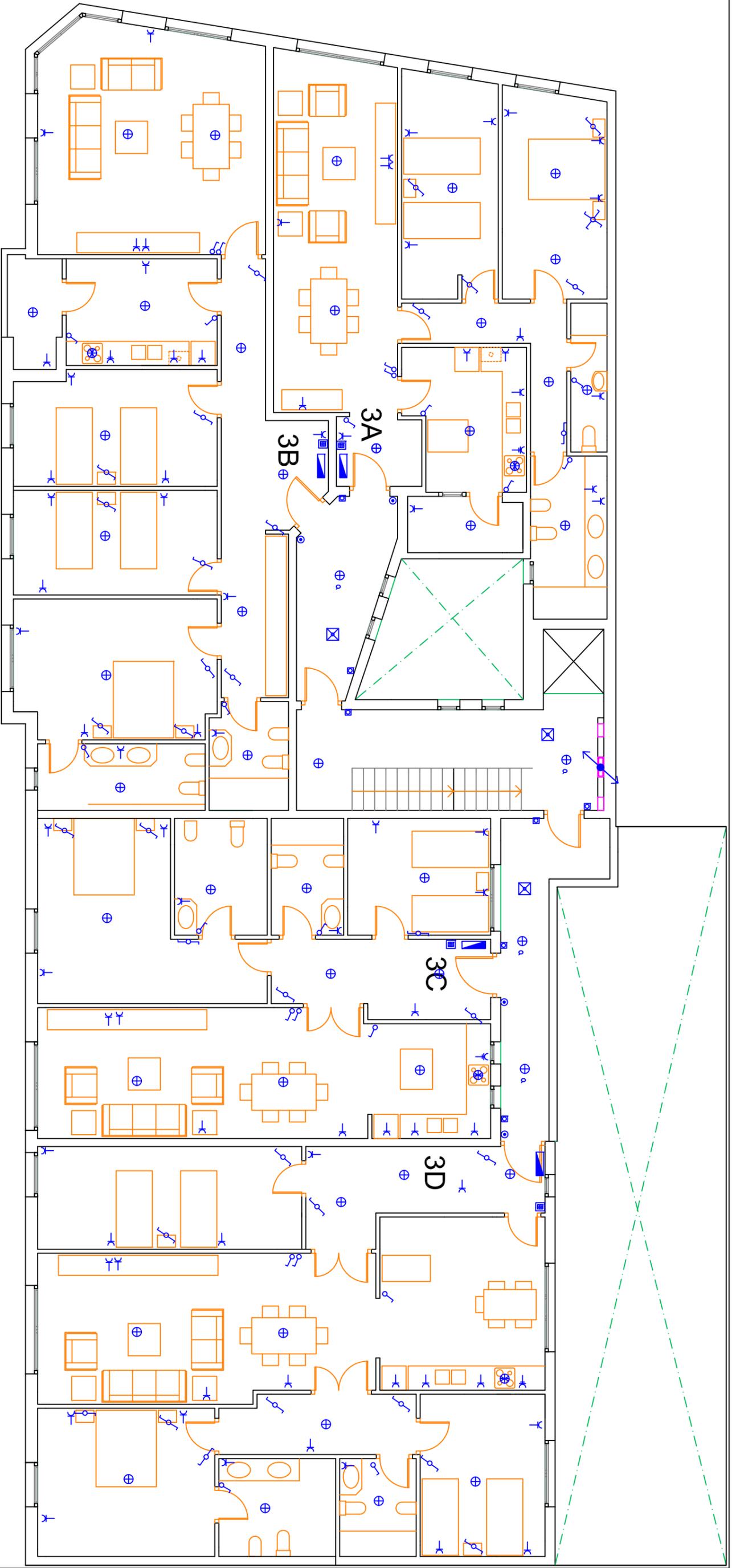
**SÍMBOLOS ELECTRICIDAD**

	EMERGENCIA
	CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN
	CONMUTADOR
	CONMUTADOR DE CRUZE
	INTERRUPTOR
	TOMA DE CORRIENTE 10 16 A
	TOMA DE CORRIENTE 25 A
	PUNTO DE LUZ
	EXTRACTOR
	TIMBRE
	PULSADOR
	ZUMBADOR
	DERIVACIONES

Fecha	Nombre	SUMINISTRO ELÉCTRICO EN BT, PARA UN EDIFICIO DESTINADO PRINCIPALMENTE A VIVIENDAS, CON LOCALES COMERCIALES Y APARCAMIENTOS COMUNITARIOS
Dibujado	Sergio Sánchez Martí	
Comprobado	03-10-16	
Escala	1/100	
<b>PLANTA 2</b>		Número
		4-1



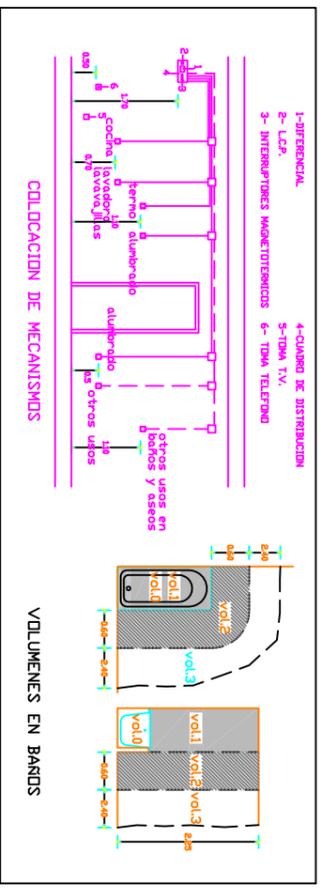
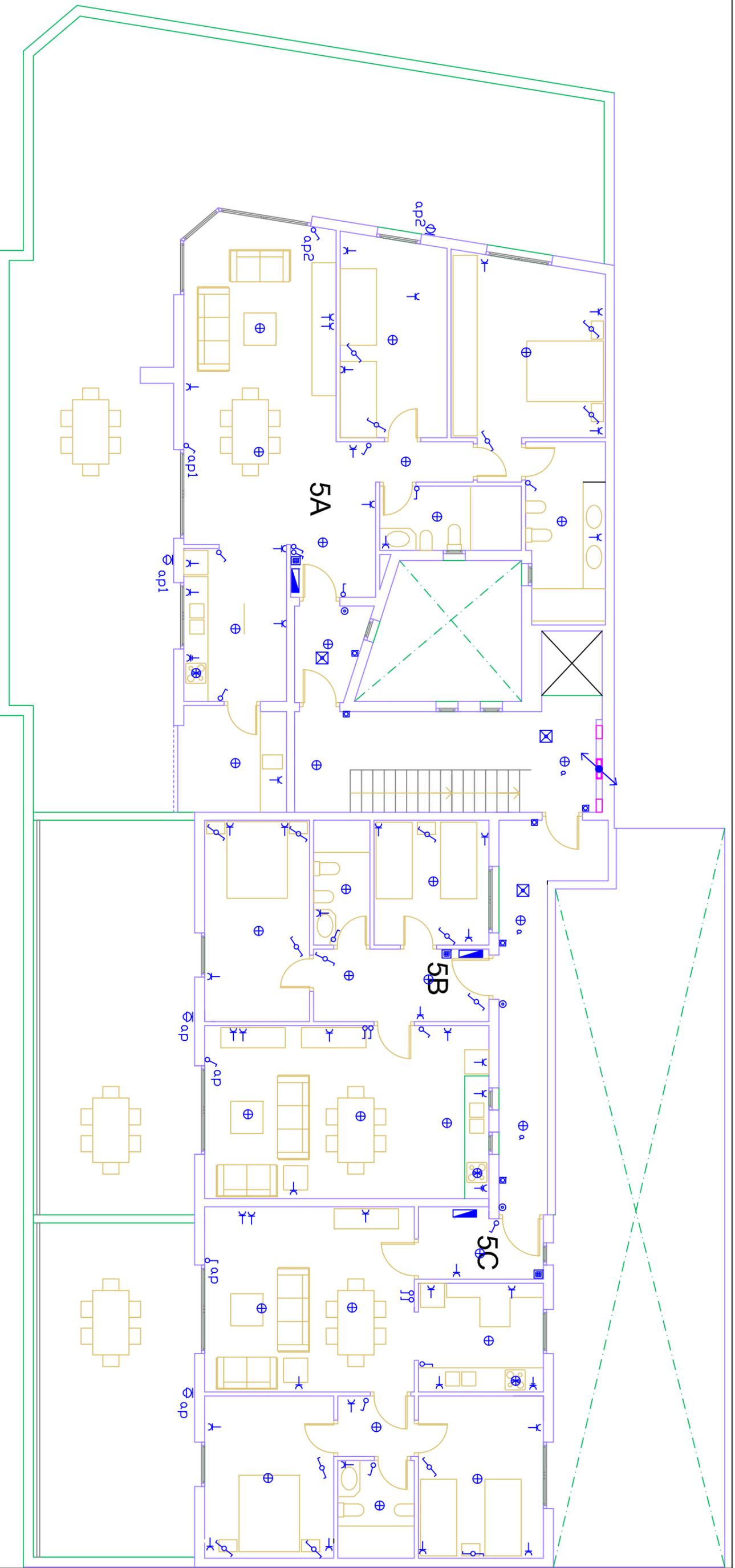
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



**SÍMBOLOS ELECTRICIDAD**

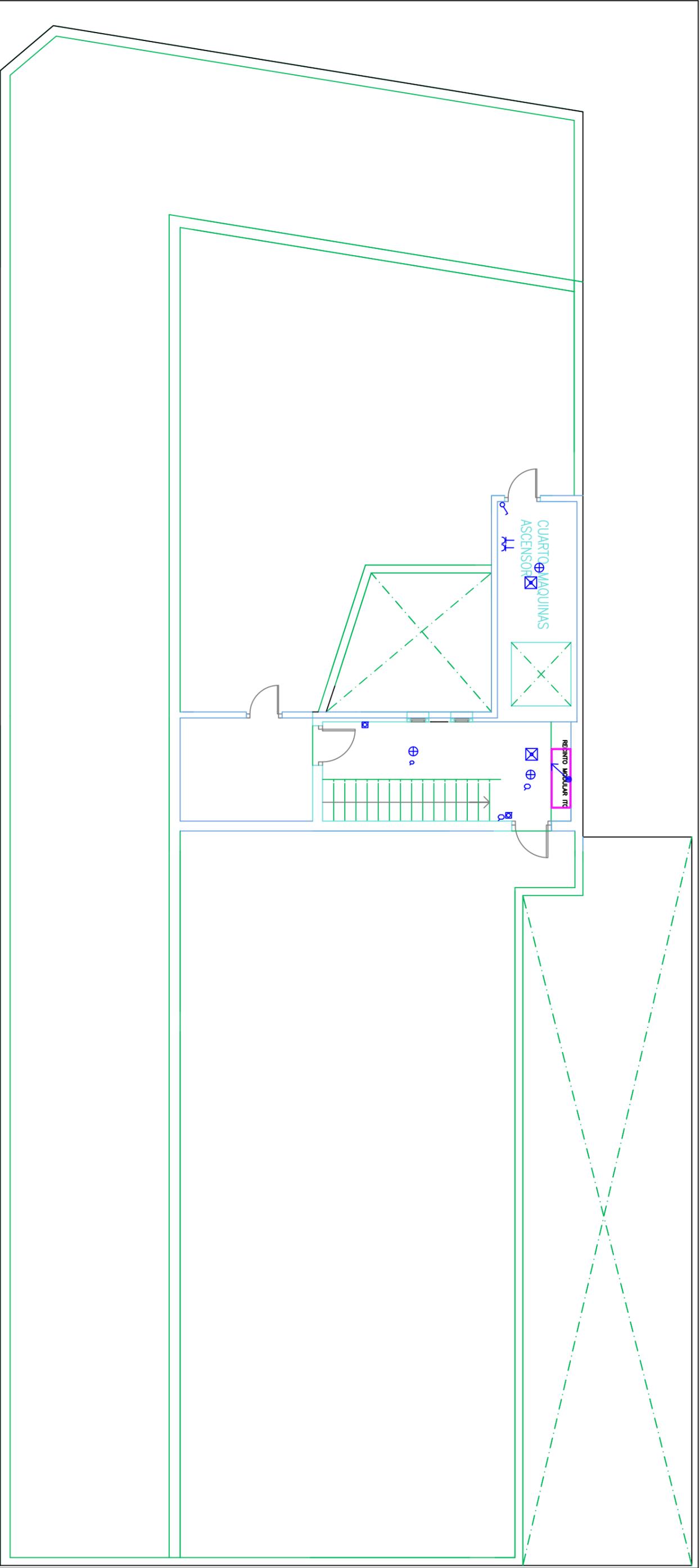
	EMERGENCIA
	CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN
	CONMUTADOR
	CONMUTADOR DE CRUZE
	INTERRUPTOR
	TOMA DE CORRIENTE 10 16 A
	TOMA DE CORRIENTE 25 A
	PUNTO DE LUZ
	EXTRACTOR
	TIMBRE
	PULSADOR
	ZUMBADOR
	DERIVACIONES

Fecha	Nombre	SUMINISTRD ELÉCTRICO EN BT, PARA UN EDIFICIO DESTINADO PRINCIPALMENTE A VIVIENDAS, CON LOCALES COMERCIALES Y APARCAMIENTOS COMUNITARIOS
Dibujado	Sergio Sánchez Martí	
Comprobado	03-10-16	
Escala	PLANTA 3 Y 4	
1/100	UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	
Número		5-1



SIMBOLOS ELECTRICIDAD	
	EMERGENCIA
	CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCION
	CONMUTADOR
	CONMUTADOR DE CRUZE
	INTERRUPTOR
	TOMA DE CORRIENTE 10 16 A
	TOMA DE CORRIENTE 25 A
	PUNTO DE LUZ
	EXTRACTOR
	TIMBRE
	PULSADOR
	ZUMBADOR
	DERIVACIONES

Fecha	Nombre	SUMINISTRADO ELECTRICO EN BT, PARA UN EDIFICIO DESTINADO PRINCIPALMENTE A VIVIENDAS, CON LOCALES COMERCIALES Y APARCAMIENTOS COMUNITARIOS
20-09-16	Sergio Sánchez Martí	
Comprobado 03-10-16		
Escala 1/100	PLANTA 5	
		UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
		Número 6-1



SIMBOLOS ELECTRICIDAD

☒	EMERGENCIA
⌚	INTERRUPTOR
⎓	TOMA DE CORRIENTE 10 16 A
⊕	PUNTO DE LUZ
⬮	PULSADOR
⌋	DERIVACIONES

Fecha	Nombre	SUMINISTRO ELÉCTRICO EN BT, PARA UN EDIFICIO DESTINADO PRINCIPALMENTE A VIVIENDAS, CON LOCALES COMERCIALES Y APARCAMIENTOS COMUNITARIOS
Dibujado	Sergio Sánchez Martí	
Comprobado	03-10-16	
Escala	PLANTA 6	
1/100	UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	
Número	7-1	

1	MEMORIA DESCRIPTIVA DE LA INSTALACIÓN.....	102
1.2	OBJETO DEL PROYECTO .....	102
1.3	REGLAMENTO Y DISPOSICIONES CONSIDERADAS .....	102
1.4	EMPLAZAMIENTO.....	102
1.5	POTENCIA PREVISTA .....	102
1.6	DESCRIPCION DEL LOCAL.....	103
1.6.1	CLASIFICACION DE LA INSTALACION SEGUN LA CLASE LOCAL.....	103
1.6.2	Características de la Instalación.....	104
1.7	DESCRIPCION DE LAS INSTALACIONES DE ENLACE .....	111
1.7.1	Centro de transformación y Acometida: .....	111
1.7.2	Caja General de Protección.....	112
1.7.3	EQUIPOS DE MEDIDA .....	113
1.7.4	DERIVACION INDIVIDUAL .....	113
1.8	DESCRIPCION DE LA INSTALACION INTERIOR.....	114
1.8.1	CLASIFICACION Y CARACTERISTICAS DE LA INSTALACION SEGUN LA CLASE LOCAL .....	114
1.8.2	CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCION.....	115
1.8.3	LINEAS DE DISTRIBUCION Y CANALIZACION.....	116
1.9	SUMINISTROS COMPLEMENTARIOS.....	122
1.10	ALUMBRADOS ESPECIALES .....	122
1.11	INSTALACION DE PUESTA A TIERRA.....	125
1.11.1	Tomas de tierra.....	125
1.11.2	Conductores de tierra. ....	126
1.11.3	Derivaciones de las líneas principales de tierra. ....	127
1.11.4	Conductores de protección.....	127
1.12	CONDUCTORES DE EQUIPOTENCIALIDAD.....	128
1.13	INSTALACIONES CON FINES ESPECIALES.....	128
2	CALCULOS ELECTRICOS .....	128
2.1	TENSION NOMINAL Y CAIDA DE TENSION ADMISIBLE .....	128
2.2	FORMULAS DE CALCULO DE LINEAS .....	129
2.3	POTENCIAS.....	130
2.3.1	Potencia total instalada.....	130
2.3.2	Potencia total máxima admisible .....	130
2.4	CALCULOS LUMINICOS.....	131
2.5	CALCULOS ELECTRICOS.....	132
2.6	CALCULO DE SISTEMA DE PROTECCION CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS .....	147
2.6.1	Calculo de la puesta a tierra .....	147
2.7	CALCULO DE LA DESCLASIFICACION DEL LOCAL .....	148

3	PLIEGO DE CONDICIONES .....	158
3.1	CONDICIONES DE LOS MATERIALES.....	158
3.1.1	Conductores eléctricos .....	158
3.1.2	Conductores de protección.....	159
3.1.3	Identificación de los conductores.....	159
3.1.4	Tubos protectores.....	159
3.1.5	Cajas de empalme y derivación .....	163
3.1.6	Mecanismos y tomas de corriente.....	164
3.1.7	Aparatos de protección.....	164
3.2	NORMAS DE EJECUCION DE LAS INSTALACIONES .....	170
	Todas las tomas de corriente llevarán toma de tierra.....	176
3.3	PRUEBAS REGLAMENTARIAS .....	181
3.4	CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.....	182
3.5	CERTIFICADOS Y DOCUMENTACION .....	183
3.6	LIBRO DE ORDENES.....	183
4	PRESUPUESTO .....	184
4.1	PRESUPUESTOS PARCIALES DE LOS ELEMENTOS Y EQUIPOS DE LA INSTALACION.....	184
4.2	PRESUPUESTO GENERAL.....	186
5	PLANOS.....	187
5.1	Plano esquema unifilar garaje .....	187
5.2	Plano planta garaje .....	187

## 1 MEMORIA DESCRIPTIVA DE LA INSTALACIÓN

### 1.2 OBJETO DEL PROYECTO

El presente documento tiene por objeto el especificar las características técnicas de la instalación eléctrica del local destinado a un garaje privado para 19 plazas de automóviles.

### 1.3 REGLAMENTO Y DISPOSICIONES CONSIDERADAS

Así mismo, es objeto del presente proyecto la justificación por medio del cálculo, de todos los elementos que componen la instalación teniendo en cuenta lo dispuesto en los siguientes en los siguientes reglamentos:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Normas particulares de la empresa suministradora de energía eléctrica Hidroeléctrica Española, S.A., aprobadas por la Dirección General de la Energía, en 30 de Octubre de 1.974.
- Reglamento de Seguridad contra incendios en los Establecimientos Industriales publicado en Real Decreto 786/2001 de 6 de Julio de 2.001.
- Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios publicado en Real Decreto 1942/1993 de 5 de Noviembre de 1.993.
- NBE CPI-96 de Protección contra Incendios en los Edificios.
- NBE CA-88 de Condiciones Acústicas en los Edificios.
- NBE CT-79 de Condiciones Térmicas en los Edificios.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.

### 1.4 EMPLAZAMIENTO

La instalación se ubicará en el Carrer Joanot Martorell Nº 15 en la localidad de Alzira (Valencia). Se adjunta en el apartado de planos el correspondiente plano de emplazamiento y situación.

### 1.5 POTENCIA PREVISTA

La potencia eléctrica instalada se detalla a continuación:

<b>POTENCIAS TOTALES PREVISTAS</b>	<b>POTENCIA</b>
TOTAL POTENCIA INSTALADA	4696 W
TOTAL POTENCIA CALCULO	6635 W

## 1.6 DESCRIPCION DEL LOCAL

### 1.6.1 CLASIFICACION DE LA INSTALACION SEGUN LA CLASE LOCAL

Este tipo de local pertenece a locales de:

*ESTACIONES DE SERVICIO, GARAJES Y TALLERES DE REPARACIÓN DE VEHICULOS.*

- La instalación eléctrica estará definida por la Instrucción ITC-BT-29. : Instalaciones en locales con riesgo de incendio o explosión.

Los emplazamientos clase I son aquellos en los que hay o puede haber gases, vapores o nieblas en cantidad suficiente para producir atmósferas explosivas o inflamables; se incluyen en esta clase los lugares en los que hay o puede haber líquidos inflamables.

#### Zonas de emplazamientos Clase I.

Se distinguen:

- Zona 0: Emplazamiento en el que la atmósfera explosiva constituida por una mezcla de aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor, o niebla, está presente de modo permanente, o por un espacio de tiempo prolongado, o frecuentemente.
- Zona 1: Emplazamiento en el que cabe contar, en condiciones normales de funcionamiento, con la formación ocasional de atmósfera explosiva constituida por una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla.
- Zona 2: Emplazamiento en el que no cabe contar, en condiciones normales de funcionamiento, con la formación de atmósfera explosiva constituida por una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla o, en la que, en caso de formarse, dicha atmósfera explosiva sólo subsiste por espacios de tiempo muy breves.

Las zonas del taller clasificadas tendrán una ventilación adecuada a la Norma UNE-EN 60079-10, de tal forma que habrá unas zonas clasificadas y otras desclasificadas, como podemos ver en el plano de sección. Así diferenciamos las zonas:

- Garaje hasta 0.6 m. de altura:
- Clase I, Zona 2
- Resto del Garaje: sin clasificar pero lo asemejamos por la Instrucción ITC-BT-30.apartado 9 : Instalaciones en otros locales de características especiales debido a su proximidad a la zona

clasificada como 2, y por tanto, hacemos una instalación estanca(IP-54) por su proximidad a las zonas clasificadas.

### 1.6.2 Características de la Instalación.

#### **Zonas clasificadas:**

Aunque no habrá instalación eléctrica en dicha zona, si la hubiera sus características de la instalación eléctrica estará definida por la Instrucción ITC- BT 029. Apartado 5,6,7,8 y 9: *Instalaciones en locales polvorientos con riesgo de incendio ó explosión.*

La categoría de los equipos (excluidos cables y conductores) para atmósfera de gases y vapores será la indicada a continuación:

<u>Categoría del equipo</u>	<u>Zonas en que se admiten</u>
Categoría 1	0, 1 y 2
Categoría 2	1 y 2
Categoría 3	2

Siendo:

- Categoría 1: Aparatos diseñados para que puedan funcionar dentro de los parámetros operativos determinados por el fabricante y asegurar un nivel de protección muy alto.
- Categoría 2: Aparatos diseñados para poder funcionar en las condiciones prácticas fijadas por el fabricante y asegurar un alto nivel de protección.
- Categoría 3: Aparatos diseñados para poder funcionar en las condiciones prácticas fijadas por el fabricante y asegurar un nivel normal de protección.

#### **Zonas desclasificadas:**

La instalación eléctrica estará definida por la Instrucción ITC-BT-30.apartado 9: Instalaciones en otros locales de características especiales debido a su proximidad a la zona clasificada como 2, entonces se realizará con un grado de protección de IP-54 en todas sus instalaciones.

#### Tipos de conductores e identificación de los mismos

Los conductores y cables que se empleen en las instalaciones serán de cobre o aluminio y serán siempre aislados. La tensión asignada no será inferior a 450/750 V. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea menor del 3 % para alumbrado y del 5 % para los demás usos.

El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior (3-5 %) y la de la derivación individual (1,5 %), de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas (4,5-6,5 %). Para instalaciones que se alimenten directamente en alta tensión, mediante un transformador propio, se considerará que la instalación interior de baja tensión tiene su origen a la salida del transformador, siendo también en este caso las caídas de tensión

máximas admisibles del 4,5 % para alumbrado y del 6,5 % para los demás usos.

Las intensidades máximas admisibles de los conductores, se regirán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE 20.460-5-523.

En instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, salvo justificación por cálculo, la sección del conductor neutro será como mínimo igual a la de las fases. No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

<u>Sección conductores fase (mm<sup>2</sup>)</u>	<u>Sección conductores protección (mm<sup>2</sup>)</u>
Sf ≤ 16	Sf
16 < Sf ≤ 35	16
Sf > 35	Sf/2

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

Las entradas de los cables y de los tubos a los aparatos eléctricos se realizarán de acuerdo con el modo de protección previsto. Los orificios de los equipos eléctricos para entradas de cables o tubos que no se utilicen deberán cerrarse mediante piezas acordes con el modo de protección de que vayan dotados dichos equipos.

En el punto de transición de una canalización eléctrica de una zona a otra, o de un emplazamiento peligroso a otro no peligroso, se deberá impedir el paso de gases, vapores o líquidos inflamables. Eso puede precisarse del sellado de zanjas, tubos, bandejas, etc, una ventilación adecuada o el relleno de zanjas con arena.

### ***Canalizaciones fijas:***

Los tubos serán metálicos, rígidos o flexibles, 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 D 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.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.

Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.
- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.
- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

### ***Canalizaciones móviles:***

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV, provistos de aislamiento y cubierta, contruidos de modo que dispongan de una protección mecánica

(cables con aislamiento mineral y cubierta metálica o cables armados con alambre de acero galvanizado y cubierta externa no metálica).

Para la ejecución de las canalizaciones se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- Se fijarán sobre las paredes por medio de bridas, abrazaderas, o collares de forma que no perjudiquen las cubiertas de los mismos.
- Con el fin de que los cables no sean susceptibles de doblarse por efecto de su propio peso, los puntos de fijación de los mismos estarán suficientemente próximos. La distancia entre dos puntos de fijación sucesivos, no excederá de 0,40 metros.
- Cuando los cables deban disponer de protección mecánica por el lugar y condiciones de instalación en que se efectúe la misma, se utilizarán cables armados. En caso de no utilizar estos cables, se establecerá una protección mecánica complementaria sobre los mismos.
- Se evitará curvar los cables con un radio demasiado pequeño y salvo prescripción en contra fijada en la Norma UNE correspondiente al cable utilizado, este radio no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.
- Los cruces de los cables con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior a éstas, dejando una distancia mínima de 3 cm entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los cables cuando el cruce se efectúe por la parte anterior de aquélla.
- Los extremos de los cables serán estancos cuando las características de los locales o emplazamientos así lo exijan, utilizándose a este fin cajas u otros dispositivos adecuados. La estanqueidad podrá quedar asegurada con la ayuda de prensaestopas.
- Los empalmes y conexiones se harán por medio de cajas o dispositivos equivalentes provistos de tapas desmontables que aseguren a la vez la continuidad de la protección mecánica establecida, el aislamiento y la inaccesibilidad de las conexiones y permitiendo su verificación en caso necesario.

### ***Luminarias:***

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598.

La masa de las luminarias suspendidas excepcionalmente de cables flexibles no debe exceder de 5 kg. Los conductores, que deben ser capaces de soportar este peso, no deben presentar empalmes intermedios y el esfuerzo deberá realizarse sobre un elemento distinto del borne de conexión.

Las partes metálicas accesibles de las luminarias que no sean de Clase II o Clase III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra, que irá conectado de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

El uso de lámparas de gases con descargas a alta tensión (neón, etc), se permitirá cuando su ubicación esté fuera del volumen de accesibilidad o cuando se instalen barreras o envolventes separadoras.

En instalaciones de iluminación con lámparas de descarga realizadas en locales en los que

funcionen máquinas con movimiento alternativo o rotatorio rápido, se deberán tomar las medidas necesarias para evitar la posibilidad de accidentes causados por ilusión óptica originada por el efecto estroboscópico.

#### ***Motores:***

Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. Los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de estas.

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor. Los conductores de conexión que alimentan a varios motores, deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

#### ***Tomas de corriente:***

Las tomas de corriente que se instalan en la zona de garaje serán de IP-54 de protección, e irán colocadas a una altura mayor de 1 m. Llevarán puesta a tierra y serán como mínimo de 16 A de intensidad nominal.

Las tomas de corriente serán fácilmente distinguibles las de la tensión normal a las utilizadas en la Instalación a Pequeña Tensión de Seguridad.

#### ***Aparatos de maniobra y protección:***

En el origen de la instalación y lo más cerca posible del punto de alimentación a la misma, se colocará el cuadro general de mando y protección, en el que se dispondrá un interruptor general de corte omnipolar, así como dispositivos de protección contra sobreintensidades de cada uno de los circuitos que parten de dicho cuadro.

La protección contra sobreintensidades para todos los conductores (fases y neutro) de cada circuito se hará con interruptores magnetotérmicos o automáticos de corte omnipolar, con curva térmica de corte para la protección a sobrecargas y sistema de corte electromagnético para la protección a cortocircuitos.

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución o tipo de conductores utilizados.

#### ***Protección contra contactos indirectos:***

La protección contra contactos indirectos se asegurará adoptando el sistema de clase B "Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto", consistente en poner a tierra todas las masas, mediante el empleo de conductores de protección y electrodos de tierra artificiales, y

asociar un dispositivo de corte automático sensible a la intensidad de defecto, que origine la desconexión de la instalación defectuosa (interruptor diferencial de sensibilidad adecuada, preferiblemente 30 mA). ). La elección de la sensibilidad del interruptor diferencial "I" que debe utilizarse en cada caso, viene determinada por la condición de el valor de la resistencia de tierra de las masas R.

### ***Protección contra contactos directos:***

#### Protección por aislamiento de las partes activas.

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

#### Protección por medio de barreras o envolventes.

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de, según UNE20.324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas.

Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

- Bien con la ayuda de una llave o de una herramienta;
- O bien, después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes;
- O bien, si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP5X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.

### ***Protección contra sobrecargas y cortocircuitos:***

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Las sobreintensidades pueden estar producidas por:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia.
- Cortocircuitos.
- Descargas eléctricas atmosféricas.

a) Protección contra sobrecargas. El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado, teniendo en cuenta que la intensidad admisible en los conductores deberá disminuirse en un 15% respecto al valor correspondiente a una instalación convencional. El dispositivo de protección podrá estar constituido por un interruptor automático de corte omnipolar con curva térmica de corte, o por cortocircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.

b) Protección contra cortocircuitos. En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión. Se admite, no obstante, que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados. Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte omnipolar.

La norma UNE 20.460 -4-43 recoge todos los aspectos requeridos para los dispositivos de protección. La norma UNE 20.460 -4-473 define la aplicación de las medidas de protección expuestas en la norma UNE 20.460 -4-43 según sea por causa de sobrecargas o cortocircuito, señalando en cada caso su emplazamiento u omisión.

Cerca de cada uno de los interruptores del cuadro se colocará una placa indicadora del circuito al que pertenecen.

Los cables y sistemas de conducción de cables deben instalarse de manera que no se reduzcan las características de la estructura del edificio en la seguridad contra incendios, así los cables que alimentan a los servicios destacables para la seguridad como son los extractores se realizarán serán “resistentes al fuego” y con emisión de humos y opacidad reducida.

Los cables eléctricos a utilizar en las instalación de la derivación individual y en el conexionado interior de cuadros eléctricos en este tipo de locales, serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida.

## 1.7 DESCRIPCION DE LAS INSTALACIONES DE ENLACE

### 1.7.1 Centro de transformación y Acometida:

La energía eléctrica necesaria para estos usos será suministrada por la Compañía Iberdrola. Desde sus redes de distribución de Baja Tensión es de 230 V para el alumbrado y 400 V. para fuerza motriz.

### ACOMETIDA:

Es parte de la instalación de la red de distribución, que alimenta la caja general de protección o unidad funcional equivalente (CGP). Los conductores serán de cobre o aluminio. Esta línea está regulada por la ITC-BT-11.

Atendiendo a su trazado, al sistema de instalación y a las características de la red, la acometida podrá ser:

- Subterránea. Los cables serán aislados, de tensión asignada 0,6/1 kV, y podrán instalarse directamente enterrados, enterrados bajo tubo o en galerías, atarjeas o canales revisables.

Por último, cabe señalar que la acometida será parte de la instalación constituida por la Empresa Suministradora, por lo tanto su diseño debe basarse en las normas particulares de ella.

### 1.7.2 Caja General de Protección

La acometida se realizará de tal forma que llegue con conductores aislados a la caja general de protección, en canalización aérea o subterránea. Para redes subterráneas, así como las prescripciones particulares de la compañía suministradora de la energía.

Se instalarán preferentemente sobre las fachadas exteriores de los edificios, en lugares de libre y permanente acceso.

Se instalarán siempre en un nicho en pared o cuarto preparado para tal fin, que se cerrará con una puerta preferentemente metálica, con grado de protección IK 10 según UNE-EN 50.102, revestida exteriormente de acuerdo con las características del entorno y estará protegida contra la corrosión, disponiendo de una cerradura o candado normalizado por la empresa suministradora.

En el nicho o cuartos se dejarán previstos los orificios necesarios para alojar los conductos de entrada de la acometida.

Las cajas de protección y medida a utilizar corresponderán a uno de los tipos recogidos en las especificaciones técnicas de la empresa suministradora que hayan sido aprobadas por la Administración Pública competente, en función del número y naturaleza del suministro. Dentro de las mismas se instalarán cortacircuitos fusibles en todos los conductores de fase o polares, con poder de corte al menos igual a la corriente de cortocircuito prevista en el punto de su instalación.

Las cajas de protección y medida cumplirán todo lo que sobre el particular se indica en la Norma UNE-EN 60.439 -1, una vez instaladas tendrán un grado de protección IP43 según UNE 20.324 e IK 09 según UNE-EN 50.102 y serán precintables.

La envolvente deberá disponer de la ventilación interna necesaria que garantice la no formación de condensaciones. El material transparente para la lectura será resistente a la acción de los rayos ultravioleta.

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

Los fusibles de la caja general de protección cumplirá la función de fusibles de seguridad, con el fin de proteger cada uno de los hilos de fase o polares que van al contador. Estos fusibles serán precintados por la compañía suministradora.

### 1.7.3 EQUIPOS DE MEDIDA

#### 1.7.3.1 Características:

El local en cuestión dispondrá de su propio equipo de medida que será de los tipos previstos por la Compañía Suministradora. La envolvente tendrá un grado de protección de IP-40 ó IK09 al ser una instalación de interior.

#### 1.7.3.2 Situación:

Tendrá un equipo homologado por la Compañía suministradora , consistente en un módulo preparado para contener como mínimo a tres contadores y donde se alojarán los contadores de activa y reactiva.

Se situará en la centralización de contadores prevista por el Edificio para albergar los equipos de medida de los distintos suministros. Y tendrán la protección de los fusibles dispuestos en la unidad funcional de salida del embarrado, protegido previamente por un interruptor de corte en carga, que es el que se alimenta desde la CGP. Los dispositivos de lectura de los equipos de medida deberán estar situados a una altura comprendida entre 0,70 y 1,80 m.

### 1.7.4 DERIVACION INDIVIDUAL

#### 1.7.4.1 Descripción:

Es la que enlaza el contador dispuesto en el equipo de medida y los dispositivos generales de mando y protección de la instalación interior del abonado. Está regulada por la ITC-BT-15.

#### 1.7.4.2 Canalizaciones:

Esta línea será trifásica más neutro (400V entre fases y 230 V. entre fase y neutro). Las derivaciones individuales estarán constituidas por:

- Conductores aislados en el interior de tubos empotrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos enterrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos en montaje superficial.
- Conductores aislados en el interior de canales protectoras cuya tapa sólo se pueda abrir con la ayuda de un útil.
- Canalizaciones eléctricas prefabricadas que deberán cumplir la norma UNE-EN 60.439 -2.
- Conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica, proyectados y contruidos al efecto.

#### 1.7.4.3 Conductores:

Los conductores a utilizar serán de cobre o aluminio, aislados y normalmente unipolares, siendo su tensión asignada 450/750 V como mínimo. Para el caso de cables multiconductores o para el caso de

derivaciones individuales en el interior de tubos enterrados, el aislamiento de los conductores será de tensión asignada 0,6/1 kV. La sección mínima será de 6 mm<sup>2</sup> para los cables polares, neutro y protección y de 1,5 mm<sup>2</sup> para el hilo de mando (para aplicación de las diferentes tarifas), que será de color rojo.

Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida.

La caída de tensión máxima admisible será, para el caso de derivaciones individuales en suministros para un único usuario en que parten de una centralización de contadores, del 1 %.

Según los cálculos realizados y las Normas adoptadas según veremos en el siguiente capítulo nos corresponde adoptar conductores de 6 mm<sup>2</sup> de sección para las fases y 6 mm<sup>2</sup> para el neutro, los cuales discurrirán bajo tubo protector de PVC.

## 1.8 DESCRIPCION DE LA INSTALACION INTERIOR

### 1.8.1 CLASIFICACION Y CARACTERISTICAS DE LA INSTALACION SEGUN LA CLASE LOCAL

#### 1.8.1.1 Local de pública concurrencia:

El local del cual estamos tratando, al ser privado NO lo podemos clasificar como un local de pública concurrencia.

#### 1.8.1.2 Locales con riesgo de incendio ó explosión:

Es un local que presenta una zona con dicho riesgo. Emplazamiento hasta 0.6 m. de altura:  
- Clase I, Zona 2

#### 1.8.1.3 Locales húmedos:

Es un local que por encima de la zona clasificada lo podemos definir como emplazamiento húmedo.

#### 1.8.1.4 Locales mojados:

No hay.

#### 1.8.1.5 Locales con riesgo de corrosión.

No hay.

#### 1.8.1.6 Locales polvorientos sin riesgo de incendio ó explosión.

No hay.

1.8.1.7 Locales a temperatura elevada:

No hay.

1.8.1.8 Locales a muy baja temperatura:

No hay.

1.8.1.9 Locales en los que existan baterías de acumuladores:

No hay.

1.8.1.10 Estaciones de servicio ó garajes:

Si.

1.8.1.11 Locales de características especiales:

No hay.

1.8.1.12 Instalaciones con fines especiales:

No hay.

1.8.1.13 Instalaciones a muy baja tensión:

No hay.

1.8.1.14 Instalaciones a tensiones especiales:

No hay.

1.8.1.15 Instalaciones generadoras de baja tensión:

No hay.

1.8.2 CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCION

#### 1.8.2.1 Características y composición.

El cuadro general de mando y protección se dispondrá lo más cerca posible de la entrada, el cual y para su protección contra los contactos y golpes se montará a una altura mínima del suelo de 1,5 m.

La envolvente tendrá un grado de protección de IP30 ó IK07.

Se dispondrá de un cuadro general donde estarán los siguientes elementos:

- 1 Magnetotérmico General de 2x 32A, 10 kA.
- 3 Magnetotérmico de 2x16A, 6 kA.
- 3 Magnetotérmico de 2x10A, 6 kA.
- 5 Diferenciales de 2x40A/30 mA.

#### 1.8.2.2 Cuadros secundarios

No se dispondrá de ningún cuadro secundario.

#### 1.8.3 LINEAS DE DISTRIBUCION Y CANALIZACION

Para la instalación interior del local se han dispuesto desde desde los disyuntores magnetotérmico de alumbrado y fuerza motriz empleados en el cuadro general una serie de circuitos hasta los receptores instalados en el local.

##### 1.8.3.1 Sistema de instalación elegido

La instalación será de superficie, donde los conductores circularán por tubos protectores del tipo PVC blindado y con cajas de empalme de PVC rígido, realizando una instalación con un grado de estanqueidad de IP-54. Por tanto tendremos conductores de aislamiento de 750 V. que discurren por tubos protectores con un grado de resistencia a la compresión de 4.

Por tanto la instalación eléctrica estará toda ella por encima del volumen peligroso y se realizará con tubo en montaje superficial de carácter blindado.

##### 1.8.3.2 Derivaciones a puntos de luz y receptores:

Son las líneas que unen los respectivos circuitos de la instalación interior con los correspondientes puntos de luz y tomas de corriente, las cuales, se interceptan a su vez con el mecanismo de mando y protección que le corresponde tal como se indica en el respectivo plano y que de conformidad con los cálculos realizados y normas adoptadas se expresan en los mismos las respectivas canalizaciones de estas líneas.



Designación	Longitud	Pot calc	Cos fi	I b	Sección	I adm	resist a T trabajo	Conduct	Tcond (°C)	e (V)	e %
<b>Derivación</b>	17	6715,25	0,8	36,5 0	16	59	0,02022	49,4531	51,48	1,568	0,682
<b>Extractor</b>	25	2125	0,85	10,8 7	1,5	15	0,02052	48,7265	55,75	7,436	3,233
<b>Central Co Ventiladores</b>	2	300	0,9	1,45	1,5	15	0,01943	51,4643	40,28	0,075	0,033
<b>Ventilador 1</b>	2	450	0,85	2,30	1,5	15	0,01949	51,2971	41,18	0,120	0,052
<b>Ventilador 2</b>	10	200	0,85	1,02	1,5	15	0,01942	51,4905	40,14	0,265	0,115
<b>Ventilador 2</b>	20	200	0,85	1,02	1,5	15	0,01942	51,4905	40,14	0,530	0,230
<b>Central incendios</b>	2	300	0,9	1,45	1,5	15	0,01943	51,4643	40,28	0,075	0,033
<b>Bomba garaje</b>	2	920	0,9	4,44	1,5	15	0,01960	51,0281	42,63	0,232	0,101
<b>Otros usos</b>	25	668	0,85	3,42	1,5	15	0,01952	51,2268	41,56	2,223	0,967
<b>Motor puerta</b>	14	900	0,85	4,60	1,5	15	0,01961	50,9929	42,83	1,685	0,733
<b>Alumbrado permanente</b>	25	194,4	1	0,85	1,5	15	0,01942	51,4988	40,10	0,547	0,238
<b>Alumbrado temporizado</b>	35	777,6	1	3,38	1,5	15	0,01952	51,2328	41,52	3,080	1,339

Varios circuitos pueden encontrarse en el mismo tubo o en el mismo compartimento de canal si todos los conductores están aislados para la tensión asignada más elevada.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

#### Conductores aislados bajo tubos protectores:

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

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.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN

- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.
- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.
- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

#### Conductores aislados en el interior de huecos de la construcción:

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V, con cubierta de protección.

Los cables o tubos podrán instalarse directamente en los huecos de la construcción totalmente contruidos con materiales incombustibles de resistencia al fuego RF-120 como mínimo.

Los huecos en la construcción admisibles para estas canalizaciones podrán estar dispuestos en muros, paredes, vigas, forjados o techos, adoptando la forma de conductos continuos o bien estarán comprendidos entre dos superficies paralelas como en el caso de falsos techos o muros con cámaras de aire.

La sección de los huecos será, como mínimo, igual a cuatro veces la ocupada por los cables o tubos, y su dimensión más pequeña no será inferior a dos veces el diámetro exterior de mayor sección de éstos, con un mínimo de 20 milímetros.

Las paredes que separen un hueco que contenga canalizaciones eléctricas de los locales inmediatos, tendrán suficiente solidez para proteger éstas contra acciones previsibles.

Se evitarán, dentro de lo posible, las asperezas en el interior de los huecos y los cambios de dirección de los mismos en un número elevado o de pequeño radio de curvatura.

La canalización podrá ser reconocida y conservada sin que sea necesaria la destrucción parcial de las paredes, techos, etc., o sus guarnecidos y decoraciones.

Los empalmes y derivaciones de los cables serán accesibles, disponiéndose para ellos las cajas de derivación adecuadas.

Se evitará que puedan producirse infiltraciones, fugas o condensaciones de agua que puedan penetrar en el interior del hueco, prestando especial atención a la impermeabilidad de sus muros exteriores, así como a la proximidad de tuberías de conducción de líquidos, penetración de agua al efectuar la limpieza de suelos, posibilidad de acumulación de aquélla en partes bajas del hueco, etc.

### 1.9 SUMINISTROS COMPLEMENTARIOS

Como su ocupación es menor a 300 personas NO PROCEDE colocar suministro complementario, según lo marcado por el Artículo 2.3 de la ITC-BT-28 del R.E.B.T.

### 1.10 ALUMBRADOS ESPECIALES

Se le dotará de un alumbrado de emergencia destinado a alumbrado de seguridad conectado de tal forma que su encendido sea automático al fallar por cualquier causa el alumbrado normal.

Las instalaciones destinadas a alumbrado de emergencia tienen por objeto asegurar, en caso de fallo de la alimentación al alumbrado normal, la iluminación en los locales y accesos hasta las salidas, para una eventual evacuación del público o iluminar otros puntos que se señalen.

La alimentación del alumbrado de emergencia será automática con corte breve (alimentación automática disponible en 0,5 s como máximo).

#### Alumbrado de seguridad.

Es el alumbrado de emergencia previsto para garantizar la seguridad de las personas que evacúen una zona o que tienen que terminar un trabajo potencialmente peligroso antes de abandonar la zona.

El alumbrado de seguridad estará previsto para entrar en funcionamiento automáticamente cuando se produce el fallo del alumbrado general o cuando la tensión de éste baje a menos del 70% de su valor nominal.

La instalación de este alumbrado será fija y estará provista de fuentes propias de energía. Sólo se podrá utilizar el suministro exterior para proceder a su carga, cuando la fuente propia de energía esté constituida por baterías de acumuladores o aparatos autónomos automáticos.

### Alumbrado de evacuación.

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar el reconocimiento y la utilización de los medios o rutas de evacuación cuando los locales estén o puedan estar ocupados.

En rutas de evacuación, el alumbrado de evacuación debe proporcionar, a nivel del suelo y en el eje de los pasos principales, una iluminancia horizontal mínima de 1 lux. En los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia mínima será de 5 lux. La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en el eje de los pasos principales será menor de 40.

El alumbrado de evacuación deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminancia prevista.

### Alumbrado ambiente o anti-pánico.

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para evitar todo riesgo de pánico y proporcionar una iluminación ambiente adecuada que permita a los ocupantes identificar y acceder a las rutas de evacuación e identificar obstáculos.

El alumbrado ambiente o anti-pánico debe proporcionar una iluminancia horizontal mínima de 0,5 lux en todo el espacio considerado, desde el suelo hasta una altura de 1 m. La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en todo el espacio considerado será menor de 40.

El alumbrado ambiente o anti-pánico deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminancia prevista.

### Lugares en que deberá instalarse alumbrado de emergencia.

#### Con alumbrado de seguridad.

Es obligatorio situar el alumbrado de seguridad en las siguientes zonas del local de pública concurrencia:

- en los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección.
- en las salidas de emergencia y en las señales de seguridad reglamentarias.
- en todo cambio de dirección de la ruta de evacuación.
- en toda intersección de pasillos con las rutas de evacuación.
- en el exterior del edificio, en la vecindad inmediata a la salida.
- a menos de 2 m de las escaleras, de manera que cada tramo de escaleras reciba una iluminación directa.
- a menos de 2 m de cada cambio de nivel.
- a menos de 2 m de cada puesto de primeros auxilios.
- a menos de 2 m de cada equipo manual destinado a la prevención y extinción de incendios.
- en los cuadros de distribución de la instalación de alumbrado de las zonas indicadas anteriormente.

En estos dos últimos casos, el alumbrado de seguridad proporcionará una iluminancia mínima de 5 lux al nivel de operación.

El alumbrado de señalización se instalará de manera que pueda funcionar continuamente durante determinados períodos de tiempo. Deberá señalar de modo permanente la situación de puertas, pasillos, escaleras y salidas de los locales durante todo el tiempo que permanezcan con público, será alimentado al menos por dos suministros y proporcionará en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de 1 lux.

Los puntos de luz donde ubicar el alumbrado de emergencia y señalización pueden ser los mismos

#### Prescripciones de los aparatos para alumbrado de emergencia:

##### Aparatos autónomos para alumbrado de emergencia.

Luminaria que proporciona alumbrado de emergencia de tipo permanente o no permanente en la que todos los elementos, tales como la batería, la lámpara, el conjunto de mando y los dispositivos de verificación y control, si existen, están contenidos dentro de la luminaria o a una distancia inferior a 1 m de ella.

El alumbrado de emergencia debe permitir la evacuación segura y fácil de los asistentes hacia el exterior, caso de producirse un fallo de los alumbrados generales o cuando la tensión de éstos bajo a menos del 70 por 100 de su valor nominal. Deberá poder funcionar durante 1 hora como mínimo, proporcionará una iluminación adecuada en el eje de los pasos, será alimentado por fuentes propias de energía y se instalará en los locales y dependencias que se indiquen y siempre en las salidas de éstas, en las señales indicadoras de la dirección de las mismas, en el local donde estén dispuestos los cuadros de distribución de energía eléctrica y en los accesos a éste. Este alumbrado estará dimensionado, como mínimo, a razón de 0,5 W por metro cuadrado de superficie del local.

Las canalizaciones que alimenten los alumbrados especiales se dispondrán, cuando se instalen sobre paredes, a 5 cm como mínimo de otras canalizaciones eléctricas.

En cualquier caso, siempre se considerarán, además, las prescripciones particulares indicadas en la NBE CPI 96 de Protección contra incendios en los edificios.

Serán circuitos de 1,5 mm<sup>2</sup> de sección bajo tubo de 16 mm. de diámetro, que alimentarán a acumuladores de NIQUEL-CADMIO (sin mantenimiento), de duración mínima 1 hora.

## 1.11 INSTALACION DE PUESTA A TIERRA

Las puestas a tierra se establecen principalmente 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 los materiales eléctricos utilizados.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de sollicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

### 1.11.1 Tomas de tierra.

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- Barras, tubos;
- Pletinas, conductores desnudos;
- Placas;
- Anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones;
- Armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas;
- Otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

El valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en local o emplazamiento conductor
- 50 V en los demás casos.

Si las condiciones de la instalación son tales que pueden dar lugar a tensiones de contacto superiores a los valores señalados anteriormente, se asegurará la rápida eliminación de la falta mediante dispositivos de corte adecuados a la corriente de servicio.

La resistencia de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, y varía también con la profundidad.

### 1.11.2 Conductores de tierra.

La sección de los conductores de tierra, cuando estén enterrados, deberán estar de acuerdo con los valores indicados en la tabla siguiente. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

<u>Tipo</u>	<u>Protegido mecánicamente</u>	<u>No protegido mecánicamente</u>
Protegido contra la corrosión	Igual a conductores protección apdo. 7.7.1	16 mm <sup>2</sup> Cu 16 mm <sup>2</sup> Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión	25 mm <sup>2</sup> Cu 50 mm <sup>2</sup> Hierro	25 mm <sup>2</sup> Cu 50 mm <sup>2</sup> Hierro

\* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente.

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

### 1.11.3 Derivaciones de las líneas principales de tierra.

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes:

- Los conductores de tierra.
- Los conductores de protección.
- Los conductores de unión equipotencial principal.
- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

### 1.11.4 Conductores de protección.

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

<u>Sección conductores fase (mm<sup>2</sup>)</u>	<u>Sección conductores protección (mm<sup>2</sup>)</u>
$S_f \leq 16$	$S_f$
$16 < S_f < 35$	16
$S_f > 35$	$S_f/2$

En todos los casos, los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

- 2,5 mm<sup>2</sup>, si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm<sup>2</sup>, si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

- Conductores en los cables multiconductores.
- Conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos.
- Conductores separados desnudos o aislados.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección.

### 1.12 CONDUCTORES DE EQUIPOTENCIALIDAD.

El conductor principal de equipotencialidad debe tener una sección no inferior a la mitad de la del conductor de protección de sección mayor de la instalación, con un mínimo de 6 mm<sup>2</sup>. Sin embargo, su sección puede ser reducida a 2,5 mm<sup>2</sup> si es de cobre.

La unión de equipotencialidad suplementaria puede estar asegurada, bien por elementos conductores no desmontables, tales como estructuras metálicas no desmontables, bien por conductores suplementarios, o por combinación de los dos.

### 1.13 INSTALACIONES CON FINES ESPECIALES.

Se considerarán en este apartado la instalación de los ventiladores que contribuyen a desclasificar el local. Dichos ventiladores los podemos considerar como un servicio de seguridad.

Por tanto el cable eléctrico que lo alimenta deberá mantener el servicio durante el incendio, en consecuencia serán conformes a las especificaciones de la Norma UNE-EN 50.200 y tendrán emisión de humos y opacidad reducida

## **2 CALCULOS ELECTRICOS**

### 2.1 TENSION NOMINAL Y CAIDA DE TENSION ADMISIBLE

La tensión nominal será de 400 V. Entre fases y de 230 V. Entre fase y neutro, según el Artículo 4 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Se consideran conductores activos en la instalación, los destinados a transmisión de la energía eléctrica. En el caso que nos ocupa se consideran activos los conductores de fases y neutro de acuerdo con el apartado 2.2 de la ITC .BT.019.

La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación, sea menor del 4,5 % de la tensión nominal en el origen de la instalación. Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos susceptibles de funcionar simultáneamente. No obstante estará de acuerdo con el apartado 2.2.3 de la Instrucción ITC BT..019 para el interior del local (3% para instalación receptoras de alumbrado y 5 % para los demás usos) y del 1 % para la derivación individual.

## 2.2 FORMULAS DE CALCULO DE LINEAS

La potencia es:

$$P = K * U * I * \cos \varphi$$

Siendo:

- K = 1 para régimen monofásico
- K =  $\sqrt{3}$  para régimen trifásico
- P = Potencia (W)
- V = Tensión de red (V)
- I = Intensidad absorbida (A)
- $\cos \varphi$  = factor de potencia.

Entonces:

$$I = \frac{P}{K * V}$$

Si el receptor son tubos fluorescentes tendremos:

$$I = \frac{1.8 * P}{K * V}$$

Entonces cuando tenemos la intensidad buscamos en la tabla de la Instrucción ITC-BT-019 donde se relaciona la intensidad máxima admisible con la sección de los conductores según el aislamiento de los conductores y como estén agrupados y con lo cual determinaremos la sección.

Esa sección deberá cumplir con que la caída de tensión sea la exigida.

La caída de tensión (en voltios) es:

$$U = K' R L I / S$$

$$U = \frac{K' * R * L}{S}$$

Siendo:

- K' = 2 en líneas monofásicas.
- K' = 1 en líneas trifásicas.
- R = resistividad del cobre = 0,0175 ohm mm<sup>2</sup> / m
- L = Longitud del conductor : m
- S = Sección del conductor : mm<sup>2</sup>
- I = Intensidad : A

## 2.3 POTENCIAS

### 2.3.1 Potencia total instalada.

Designación	Pot. Instalada	Pot. Calculo
Otros usos garaje	668 W	668 W
2 Ventiladores	200 W	450 W
1 Motor puerta	1 CV	920 W
1 Extractor	1.7 kW	2125 W
1 Bomba achique	720 W	920 W
1 Central Alarma	300 W	300 W
1 Central incendios	300 W	300 W

### Alumbrado

12 Plafones	36 W	777.6 W
11 Pantallas de 1 x 40 W	36 W	712 W
10 Emergencias	6 W	60 W

Por lo tanto tendremos: 7153.4 W.

### 2.3.2 Potencia total máxima admisible

La potencia máxima instalada será: P<sub>máx alumb</sub> + P<sub>máx otro. usos</sub>

$$P_{\text{máx alumbrado}} = P_{\text{incand.}} + 1,8 P_{\text{fluor.}} = 720 + 1,8 \times 456 = 1.541 \text{ W}$$

$$P_{\text{máx otros usos}} = 1,25 P_{\text{(mayor motor)}} + P_{\text{resto}} = 1,25 \times 1.700 + 2.404 = 4.529 \text{ W.}$$

$$P_{\text{máx. Instalada}} = (1.541 + 4.529) = \underline{5.439 \text{ W.}}$$

La **potencia eléctrica total admisible** viene dada por la siguiente expresión:

$$P_{ADM} = \sqrt{3} * U * I_{ADM} * \cos\varphi * K_1$$

Siendo:

- $N_{ADM}$  (W) = Potencia total admisible.
- V (V) = Tensión nominal = 230V
- $I_{ADM}$  (A) = Intensidad admisible, según Instrucción ITC BT 019 (Instalaciones interiores)
- $\cos \varphi$  = Factor de potencia ( $\cos \varphi = 0.8$ ).

La sección adoptada para la derivación individual, es: 2x16 +1x10 mm<sup>2</sup>, de conductor de cobre del tipo no propagador del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, con aislamiento de 750 V., según norma UNE 21.123 parte 4, marca Pirelli AFUMEX ó similar en instalación aérea bajo tubo de PVC de 32 mm ø e intensidad admisible de 59 A; con un interruptor general de 32 A por lo que, sustituyendo valores, resulta:

## 2.4 CALCULOS LUMINICOS

Vamos a proceder a su cálculo en la parte correspondiente a un pasillo:

Dicha sección tiene unas dimensiones de:

- Longitud media: l = 34,6 m.
- Anchura: b = 5 m.
- Altura total: 2,4 m.
- Altura eficiente: 2,3 m.
- Altura del plano de trabajo: 0.8 m.
- Distancia entre luminaria y plano de trabajo: 1,5 m.

Calculamos el índice del local:

$$k = \frac{1 * b}{h(1 + b)} = \frac{34.6 * 5}{1.5(34.6 + 5)} = 2.91$$

Tendremos un factor de utilización de: 0.69

Se va a iluminar con pantallas de 1x40 W integradas en el techo, con tubos de luz blanca con una temperatura de 4.000 °K, y un flujo luminoso de 3.450 lúmenes por tubo.

La iluminación media recomendada para dicha sección es: E = 100 lúmenes.

El factor de mantenimiento de las lámparas será: 0,9.

Por tanto, el número de luminarias a instalar será:

$$N = \frac{E * l * b}{\phi * \mu * d} = \frac{100 * 34.6 * 5}{3450 * 0.69 * 0.9} = 8.07 \approx 8$$

Por tanto serán instaladas 8 luminarias.

## 2.5 CALCULOS ELECTRICOS

### Formulas

Serán utilizadas las siguientes formulas:

Sistema Trifásico

$$I = \frac{Pc}{\sqrt{3} * U * \text{Cosp} * R}$$

$$e = \frac{L * Pc}{k * U * n * S * R} + \frac{L * Pc * Xu * \sin \rho}{1000 * U * n * R * \text{cosp}} = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico:

$$I = \frac{Pc}{U * \text{Cosp} * R}$$

$$e = \frac{2 * L * Pc}{k * U * n * S * R} + \frac{2 * L * Pc * Xu * \sin \rho}{1000 * U * n * R * \text{cosp}} = \text{voltios (V)}$$

Dónde:

- Pc = potencia de cálculo en W.
- L = Longitud de cálculo en m.
- e = Caída de tensión en voltios.
- K = Conductividad.
- I = Intensidad en A.
- U= Tensión de servicios en V (Trifásica o Monofásica)
- S = Sección del conductor en mm<sup>2</sup>.
- Cos ρ = Coseno de fi. Factor de potencia.
- R = Rendimiento. (Solo para líneas con motor).
- N = N° de conductores por fase.
- Xu = Reactancia por unidad de longitud en m\*Ω/m.

### Fórmula conductividad eléctrica

$$K = \frac{1}{\rho}$$

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

$$T = T_0 + ((T_{max} - T_0) * \left(\frac{I}{I_{max}}\right)^2)$$

Siendo:

- $K$  = Conductividad del conductor a la temperatura  $T$ .
- $\rho$  = Resistividad del conductor a la temperatura  $T$ .
- $\rho_{20}$  = Resistividad del conductor a  $20^\circ \text{C}$ .
  - $\text{Cu} = 0.018$
  - $\text{Al} = 0.029$
- $\alpha$  = Coeficiente de temperatura:
  - $\text{Cu} = 0.00392$
  - $\text{Al} = 0.00403$
- $T$  = Temperatura del conductor en ( $^\circ\text{C}$ ) .
- $T_0$  = Temperatura ambiente ( $^\circ\text{C}$ ) :
  - Cables enterrados =  $25^\circ \text{C}$
  - Cables al aire =  $40^\circ \text{C}$
- $T_{\text{max}}$  = Temperatura máxima admisible del conductor ( $^\circ\text{C}$ ) :
  - XLPE, EPR =  $90^\circ \text{C}$
  - PVC =  $70^\circ \text{C}$
- $I$  = Intensidad prevista que circulara por el conductor (A).
- $I_{\text{max}}$  = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

### Fórmulas sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1.45 I_z$$

Dónde:

- $I_b$ : Intensidad utilizada en el circuito.
- $I_z$ : Intensidad admisible de la canalización según la norma UNE 20-460/5-523.
- $I_n$ : Intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables,  $I_n$  es la intensidad de regulación escogida.
- $I_2$ : Intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica  $I_2$  se toma igual a:
  - La intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos (  $1.45 I_n$  como máximo).
  - La intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles ( $1.6 I_n$ ).

### Fórmulas compensación energía reactiva

$$\cos \varphi = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}}$$

$$\tan \varphi = \frac{Q}{P}$$

$$Q_c = P * (\tan \varphi' + \tan \varphi'')$$

(Monofásico – Trifásico conexión estrella)

$$C = \frac{Q_c * 1000}{U^2 * \omega}$$

(Trifásico conexión triángulo)

$$C = \frac{Q_c * 1000}{3 * U^2 * \omega}$$

Siendo:

- $P$  = Potencia activa de la instalación (kW)
- $Q$  = Potencia reactiva de la instalación (kVAr)
- $Q_c$  = Potencia reactiva a compensar (kVAr)
- $\varphi'$  = Angulo de desfase de la instalación sin compensar.
- $\varphi''$  = Angulo de desfase que se quiere conseguir.
- $U$  = Tensión compuesta (V)

### Fórmulas cortocircuito

$$I_{pccI} = \frac{Ct * U}{\sqrt{3} * Zt}$$

Siendo:

$I_{pccI}$ : Intensidad permanente de c.c en inicio de la línea en kA.

Ct: coeficiente de tensión.

U: Tensión trifásica en V.

Zt: Impedancia total en  $m\Omega$ , aguas arriba del punto de c.c (sin incluir la línea o circuito en estudio).

$$I_{pccF} = \frac{Ct * Uf}{2 * Zt}$$

Siendo:

- $I_{pccF}$ : Intensidad permanente de c.c en fin de línea en kA.
- Ct: Coeficiente de tensión.
- Uf: Tensión monofásica en V.
- Zt: Impedancia total en  $m\Omega$ , incluyendo la propia de la línea o circuito ( por tanto es igual a la impedancia en origen más la propia del conductor o línea).

La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

$$Zt = (Rt^2 + Xt^2)^{\frac{1}{2}}$$

Siendo:

- Rt:  $R1 + R2 + \dots + Rn$  (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)
- Xt:  $X1 + X2 + \dots + Xn$  (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)
- $R = \frac{L * 1000 * Cr}{k * S * n}$  ( $m\Omega$ )
- $X = \frac{Xu * L}{n}$  ( $m\Omega$ )
- R: Resistencia de la línea en  $m\Omega$ .
- X: Reactancia de la línea en  $m\Omega$ .
- L Longitud de la línea en m.
- Cr: Coeficiente de resistividad.
- K: Conductividad del metal conductor.
- S: Sección de la línea en  $mm^2$ .
- Xu: Reactancia de la línea, en  $m\Omega$  por metro.
- N: nº de conductores por fase.

$$t_{mcicc} = \frac{Cc * S^2}{I_{pcc} F^2}$$

Siendo:

- $t_{mcicc}$ : Tiempo máximo en segundos que un conductor soporta una  $I_{pcc}$ .
- $Cc$ : Constante que depende de la naturaleza del conductor y de su aislamiento.
- $S$ : Sección de la línea en  $mm^2$ .
- $I_{pcc} F$ : Intensidad permanente de c.c en fin de línea en A.

## DEMANDA DE POTENCIAS

Potencia total instalada:

• EXTRACTOR	1700 W
• CENTRAL CO	300 W
• VENTILADOR 1	200 W
• VENTILADOR 2	200 W
• CENTRAL INCENDIOS	300 W
• OTROS USOS	668 W
• MOTOR PUERTA	736 W
• ALUMB. PERMANENTE	396 W
• ALUMB. TEMPORIZADO	432 W
TOTAL....	5652 W

### Calculo de la DERIVACION INDIVIDUAL

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: Instalación Tipo B1 unipolar instalada bajo tubos en superficie o empotrados en obra.
- Longitud: 17 m;  $\cos \phi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 5280 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44): 6715.25

$$I = \frac{6715.25}{230 * 0.8} = 36.50$$

Se eligen conductores unipolares 2x16+TTx10mm<sup>2</sup> Cu. RF – No propagador de la llama y con emisión de humos y opacidad reducida resistente al fuego. Con designación UNE: ES07Z1-K (AS+) con una intensidad máxima admisible de 59 A según ITC-BT-19.

Se instalara tubo de diámetro: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura del cable (°C): 51.48.

$$e \text{ parcial} = \frac{2 * 17 * 6715.25}{47.91 * 230 * 16} = 1.568 \text{ V.} = 0.682 \%$$

**e total = 0.682 %**, máxima admisible 4.5 %.

Protección térmica: Será instalado interruptor magnetotérmico bipolar con intensidad nominal de 32 A.

### **Cálculo de la Línea: EXTRACTOR**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: Instalación Tipo B1 unipolar instalada bajo tubos en superficie o empotrados en obra.
- Longitud: 25 m; Cos  $\phi$ : 0.85;  $X_u$ (m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 1700 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$1700 * 1.25 = 2125 \text{ W.}$$

$$I = \frac{2125}{230 * 0.85} = 10.87 \text{ A}$$

Se eligen conductores unipolares 2x2.5+TTx2.5 mm<sup>2</sup> Cu. Con aislamiento 450/750 V en PVC. Con designación UNE: H07V-K con una intensidad máxima admisible de 21 A según ITC-BT-19.

Se instalara tubo de diámetro: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura del cable (°C): 48.04.

$$e \text{ parcial} = \frac{2 * 25 * 2125}{50.05 * 230 * 2.5} = 4.343 \text{ V.} = 1.88 \%$$

**e total = 2.622%**, máxima admisible 6.5 %.

Protección térmica: Será instalado interruptor magnético bipolar con intensidad nominal de 16 A.

Protección diferencial: Sera instalado un interruptor diferencial bipolar con una intensidad nominal de 25 A y una sensibilidad de 30 mA.

### Cálculo de la Línea: CENTRAL CO

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: Instalación Tipo B1 unipolar instalada bajo tubos en superficie o empotrados en obra.
- Longitud: 2 m; Cos  $\phi$ : 0.9;  $X_u$ (m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 300 W.
- Potencia de cálculo: 300 W

$$I = \frac{300}{230 * 0.9} = 1.45 \text{ A}$$

Se eligen conductores unipolares 2x2.5+TTx2.5 mm<sup>2</sup> Cu. Con aislamiento 450/750 V en PVC. Con designación UNE: H07V-K con una intensidad máxima admisible de 21 A según ITC-BT-19. Se instalara tubo de diámetro: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura del cable (°C): 40.14.

$$e \text{ parcial} = \frac{2 * 2 * 300}{51.49 * 230 * 2.5} = 0.04 \text{ V.} = 0.02 \%$$

e total = 0.753%, máxima admisible 6.5 %.

Protección térmica: Será instalado interruptor magnético bipolar con intensidad nominal de 16 A.

Protección diferencial: Sera instalado un interruptor diferencial bipolar con una intensidad nominal de 25 A y una sensibilidad de 30 mA.

### Cálculo de la Línea: VENTILADORES

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: Conductor unipolar o multipolar instalado sobre pared
- Longitud: 2 m; Cos  $\phi$ : 0.85;  $X_u$ (m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 400 W.
- Potencia de cálculo según ITC-BT-47: 200 x 1.25 + 200=450 W coef simult: 1

$$I = \frac{450}{230 * 0.85} = 2.3 \text{ A}$$

Se eligen conductores unipolares 2x2.5 mm<sup>2</sup> Cu. Con aislamiento 450/750 V, Poliolefinas. RF no propagador de la llama y emisión de humos y opacidad reducida, resistente al fuego Con designación UNE: ES07Z1-K(AS+) con una intensidad máxima admisible de 16.1 A a 40 grados y un factor corrector de 0.7 según ITC-BT-19.

Caída de tensión:

Temperatura del cable (°C): 40.61.

$$e \text{ parcial} = \frac{2 * 2 * 450}{51.4 * 230 * 2.5} = 0.072 \text{ V.} = 0.031\%$$

e total = 0.765%, máxima admisible 4.5 %.

Protección diferencial: Sera instalado un interruptor diferencial bipolar con una intensidad nominal de 40 A y una sensibilidad de 300 mA.

### Calculo de la línea. VENTILADOR 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: Instalación Tipo B1 unipolar instalada bajo tubos en superficie o empotrados en obra.
- Longitud: 10 m; Cos  $\phi$ : 0.85;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 200 W.
- Potencia de cálculo según ITC-BT-47:  $200 \times 1.25 = 250 \text{ W}$

$$I = \frac{250}{230 * 0.85} = 1.28 \text{ A}$$

Se eligen conductores unipolares 2x2.5+TTx2.5 mm<sup>2</sup> Cu. Con aislamiento 450/750 V, Poliolefinas. RF no propagador de la llama y emisión de humos y opacidad reducida, resistente al fuego Con designación UNE: ES07Z1-K(AS+) con una intensidad máxima admisible de 21 según ITC-BT-19.

Diametro exterior del tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura del cable (°C): 40.11.

$$e \text{ parcial} = \frac{2 * 10 * 250}{51.5 * 230 * 2.5} = 0.159 \text{ V.} = 0.069 \%$$

e total = 0.803%, máxima admisible 6.5 %.

Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar con intensidad nominal de 16 A.

Contactor Bipolar con intensidad nominal de 16 A.

### Calculo de la línea. VENTILADOR 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: Instalación Tipo B1 unipolar instalada bajo tubos en superficie o empotrados en obra.
- Longitud: 20 m; Cos  $\phi$ : 0.85;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 200 W.
- Potencia de cálculo según ITC-BT-47:  $200 \times 1.25 = 250 \text{ W}$

$$I = \frac{250}{230 * 0.85} = 1.28 \text{ A}$$

Se eligen conductores unipolares 2x2.5+TTx2.5 mm<sup>2</sup> Cu. Con aislamiento 450/750 V, Poliolefinas. RF no propagador de la llama y emisión de humos y opacidad reducida, resistente al fuego Con designación UNE: ES07Z1-K(AS+) con una intensidad máxima admisible de 21 según ITC-BT-19.  
Diametro exterior del tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura del cable (°C): 40.07.

$$e \text{ parcial} = \frac{2 * 20 * 250}{51.5 * 230 * 2.5} = 0.318 \text{ V.} = 0.138 \%$$

e total = 0.753%, máxima admisible 6.5 %.

Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar con intensidad nominal de 16 A.

Contactor Bipolar con intensidad nominal de 16 A.

### Calculo de la línea. CENTRAL INCENDIOS

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: Instalación Tipo B1 unipolar instalada bajo tubos en superficie o empotrados en obra.
- Longitud: 2 m; Cos  $\phi$ : 0.9;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 230 W.
- Potencia de cálculo: 230 W

$$I = \frac{230}{230 * 0.9} = 1.45 \text{ A}$$

Se eligen conductores unipolares 2x2.5+TTx2.5 mm<sup>2</sup> Cu. Con aislamiento 450/750 en PVC con designación UNE: H07V-K con una intensidad máxima admisible de 21 según ITC-BT-19.  
Diámetro exterior del tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura del cable (°C): 40.14

$$e \text{ parcial} = \frac{2 * 2 * 300}{51.48 * 230 * 2.5} = 0.045 \text{ V.} = 0.02 \%$$

e total = 0.753%, máxima admisible 6.5 %.

Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar con intensidad nominal de 16 A.

Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar con una intensidad nominal de 16 A y una sensibilidad de 30 mA.

#### Calculo de la línea: Grupo bombeo

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: Conductor unipolar o multipolar instalado sobre pared.
- Longitud: 2 m; Cos  $\phi$ : 0.9; Xu(m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 920 W.
- Potencia de cálculo: 920 W.

$$I = \frac{920}{230 * 0.9} = 4.44 \text{ A}$$

Se eligen conductores unipolares 2x2.5+TTx2.5 mm<sup>2</sup> Cu. Con aislamiento 450/750 en PVC con designación UNE: H07V-K con una intensidad máxima admisible de 18.4 A a 40 grados centígrados y con un factor corrector de 0.8 según ITC-BT-19.

Caída de tensión:

Temperatura del cable (°C): 41.34

$$e \text{ parcial} = \frac{2 * 2 * 920}{51.26 * 230 * 2.5} = 0.139 \text{ V.} = 0.060 \%$$

e total = 0.794%, máxima admisible 4.5 %.

Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar con una intensidad nominal de 40 A y una sensibilidad de 30 mA.

### Calculo de la línea: OTROS USOS

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: Instalación Tipo B1 unipolar instalada bajo tubos en superficie o empotrados en obra.
- Longitud: 25 m; Cos  $\phi$ : 0.9; Xu(m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 668 W.
- Potencia de cálculo: 668 W

$$I = \frac{668}{230 * 0.9} = 3.23 A$$

Se eligen conductores unipolares 2x2.5+TTx2.5 mm<sup>2</sup> Cu. Con aislamiento 450/750 en PVC con designación UNE: H07V-K con una intensidad máxima admisible de 16.8 A a 40 grados centígrado y con un factor corrector de 0.8 según ITC-BT-19.

Diámetro exterior del tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura del cable (°C): 40.71

$$e \text{ parcial} = \frac{2 * 25 * 668}{51.38 * 230 * 2.5} = 1.256 V. = 0.546\%$$

e total = 1.280%, máxima admisible 6.5 %.

Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar con una intensidad nominal de 16 A.

### Calculo de la línea: MOTOR PUERTA

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: Instalación Tipo B1 unipolar instalada bajo tubos en superficie o empotrados en obra.
- Longitud: 14 m; Cos  $\phi$ : 0.85; Xu(m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 736 W.
- Potencia de cálculo: 900 W

$$I = \frac{900}{230 * 0.85} = 4.60 A$$

Se eligen conductores unipolares 2x2.5+TTx2.5 mm<sup>2</sup> Cu. Con aislamiento 450/750 en PVC con designación UNE: H07V-K con una intensidad máxima admisible de 16.8 A a 40 grados centígrado y con un factor corrector de 0.8 según ITC-BT-19.

Diámetro exterior del tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura del cable (°C): 41.44

$$e \text{ parcial} = \frac{2 * 14 * 900}{51.24 * 230 * 2.5} = 1.006 \text{ V.} = 0.437 \%$$

e total = 1.280 %, máxima admisible 6.5 %.

Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar con una intensidad nominal de 16 A.

#### Calculo de la línea: ALUMBRADO

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: Instalación Tipo B1 unipolar instalada bajo tubos en superficie o empotrados en obra.
- Longitud: 25 m; Cos  $\phi$ : 1; Xu(m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 396 W.
- Potencia de cálculo según ITC-BT-44: 712.8W

$$I = \frac{712.8}{230 * 1} = 3.10 \text{ A}$$

Se eligen conductores unipolares 2x1.5+TTx1.5 mm<sup>2</sup> Cu. Con aislamiento 450/750 en PVC con designación UNE: H07V-K con una intensidad máxima admisible de 12 A a 40 grados centígrado y con un factor corrector de 0.8 según ITC-BT-19.

Diámetro exterior del tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura del cable (°C): 41.28

$$e \text{ parcial} = \frac{2 * 25 * 668}{51.27 * 230 * 1.5} = 2.015 \text{ V.} = 0.876 \%$$

e total = 1.609 %, máxima admisible 4.5 %.

Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar con una intensidad nominal de 10 A.

#### Calculo de la línea: ALUMBRADO TEMPORIZADO

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: Instalación Tipo B1 unipolar instalada bajo tubos en superficie o empotrados en obra.
- Longitud: 35 m; Cos  $\phi$ : 1; Xu(m $\Omega$ /m): 0;
- Potencia a instalar: 432 W.
- Potencia de cálculo 777.6 W

$$I = \frac{777.6}{230} = 3.38 \text{ A}$$

Se eligen conductores unipolares 2x1.5+TTx1.5 mm<sup>2</sup> Cu. Con aislamiento 450/750 en PVC con designación UNE: H07V-K con una intensidad máxima admisible de 15 A a 40 grados

Diámetro exterior del tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura del cable (°C): 41.28

$$e \text{ parcial} = \frac{2 * 35 * 388.8}{51.23 * 230 * 1.5} = 2.015 \text{ V.} = 0.876 \%$$

e total = 2.072 %, máxima admisible 4.5 %.

Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar con una intensidad nominal de 10 A.

**Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas:**

**Cuadro General de Mando y Protección**

Designación	L (m)	P. calc	Cos fi	I b	Sección	I adm	$\rho$ a T de trab	Conductividad	T cond (°C)	e (V)	e total %
Derivación	17	6715,25	0,8	36,5 0	16	59	0,02022	49,4531	51,48	1,568	0,682
Extractor	25	2125	0,85	10,8 7	1,5	15	0,02052	48,7265	55,75	7,436	2,622
Central Co	2	300	0,9	1,45	1,5	15	0,01943	51,4643	40,28	0,075	0,753
Ventiladores	2	450	0,85	2,30	1,5	15	0,01949	51,2971	41,18	0,120	0,765
Vent 1	10	200	0,85	1,02	1,5	15	0,01942	51,4905	40,14	0,265	0,803
Vent 2	20	200	0,85	1,02	1,5	15	0,01942	51,4905	40,14	0,530	0,872
Cent incendios	2	300	0,9	1,45	1,5	15	0,01943	51,4643	40,28	0,075	0,753
Bomba gara	2	920	0,9	4,44	1,5	15	0,01960	51,0281	42,63	0,232	0,794
Otros usos	25	668	0,85	3,42	1,5	15	0,01952	51,2268	41,56	2,223	1,280
Motor puerta	14	900	0,85	4,60	1,5	15	0,01961	50,9929	42,83	1,685	1,171
Aldo permanente	25	712,8	1	0,85	1,5	15	0,01942	51,4988	40,10	0,547	1,609
Aldo temporizado	35	777,6	1	3,38	1,5	15	0,01952	51,2328	41,52	3,080	2,072

Descripción	L (m)	S (mm <sup>2</sup> )	resist a T <sup>o</sup> func.	Tensión (V)	R (Ω)	Z linea (Ω)	I <sub>cc</sub> (kA)	I <sub>cc</sub> min (kA)
<b>Derivación</b>	17	16	0,0203	230	0,0216	0,0453	3,08	4,5
<b>Extractor</b>	25	2,5	0,0200	230	0,1998	0,2451	0,57	3
<b>Central Co</b>	2	2,5	0,0194	230	0,0155	0,2606	0,53	3
<b>Ventiladores</b>	2	2,5	0,0195	230	0,0156	0,2762	0,50	3
<b>Ventilador 1</b>	10	2,5	0,0194	230	0,0777	0,3539	0,39	3
<b>Ventilador 2</b>	20	2,5	0,0194	230	0,1553	0,5092	0,27	3
<b>Central incendios</b>	2	2,5	0,0194	230	0,0155	0,5247	0,27	3
<b>Bomba gara</b>	2	2,5	0,01951	230	0,01560	0,54034	0,26	3
<b>Otros usos</b>	25	2,5	0,01946	230	0,19461	0,73495	0,19	3
<b>Motor puerta</b>	14	2,5	0,01951	230	0,10927	0,84422	0,16516	3
<b>Alumbrado permanente</b>	25	1,5	0,01950	230	0,32503	1,16925	0,11925	3
<b>Alumbrado temporizado</b>	35	1,5	0,01952	230	0,45544	1,62469	0,08582	3

## 2.6 CALCULO DE SISTEMA DE PROTECCION CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

### 2.6.1 Calculo de la puesta a tierra

Este valor será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a 24 V. Una aproximación la podemos obtener en la tabla 3 de la Instrucción ITC MIE.018.:

Terreno pantanoso: 20 ohm.

Para estimar el valor medio local de la resistividad del terreno aplicaremos las fórmulas dadas en la tabla II de dicha instrucción:

$$\text{Pica vertical } R = R/L = 20/2 = 10 \text{ Ohmios}$$

Se dispondrán tantas picas de tierra con la separación mínima entre sí de 3m, hasta conseguir una adecuada resistencia de paso, y que según los cálculos le corresponde un número de 1.

Aunque las resistencias de tierra son telúricas para su cálculo aproximado, se pueden considerar como óhmicas aplicando por tanto:

$$RT = R/N = 10/1 = 10 \text{ ohmios}$$

Siendo:

- R = Valor aproximado de la resistencia calculada.
- N = Número de electrodos.
- RT = Valor aproximado obtenido.

Conocido el valor aproximado de la resistencia y dado que la protección adoptada contra contactos indirectos es de la clase B de la Instrucción MIE.BT.024 ap.2 (PUESTA A TIERRA DE LAS MASAS Y DE DISPOSITIVOS DE CORTE POR INTENSIDAD DE DEFECTO) y que dicho dispositivo es el interruptor diferencial.

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

Considerando que los aseos son lugares húmedos, la obtención de la sensibilidad del aparato se efectuará por la siguiente fórmula:

$$R = 24 / IS$$

Siendo:

- R = Valor en Ohms. de la resistencia.
- IS = Sensibilidad del interruptor diferencial.

No obstante se adoptará el de alta sensibilidad: 30 mA.

## 2.7 CALCULO DE LA DESCLASIFICACION DEL LOCAL

El fin de evaluar el grado de ventilación, definiendo las condiciones de ventilación y ventilación artificial, dada su capital importancia en el control de la dispersión de las fugas de gases y vapores inflamables aplicamos la Norma UNE-EN 60079-10:

Los métodos desarrollados permiten la determinación del tipo de zona por:

- La evaluación de la tasa mínima de ventilación requerida para impedir una acumulación significativa de una atmósfera explosiva y la utilización de ésta para calcular un volumen teórico  $V_z$ , el cual, con un tiempo estimado de permanencia,  $t$ , permita la determinación del grado de ventilación. Estos cálculos no están pensados para ser usados en la determinación de la extensión de los emplazamientos peligrosos.
- La determinación del tipo de zona a partir del grado y la disponibilidad de la ventilación y del grado del escape.

Aunque elementalmente el uso directo es para emplazamientos de interior, los conceptos explicados pueden ser útiles en locales exteriores, por ejemplo, la aplicación de la tabla B. 1.

### **B. 1 Ventilación natural**

Se trata de un tipo de ventilación que es realizada por el movimiento del aire causado por el viento y/o los gradientes de temperatura. Al aire libre, la ventilación natural será a menudo suficiente para asegurar la dispersión de la atmósfera explosiva que aparezca en el emplazamiento. La ventilación natural puede ser también eficaz en ciertos interiores (por ejemplo donde el edificio tiene aberturas en las paredes y/o en el tejado).

NOTA: Para instalaciones al aire libre la evaluación de la ventilación debe basarse asumiendo una velocidad mínima del viento de 0.5 m/s de forma prácticamente continua. La velocidad del viento frecuentemente está por encima de 2 m/s.

Ejemplos de ventilación natural:

- Instalaciones al aire libre típicas de las industrias del petróleo y química por ejemplo estructuras abiertas, haces de tuberías, zonas de bombas y similares.
- Un edificio abierto en el que considerando la densidad relativa de los gases y/o vapores involucrados, tiene aberturas en las paredes y/o la cubierta dimensionadas y situadas de tal manera que la ventilación en el interior del edificio a efectos de la clasificación de emplazamientos, puede considerarse como equivalente al aire libre.
- Un edificio que sin ser abierto, tenga sin embargo, ventilación natural (generalmente algo menor que la del edificio abierto) asegurada por medio de aberturas permanentes previstas a efectos de ventilación.

## **B.2 Ventilación artificial**

El movimiento del aire requerido para la ventilación está proporcionado por medios artificiales, por ejemplo ventiladores o extractores. Aunque la ventilación artificial es principalmente aplicada a interiores o espacios cerrados, también puede utilizarse en instalaciones al aire libre para compensar las restricciones o impedimentos en la ventilación natural debidos a obstáculos.

La ventilación artificial de un emplazamiento puede ser general o local y para ambas, pueden ser apropiados diferentes grados de movimiento y reemplazamiento del aire.

Con el uso de la ventilación artificial es posible realizar:

- Una reducción de la extensión de las zonas.
- Una reducción del tiempo de permanencia de la atmósfera explosiva.
- La prevención de la formación de una atmósfera explosiva.

La ventilación artificial permite tener un sistema de ventilación eficaz y fiable en el interior de un edificio. Un sistema de ventilación artificial diseñado para prevenir explosiones debe satisfacer los siguientes requisitos:

- Debe controlarse y vigilarse su funcionamiento.
- En sistemas de extracción al exterior debe considerarse la clasificación de los alrededores del punto de descarga.
- En la ventilación de emplazamientos peligrosos el aire debe tomarse de una zona no peligrosa.
- Conviene definir la localización, el grado de escape y su cuantía, antes de determinar el tamaño y diseño del sistema de ventilación.

En la calidad de un sistema de ventilación influirán adicionalmente los siguientes factores:

- Los gases y vapores inflamables normalmente tienen densidades diferentes a la del aire, en consecuencia tenderán a acumularse en el suelo o en el techo de un emplazamiento cerrado, donde es probable que el movimiento de aire sea reducido.
- Las variaciones de la densidad de los gases con la temperatura.
- Los impedimentos y obstáculos pueden reducir e incluso suprimir el movimiento del aire, es decir, dejar sin ventilación ciertas partes del emplazamiento.

### **B.3 Grado de ventilación**

La eficacia de la ventilación en el control de la dispersión y en la persistencia de la atmósfera explosiva dependerá del grado y de la disponibilidad de la ventilación y del diseño del sistema. Por ejemplo, la ventilación puede no ser suficiente para prevenir la formación de una atmósfera explosiva, pero puede serlo para impedir su permanencia.

Se reconocen los tres grados de ventilación siguiente:

#### **B.3.1 Ventilación alta (fuerte)**

Es capaz de reducir de forma prácticamente instantánea la concentración en la fuente de escape obteniéndose una concentración inferior al límite inferior de explosión. Resulta así, una zona de pequeña extensión (casi despreciable).

#### **B.3.2 Ventilación media**

Es capaz de controlar la dispersión, manteniendo una situación estable, donde la concentración más allá de una zona confinada es inferior al LIE, mientras el escape se está produciendo y cuando éste cesa, la atmósfera explosiva no persiste excesivamente.

La extensión y el tipo de zona son limitados por las características del diseño.

#### **B.3.3 Ventilación baja (débil)**

Es la que no puede controlar la concentración mientras el escape está efectivo y/o cuando éste ha cesado es incapaz de evitar la permanencia de una atmósfera explosiva excesiva.

### **B.4 Evaluación del grado de ventilación y su influencia en el emplazamiento peligroso**

El tamaño de una nube de gas o vapor inflamables y su permanencia después de que el escape ha terminado puede controlarse por medio de la ventilación. A continuación se describe un método para la evaluación del grado de la ventilación necesaria para controlar la extensión y permanencia de una atmósfera explosiva.

Es necesario resaltar que este método está sujeto a las limitaciones descritas y por consecuencia los resultados que da son aproximados. Conviene usar coeficientes de seguridad que garanticen que los resultados obtenidos se inclinan por el lado de la seguridad, la aplicación del método está ilustrada por varios ejemplos hipotéticos.

La evaluación del grado de ventilación requiere en primer lugar que se conozca la cuantía máxima de la fuga de gas o vapor de la fuente de escape por ensayos confirmados, cálculos razonados o por hipótesis serias.

### Estimación del volumen teórico Vz

El caudal mínimo teórico de ventilación necesario para diluir un escape dado de sustancia inflamable hasta una concentración por debajo del límite inferior de explosión se puede calcular por la fórmula:

$$\left(\frac{dV}{dt}\right)_{min} = \frac{\frac{dG}{dt}}{k * LIE} * \frac{T}{293} \quad (B.I)$$

Dónde:

- $(dV/dt)_{min}$ : Es el caudal mínimo en volumen de aire fresco. (Volumen por unidad de tiempo  $m^3/s$ )
- $(dG/dt)$ : Es la tasa máxima de escape de la fuente (Masa por unidad de tiempo, kg/s);
- LIE: Es el límite inferior de explosión (masa por unidad de volumen, kg/s);
- K: Es un factor de seguridad aplicado al LIE, normalmente:
  - $k=0,25$  (grados de escape continuo y primario) y
  - $k= 0,5$  (grado de escape secundario);
- T: Es la temperatura ambiente (en grados Kelvin).

NOTA -Para convertir el LIE en % de volumen a LIE en masa por unidad de volumen se puede utilizar la siguiente fórmula para las condiciones atmosféricas normales dadas en 1.1.

$$LIE \left(\frac{kg}{m^3}\right) = 0.416 * 10^3 * M * LIE( vol 1\%)$$

Donde M es la masa molecular (kg/Kmol).

Para un número dado de cambios del aire por unidad de tiempo, C, función de la ventilación general del emplazamiento, el volumen teórico, **Vz**, de atmósfera potencialmente explosiva alrededor de la fuente de escape puede calcularse usando la siguiente fórmula:

$$V_z = \frac{f * \left(\frac{dV}{dt}\right) \text{min}}{C} \quad (\text{B.2})$$

Dónde:

- C es el número de renovaciones de aire fresco por unidad de tiempo ( $s^{-1}$ )

La fórmula (B. 2) sirve para el caso donde hay una mezcla instantánea y homogénea debido a unas condiciones ideales de movimiento de aire fresco. En la práctica no se dan las citadas condiciones ideales, por ejemplo, ciertas partes del emplazamiento pueden estar mal ventiladas porque puede haber obstáculos en la circulación del aire. Por este hecho la renovación efectiva de aire en la fuente de escape será menor que el dado por C en la fórmula (B. 4) lo que originará un aumento del volumen Vz. Introduciendo un factor de corrección adicional, f, la fórmula (B. 2) quedará:

$$V_z = \frac{f * \left(\frac{dV}{dt}\right) \text{min}}{C} \quad (\text{B. 3})$$

Donde f expresa la eficacia de la ventilación en la dilución de la atmósfera explosiva con un valor que va de  $f=1$  (Situación ideal) a  $f=5$  (circulación de aire con dificultades debido a los obstáculos).

El volumen Vz representa el límite donde más allá del cual, la concentración de gas o vapor inflamables será 0,25 ó 0,5 veces el LIE, dependiendo del factor de seguridad, k, usado en la fórmula (B. 2). Esto significa que en los límites del volumen teórico calculado, la concentración de gas o vapor será significativamente inferior al LIE, es decir, el hipotético volumen donde la concentración es mayor que el LIE será menor que Vz.

#### Recintos cerrados

Para un recinto cerrado, C, viene dado por:

$$C = \frac{dV_{tot}/dT}{V_0} \quad (\text{B.4})$$

Dónde:

- $dV_{tot}/dT$  es el caudal de aire fresco.
- $V_0$  es el volumen total ventilado

## Al aire libre

En instalaciones al aire libre incluso vientos de baja velocidad originan un alto número de cambios, por ejemplo, un viento de una velocidad de 0,5 m/s origina en un hipotético cubo de pocos metros de lado situado al aire libre, más de 100 cambios a la hora 100/h (0,03/s).

Con una aproximación prudente, usando  $C = 0,03/s$  para instalaciones al aire libre, un teórico volumen de atmósfera potencialmente explosiva  $V_z$  se puede calcular usando la fórmula (B. 5):

$$V_z = \frac{(dV/dt)}{0.03} \quad (B.5)$$

Dónde:

- $dV/dt$  son las unidades de volumen por segundo.
- 0.03 es el número de cambios de aire por segundo.

Sin embargo, a causa de los diferentes mecanismos de dispersión, este método dará generalmente un volumen sobredimensionado. La dispersión al aire libre es normalmente más rápida.

Estimación del tiempo de permanencia  $t$

El tiempo requerido para que la concentración media descienda desde un valor inicial  $X_0$  a  $k$  veces el LIE después de que el escape ha terminado puede calcularse por:

$$T = -f * \ln * \frac{LIE * k}{X_0}$$

Dónde:

- $X_0$ : Es la concentración inicial de sustancia inflamable expresada en las mismas unidades que el LIE, es decir en % volumen o en  $kg/m^3$ . En alguna parte de la atmósfera explosiva la concentración de sustancia inflamable puede ser del 100% en volumen (en general solamente muy cerca de la fuente de escape). Sin embargo cuando se calcula  $t$  los valores apropiados para  $X_0$  deben ser tomados dependiendo del caso particular, considerando entre otros el volumen afectado tanto como la frecuencia y la duración del escape. En la práctica, parece razonable tomar para  $X_0$  valores mayores del LIE;
- $C$ : Es el número de cambios de aire fresco por unidad de tiempo;
- $T$ : Es la misma unidad de tiempo que se haya tomado para  $C$ , por ejemplo, si  $C$  es el número de cambios por segundo, el valor de  $t$  será en segundos;
- $f$ : Es el factor que toma en cuenta el hecho de que la mezcla no es perfecta. (Véase la fórmula (B. 3)). Varía desde 5 para una ventilación con entrada de aire a través de una rendija y una simple abertura de descarga hasta el valor 1 para ventilaciones con entrada de aire a través de un techo perforado y con múltiples escapes;
- $\ln$ : Logaritmo neperiano, es decir,  $2,303 \log_{10}$

- k: Es un factor de seguridad aplicado al LIE (B. 2), véase fórmula (B. 2).
- El valor numérico obtenido en la fórmula (B. 6) para t no constituye por sí mismo un medio cuantitativo para la determinación del tipo de zona. Proporciona una información adicional que es necesario comparar con la escala de tiempo del proceso y la instalación.

### Estimación del grado de ventilación

Un grado de escape continuo origina normalmente una zona 0, uno de grado primario una zona 1 y uno de grado secundario una zona 2. Esto no siempre es exacto porque depende de la eficacia de la ventilación.

En algunos casos el grado y nivel de disponibilidad de la ventilación pueden ser tan altos que en la práctica no hay emplazamiento peligroso. De otro modo, el grado de ventilación puede ser bajo y entonces la zona resultante es de un número menor (por ejemplo una zona 1 originada por un escape de grado secundario). Esto ocurre cuando el nivel de ventilación es tan bajo que la atmósfera explosiva persiste y sólo se dispersa después de que el escape de gas o vapor ha terminado. De esta forma la atmósfera explosiva persiste más tiempo que el que se espera para el grado de escape.

El volumen  $V_z$  puede usarse para determinar si el grado de la ventilación debe ser alto (fuerte) medio o bajo (débil). El tiempo de permanencia,  $t$ , puede utilizarse para decidir que grado de ventilación se requiere para satisfacer las definiciones de zona 0, 1 ó 2.

La ventilación puede considerarse alta (fuerte) cuando el volumen  $V_z$  es muy pequeño o despreciable. Con la ventilación en servicio puede considerarse que la fuente de escape no produce una atmósfera explosiva, es decir, que el emplazamiento no es peligroso. Sin embargo habrá una atmósfera explosiva, aunque de una extensión despreciable, cerca de la fuente de escape.

En la práctica la ventilación alta (fuerte) sólo se puede realizar generalmente con sistemas de ventilación artificial local alrededor de la fuga, en pequeños emplazamientos cerrados o en escapes de poca cuantía. En primer lugar, la mayoría de los emplazamientos cerrados contienen múltiples fuentes de escape. No es buena práctica tener muchos pequeños emplazamientos peligrosos en un área generalmente clasificada como no peligrosa. En segundo lugar, para las cuantías de escape típicas consideradas en la clasificación de áreas, la ventilación natural es insuficiente, igual que al aire libre. Por otra parte normalmente no se puede aplicar una ventilación artificial a un gran emplazamiento cerrado con el caudal requerido.

El volumen  $V_z$ , no facilita ninguna indicación del tiempo de duración de la atmósfera explosiva después de que el escape haya cesado. Esto no tiene importancia en el caso de ventilación alta (fuerte) pero es un factor a evaluar si la ventilación es media o baja (VL) (débil).

La ventilación considerada como media debería controlar la dispersión del escape de gas o vapor inflamables. Es conveniente que el tiempo que se necesite para dispersar una atmósfera tras cesar el escape sea tal que se cumpla la condición de zona 1 ó 2 dependiendo de que el grado de escape sea primario o secundario. El tiempo de dispersión aceptable depende de la frecuencia de escape esperada y de la duración de cada uno. El volumen  $V_z$  será a menudo menor que el volumen del emplazamiento cerrado. En este caso, puede ser aceptable clasificar como peligrosa sólo una parte del recinto cerrado. En algunos casos el volumen  $V_z$  puede ser similar al del local cerrado, dependiendo de sus dimensiones. En este caso, conviene clasificar como emplazamiento peligroso todo el recinto cerrado.

Si no cumple el concepto de zona la ventilación conviene considerarla como baja (débil). Con baja ventilación el volumen  $V_z$  será a menudo similar o mayor que el volumen de cualquier local cerrado. Al aire libre generalmente no debe haber ventilación baja (débil) excepto cuando haya obstáculos a la circulación del aire, por ejemplo, en fosos.

### **B.5 Disponibilidad de la ventilación**

La disponibilidad de la ventilación influye en la presencia o formación de una atmósfera explosiva. Así es necesario considerar la disponibilidad (así como el grado) de la ventilación para determinar el tipo de zona.

Deben considerarse los tres niveles de disponibilidad de la ventilación:

- Muy buena: La ventilación existe de forma prácticamente permanente.
- Buena: La ventilación se espera que exista durante el funcionamiento normal. Las interrupciones se permiten siempre que se produzcan de forma poco frecuente y por cortos períodos.
- Mediocre: La ventilación no cumple los criterios de la ventilación muy buena o buena, pero no se espera que haya interrupciones prolongadas.

La ventilación que no satisfaga los requerimientos de una disponibilidad mediocre no contribuye a la renovación del aire.

#### Ventilación natural

En emplazamientos en el exterior la evaluación de la ventilación se realiza asumiendo una velocidad del viento de 0,5 m/s el cual se espera de forma permanente. En este caso la disponibilidad de la ventilación puede considerarse como “buena”.

#### Ventilación artificial

Al valorar la disponibilidad de la ventilación artificial debe considerarse la fiabilidad del equipo y la disponibilidad de, por ejemplo, soplantes de reserva. Una disponibilidad muy buena requeriría normalmente, en caso de avería, el arranque automático de las soplantes de reserva. No obstante, si cuando la ventilación ha fallado se adoptan medidas para evitar el escape de sustancia inflamable (por ejemplo, por parada automática del proceso) la clasificación determinada con la ventilación en servicio no necesita ser modificada, es decir, se asume que la disponibilidad es muy buena.

Todo ello aplicado al local en cuestión:

De esta forma las tasas de escape provenientes de los vehículos estacionados en un garaje las clasificaremos como grado de escape secundario. Según la citada norma el grado de escape secundario corresponde a: "Es un escape que no se prevé en funcionamiento normal y si se produce es probable que ocurra infrecuentemente y en períodos de corta duración."

Como tasa de escape tomaremos (0,5 gr/s), ya que las velocidades que se pueden desarrollar en un garaje serán siempre inferiores a los 56 Km/h prescritos en el ensayo de la directiva 96/27/CE.

En cualquier caso, la tasa de escape vista en el apartado anterior, y exigida en los test de impacto frontal (0,5 gr/s), y para los cálculos y suposiciones contenidas en este estudio la multiplicaremos por un factor de seguridad de 10, de forma que la tasa de escape máxima considerada será de 5 gr/s. Este factor de seguridad puede incluir el caso de que los vehículos estacionados en el garaje sean antiguos, y no les haya sido la aplicación la directiva 96/27/CE o incluso cabría interpretarlo como que se cubriría el improbable caso de una colisión múltiple de hasta 10 vehículos en el garaje.

En cuanto a la temperatura de referencia para realizar los cálculos, debemos de considerar que esta es tanto más desfavorable cuanto más alta la consideremos. Teniendo en cuenta que en las zonas más cálidas de España, en verano no es difícil encontrar temperaturas ambiente en el interior de edificios sin climatizar (caso de los garajes), en este estudio consideraremos una temperatura de 25 °C o lo que es lo mismo de 293 °K.

La gasolina es una mezcla de hidrocarburos que forma gases del grupo IIA y grupo de temperatura T3, con un límite inferior de explosividad (LIE) de 1,6 % en volumen de aire y de 6 % de límite superior de explosividad (LSE). Como LIE, tomando de tabla de la página 49 de la norma UNE 60079-10:1996 usaremos la cifra de 0,022 Kg / m<sup>3</sup>.

#### Características del escape

Sustancia inflamable	vapor de gasolina
Fuente de escape	motor coche
Límite inferior de explosión (LIE)	0,022 kg/m <sup>3</sup>
Grado de escape	secundario
Factor de seguridad, k	0,5
Tasa de escape (dG/dt)max	5 x 10 <sup>-3</sup> kg/s(según revistas de automoviles)

#### Características de la ventilación

##### Instalación interior

Mínima velocidad del viento	0,5 m/s
Número de renovaciones del aire, C	0,02 /s
Factor de calidad, f	2,5( <i>colocamos la intermedia</i> )
Temperatura ambiente, T	25 °C (293 K)
Coefficiente de temperatura (T/293 K)	1

Caudal volumétrico mínimo de aire fresco:

$$\left(\frac{dV}{dt}\right)_{min} = \frac{\frac{dG}{dt}}{k * LIE} * \frac{T}{293} = \frac{5E^{-3}}{0.5 * 0.022} * \frac{298}{293} = 0.46 \text{ m}^3/\text{s}$$

Cálculo del volumen teórico Vz:

$$V_z = \frac{f * \left(\frac{dV}{dt}\right)_{min}}{C} = \frac{2.5 * 0.46}{1.6E^{-3}} = 7.67 \text{ m}^3$$

Si la superficie del local donde se pueden producir escapes, es decir, la zona clasificada corresponde a la zona del garaje tendremos una superficie de: 463,34 m<sup>2</sup>

Recordemos que el vapor de gasolina es mas denso que el aire, por tanto, la zona clasificada como volumen peligroso corresponderá desde el suelo hasta una altura de volumen peligroso de:

$$H = \frac{V_0}{S} = \frac{154.20}{432.85} = 0.35 \text{ m}$$

Vemos que sale menor que la altura que había en el antiguo Reglamento, pero consideraremos una altura del plano limitador sobre el nivel del suelo como volumen peligroso de: h = 0,6 m.

Por tanto la ventilación es suficiente para este local, y en consecuencia sólo consideramos como volumen peligroso el comprendido entre el suelo y un plano situado a 0,60 m. del mismo.

Si aplicamos la UNE 100-011, indica que tenemos un criterio de ventilación de 5 l/s por m<sup>2</sup>, y si aplicamos el antiguo Reglamento de BT del año 1.973 tendremos una renovación de 6 veces el aire del local por hora, y lo mismo indica la NBE-CPI-96, por tanto tendremos:

La superficie de aparcamiento del sótano es de: 437,88 m<sup>2</sup>.

superficie x altura x 6 renovaciones/hora = 437,88 m<sup>2</sup> x 2,4 m x 6 reno/hora = 6.305 m<sup>3</sup>/hora.

La ventilación hay que realizar entre dos dispositivos:

Por tanto habrá que colocar dos Ventiladores de **3.350 m<sup>3</sup>/ hora**

Por tanto la ventilación es suficiente para este local, y en consecuencia sólo consideramos como volumen peligroso el comprendido entre el suelo y un plano situado a 0,60 m. del mismo.

El mando de la extracción se realizará por detectores de CO que accionarán en una mini-central que se colocará junto con el Cuadro de Mando. Para la extracción se coloca un extractor de 13.000 m<sup>3</sup>/hora. Y también por un reloj que mandara que cada cierto tiempo se enchufen los extractores.

### 3 PLIEGO DE CONDICIONES

#### 3.1 CONDICIONES DE LOS MATERIALES

##### 3.1.1 Conductores eléctricos

Los conductores serán de los siguientes tipos:

- De 450/750 V de tensión nominal.
- Conductor: de cobre.
  
- Formación: unipolares.
- Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC).
- Tensión de prueba: 2.500 V.
- Instalación: bajo tubo.
- Normativa de aplicación: UNE 21.031.
- De 0,6/1 kV de tensión nominal.
- Conductor: de cobre (o de aluminio, cuando lo requieran las especificaciones del proyecto).
- Formación: uni-bi-tri-tetrapolares.
- Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC) o polietileno reticulado (XLPE).
- Tensión de prueba: 4.000 V.
- Instalación: al aire o en bandeja.
- Normativa de aplicación: UNE 21.123.

Los conductores serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, por tanto deben cumplir la Norma UNE 21.123 parte 4 ó 5; o la norma UNE 21.1002(según la tensión asignada del cable).

Los conductores de cobre electrolítico se fabricarán de calidad y resistencia mecánica uniforme, y su coeficiente de resistividad a 20 °C será del 98 % al 100 %. Irán provistos de baño de recubrimiento de estaño, que deberá resistir la siguiente prueba: A una muestra limpia y seca de hilo estañado se le da la forma de círculo de diámetro equivalente a 20 o 30 veces el diámetro del hilo, a continuación de lo cual se sumerge durante un minuto en una solución de ácido hidrociorídrico de 1,088 de peso específico a una temperatura de 20 °C. Esta operación se efectuará dos veces, después de lo cual no deberán apreciarse puntos negros en el hilo. La capacidad mínima del aislamiento de los conductores será de 500 V.

Los conductores de sección igual o superior a 6 mm<sup>2</sup> deberán estar constituidos por cable obtenido por trenzado de hilo de cobre del diámetro correspondiente a la sección del conductor de que se trate.

Las secciones utilizadas serán como mínimo:

- 1,5 mm<sup>2</sup> para los circuitos de alimentación a los aparatos de alumbrado.
- 2,5 mm<sup>2</sup> para los circuitos de alimentación a las tomas de corriente para otros usos.

### 3.1.2 Conductores de protección

La sección del conductor neutro será la especificada en la Instrucción ITC-BT-07, apartado 1, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación.

Los conductores de protección serán del mismo tipo que los conductores activos especificados en el apartado anterior, y tendrán una sección mínima igual a la fijada por la tabla 2 de la ITC-BT-18, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación. Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que éstos o bien en forma independiente, siguiéndose a este respecto lo que señalen las normas particulares de la empresa distribuidora de la energía.

### 3.1.3 Identificación de los conductores

Los conductores de la instalación se identificarán por los colores de su aislamiento a saber:

- Azul claro: Conductor de neutro
- Marrón, negro y gris: Conductor de fases.
- Bicolor amarillo y verde: Conductor de tierra y Protección

### 3.1.4 Tubos protectores

Los tubos protectores pueden ser:

- Tubo y accesorios metálicos.
- Tubo y accesorios no metálicos.
- Tubo y accesorios compuestos (constituidos por materiales metálicos y no metálicos).

Los tubos se clasifican según lo dispuesto en las normas siguientes:

- UNE-EN 50.086 -2-1: Sistemas de tubos rígidos.
- UNE-EN 50.086 -2-2: Sistemas de tubos curvables.
- UNE-EN 50.086 -2-3: Sistemas de tubos flexibles.
- UNE-EN 50.086 -2-4: Sistemas de tubos enterrados.

Las características de protección de la unión entre el tubo y sus accesorios no deben ser inferiores a los declarados para el sistema de tubos.

La superficie interior de los tubos no deberá presentar en ningún punto aristas, asperezas o fisuras susceptibles de dañar los conductores o cables aislados o de causar heridas a instaladores o usuarios.

Las dimensiones de los tubos no enterrados y con unión roscada utilizados en las instalaciones eléctricas son las que se prescriben en la UNE-EN 60.423. Para los tubos enterrados, las dimensiones se corresponden con las indicadas en la norma UNE-EN 50.086 -2-4. Para el resto de los tubos, las dimensiones serán las establecidas en la norma correspondiente de las citadas anteriormente. La denominación se realizará en función del diámetro exterior.

El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante.

En lo relativo a la resistencia a los efectos del fuego considerados en la norma particular para cada tipo de tubo, se seguirá lo establecido por la aplicación de la Directiva de Productos de la Construcción (89/106/CEE).

#### Tubos en canalizaciones fijas en superficie.

En las canalizaciones superficiales, los tubos deberán ser preferentemente rígidos y en casos especiales podrán usarse tubos curvables. Sus características mínimas serán las indicadas a continuación:

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+60°C
Resistencia al curvado	1-2	Rígido/curvable
Propiedades eléctricas	1-2	Continuidad eléctrica/aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1 \text{ mm}$
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

### Tubos en canalizaciones empotradas.

En las canalizaciones empotradas, los tubos protectores podrán ser rígidos, curvables o flexibles, con unas características mínimas indicadas a continuación:

1º/ Tubos empotrados en obras de fábrica (paredes, techos y falsos techos), huecos de la construcción o canales protectoras de obra.

Característica	Código	Grado
<b>Resistencia a la compresión</b>	2	Ligera
<b>Resistencia al impacto</b>	2	Ligera
<b>Temperatura mínima de instalación y servicio</b>	2	-5°C
<b>Temperatura máxima de instalación y servicio</b>	1	+60°C
<b>Resistencia al curvado</b>	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
<b>Propiedades eléctricas</b>	0	No declaradas
<b>Resistencia a la penetración de objetos sólidos</b>	4	Contra objetos $D \geq 1 \text{ mm}$
<b>Resistencia a la penetración del agua</b>	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15º
<b>Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos</b>	2	Protección interior y exterior media
<b>Resistencia a la tracción</b>	0	No declarada
<b>Resistencia a la propagación de la llama</b>	1	No propagador
<b>Resistencia a las cargas suspendidas</b>	0	No declarada

2º/ Tubos empotrados embebidos en hormigón o canalizaciones precableadas.

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	3	Media
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	2	+90°C <sup>(1)</sup>
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	5	Protegido contra el polvo
Resistencia a la penetración del agua	3	Protegido contra el agua en forma de lluvia
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

#### Tubos en canalizaciones aéreas o con tubos al aire.

En las canalizaciones al aire, destinadas a la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida, los tubos serán flexibles y sus características mínimas para instalaciones ordinarias serán las indicadas a continuación:

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+60°C
Resistencia al curvado	4	Flexible
Propiedades eléctricas	1/2	Continuidad/aislado
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1 \text{ mm}$
Resistencia a la penetración del agua	2	Protegido contra las gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15º
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior mediana y exterior elevada
Resistencia a la tracción	2	Ligera
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	2	Ligera

Se recomienda no utilizar este tipo de instalación para secciones nominales de conductor superiores a 16 mm<sup>2</sup>.

### Tubos en canalizaciones enterradas.

Las características mínimas de los tubos enterrados serán las siguientes:

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	NA	250 N / 450 N / 750 N
Resistencia al impacto	NA	Ligero / Normal / Normal
Temperatura mínima de instalación y servicio	NA	NA
Temperatura máxima de instalación y servicio	NA	NA
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Protegido contra objetos D <sup>3</sup> 1 mm
Resistencia a la penetración del agua	3	Protegido contra el agua en forma de lluvia
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	0	No declarada
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada
<b>Notas:</b>		
<b>NA : No aplicable</b>		
<b>(*) Para tubos embebidos en hormigón aplica 250 N y grado Ligero; para tubos en suelo ligero aplica 450 N y grado Normal; para tubos en suelos pesados aplica 750 N y grado Normal</b>		

Se considera suelo ligero aquel suelo uniforme que no sea del tipo pedregoso y con cargas superiores ligeras, como por ejemplo, aceras, parques y jardines. Suelo pesado es aquel del tipo pedregoso y duro y con cargas superiores pesadas, como por ejemplo, calzadas y vías férreas.

#### 3.1.5 Cajas de empalme y derivación

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será igual, por lo menos, a una vez y media el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm; el lado o diámetro de la caja será de al menos 80 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados. En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión.

Los conductos se fijarán firmemente a todas las cajas de salida, de empalme y de paso, mediante contratueras y casquillos. Se tendrá cuidado de que quede al descubierto el número total de hilos de rosca al objeto de que el casquillo pueda ser perfectamente apretado contra el extremo del conducto, después de lo cual se apretará la contratuerca para poner firmemente el casquillo en contacto eléctrico con la caja.

Los conductos y cajas se sujetarán por medio de pernos de fiador en ladrillo hueco, por medio de pernos de expansión en hormigón y ladrillo macizo y clavos Split sobre metal. Los pernos de fiador de tipo tornillo se usarán en instalaciones permanentes, los de tipo de tuerca cuando se precise desmontar la instalación, y los pernos de expansión serán de apertura efectiva. Serán de construcción sólida y capaces de resistir una tracción mínima de 20 kg. No se hará uso de clavos por medio de sujeción de cajas o conductos.

### 3.1.6 Mecanismos y tomas de corriente.

Los interruptores y conmutadores cortarían la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia. Serán del tipo cerrado y de material aislante. Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder de 65 °C en ninguna de sus piezas. Su construcción será tal que permita realizar un número total de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo. Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1.000 voltios.

Las tomas de corriente serán de material aislante, llevarán marcadas su intensidad y tensión nominales de trabajo y dispondrán, como norma general, todas ellas de puesta a tierra.

Todos ellos irán instalados en el interior de cajas empotradas en los paramentos, de forma que al exterior sólo podrá aparecer el mando totalmente aislado y la tapa embellecedora.

En el caso en que existan dos mecanismos juntos, ambos se alojarán en la misma caja, la cual deberá estar dimensionada suficientemente para evitar falsos contactos.

### 3.1.7 Aparatos de protección

#### Cuadros eléctricos.

Todos los cuadros eléctricos serán nuevos y se entregarán en obra sin ningún defecto. Estarán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

Cada circuito en salida de cuadro estará protegido contra las sobrecargas y cortocircuitos. La protección contra corrientes de defecto hacia tierra se hará por circuito o grupo de circuitos según se indica en el proyecto, mediante el empleo de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada, según ITC-BT-24.

Los cuadros serán adecuados para trabajo en servicio continuo. Las variaciones máximas admitidas de tensión y frecuencia serán del + 5 % sobre el valor nominal.

Los cuadros serán diseñados para servicio interior, completamente estancos al polvo y la humedad, ensamblados y cableados totalmente en fábrica, y estarán constituidos por una estructura metálica de perfiles laminados en frío, adecuada para el montaje sobre el suelo, y paneles de cerramiento de chapa de acero de fuerte espesor, o de cualquier otro material que sea mecánicamente resistente y no inflamable.

Alternativamente, la cabina de los cuadros podrá estar constituida por módulos de material plástico, con la parte frontal transparente.

Las puertas estarán provistas con una junta de estanquidad de neopreno o material similar, para evitar la entrada de polvo.

Todos los cables se instalarán dentro de canaletas provista de tapa desmontable. Los cables de fuerza irán en canaletas distintas en todo su recorrido de las canaletas para los cables de mando y control.

Los aparatos se montarán dejando entre ellos y las partes adyacentes de otros elementos una distancia mínima igual a la recomendada por el fabricante de los aparatos, en cualquier caso nunca inferior a la cuarta parte de la dimensión del aparato en la dirección considerada.

La profundidad de los cuadros será de 500 mm y su altura y anchura la necesaria para la colocación de los componentes e igual a un múltiplo entero del módulo del fabricante. Los cuadros estarán diseñados para poder ser ampliados por ambos extremos.

Los aparatos indicadores (lámparas, amperímetros, voltímetros, etc), dispositivos de mando (pulsadores, interruptores, conmutadores, etc), paneles sinópticos, etc, se montarán sobre la parte frontal de los cuadros.

Todos los componentes interiores, aparatos y cables, serán accesibles desde el exterior por el frente.

El cableado interior de los cuadros se llevará hasta una regleta de bornas situada junto a las entradas de los cables desde el exterior.

Las partes metálicas de la envoltura de los cuadros se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos manos de pintura anticorrosiva y una pintura de acabado de color que se especifique en las Mediciones o, en su defecto, por la Dirección Técnica durante el transcurso de la instalación.

La construcción y diseño de los cuadros deberán proporcionar seguridad al personal y garantizar un perfecto funcionamiento bajo todas las condiciones de servicio, y en particular:

- Los compartimentos que hayan de ser accesibles para accionamiento o mantenimiento estando el cuadro en servicio no tendrán piezas en tensión al descubierto.
- El cuadro y todos sus componentes serán capaces de soportar las corrientes de cortocircuito (kA) según especificaciones reseñadas en planos y mediciones.

### Interruptores automáticos.

En el origen de la instalación y lo más cerca posible del punto de alimentación a la misma, se colocará el cuadro general de mando y protección, en el que se dispondrá un interruptor general de corte omnipolar, así como dispositivos de protección contra sobreintensidades de cada uno de los circuitos que parten de dicho cuadro.

La protección contra sobreintensidades para todos los conductores (fases y neutro) de cada circuito se hará con interruptores magnetotérmicos o automáticos de corte omnipolar, con curva térmica de corte para la protección a sobrecargas y sistema de corte electromagnético para la protección a cortocircuitos.

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución o tipo de conductores utilizados. No obstante, no se exige instalar dispositivos de protección en el origen de un circuito en que se presente una disminución de la intensidad admisible en el mismo, cuando su protección quede asegurada por otro dispositivo instalado anteriormente.

Los interruptores serán de ruptura al aire y de disparo libre y tendrán un indicador de posición. El accionamiento será directo por polos con mecanismos de cierre por energía acumulada. El accionamiento será manual o manual y eléctrico, según se indique en el esquema o sea necesario por necesidades de automatismo. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión.

El interruptor de entrada al cuadro, de corte omnipolar, será selectivo con los interruptores situados aguas abajo, tras él.

Los dispositivos de protección de los interruptores serán relés de acción directa.

#### Guardamotores.

Los contactores guardamotores serán adecuados para el arranque directo de motores, con corriente de arranque máxima del 600 % de la nominal y corriente de desconexión igual a la nominal.

La longevidad del aparato, sin tener que cambiar piezas de contacto y sin mantenimiento, en condiciones de servicio normales (conecta estando el motor parado y desconecta durante la marcha normal) será de al menos 500.000 maniobras.

La protección contra sobrecargas se hará por medio de relés térmicos para las tres fases, con rearme manual accionable desde el interior del cuadro.

En caso de arranque duro, de larga duración, se instalarán relés térmicos de característica retardada. En ningún caso se permitirá cortocircuitar el relé durante el arranque.

La verificación del relé térmico, previo ajuste a la intensidad nominal del motor, se hará haciendo girar el motor a plena carga en monofásico; la desconexión deberá tener lugar al cabo de algunos minutos.

Cada contactor llevará dos contactos normalmente cerrados y dos normalmente abiertos para enclavamientos con otros aparatos.

### Fusibles.

Los fusibles serán de alta capacidad de ruptura, limitadores de corriente y de acción lenta cuando vayan instalados en circuitos de protección de motores.

Los fusibles de protección de circuitos de control o de consumidores óhmicos serán de alta capacidad ruptura y de acción rápida.

Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán contruidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

No serán admisibles elementos en los que la reposición del fusible pueda suponer un peligro de accidente. Estará montado sobre una empuñadura que pueda ser retirada fácilmente de la base.

### Interruptores diferenciales.

1º/ La protección contra contactos directos se asegurará adoptando las siguientes medidas:

#### Protección por aislamiento de las partes activas.

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

#### Protección por medio de barreras o envolventes.

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE20.324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IP XXD.

Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

- Bien con la ayuda de una llave o de una herramienta;
- Bien, después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes;
- Bien, si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.

#### Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual.

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

2º/ La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación". Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

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. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \times I_a \leq U$$

Dónde:

- $R_a$  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 ó 24V).

### Seccionadores.

Los seccionadores en carga serán de conexión y desconexión brusca, ambas independientes de la acción del operador.

Los seccionadores serán adecuados para servicio continuo y capaces de abrir y cerrar la corriente nominal a tensión nominal con un factor de potencia igual o inferior a 0,7.

### Embarrados.

El embarrado principal constará de tres barras para las fases y una, con la mitad de la sección de las fases, para el neutro. La barra de neutro deberá ser seccionable a la entrada del cuadro.

Las barras serán de cobre electrolítico de alta conductividad y adecuadas para soportar la intensidad de plena carga y las corrientes de cortocircuito que se especifiquen en memoria y planos.

Se dispondrá también de una barra independiente de tierra, de sección adecuada para proporcionar la puesta a tierra de las partes metálicas no conductoras de los aparatos, la carcasa del cuadro y, si los hubiera, los conductores de protección de los cables en salida.

### Prensaestopas y etiquetas.

Los cuadros irán completamente cableados hasta las regletas de entrada y salida.

Se proveerán prensaestopas para todas las entradas y salidas de los cables del cuadro; los prensaestopas serán de doble cierre para cables armados y de cierre sencillo para cables sin armar.

Todos los aparatos y bornes irán debidamente identificados en el interior del cuadro mediante números que correspondan a la designación del esquema. Las etiquetas serán marcadas de forma indeleble y fácilmente legible.

En la parte frontal del cuadro se dispondrán etiquetas de identificación de los circuitos, constituidas por placas de chapa de aluminio firmemente fijadas a los paneles frontales, impresas al horno, con fondo negro mate y letreros y zonas de estampación en aluminio pulido. El fabricante podrá adoptar cualquier solución para el material de las etiquetas, su soporte y la impresión, con tal de que sea duradera y fácilmente legible.

En cualquier caso, las etiquetas estarán marcadas con letras negras de 10 mm de altura sobre fondo blanco.

### 3.2 NORMAS DE EJECUCION DE LAS INSTALACIONES

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.
- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.
- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

#### Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes.

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV, provistos de aislamiento y cubierta (se incluyen cables armados o con aislamiento mineral).

Para la ejecución de las canalizaciones se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- Se fijarán sobre las paredes por medio de bridas, abrazaderas, o collares de forma que no perjudiquen las cubiertas de los mismos.
- Con el fin de que los cables no sean susceptibles de doblarse por efecto de su propio peso, los puntos de fijación de los mismos estarán suficientemente próximos. La distancia entre dos puntos de fijación sucesivos, no excederá de 0,40 metros.
- Cuando los cables deban disponer de protección mecánica por el lugar y condiciones de instalación en que se efectúe la misma, se utilizarán cables armados. En caso de no utilizar estos cables, se establecerá una protección mecánica complementaria sobre los mismos.
- Se evitará curvar los cables con un radio demasiado pequeño y salvo prescripción en contra fijada en la Norma UNE correspondiente al cable utilizado, este radio no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.
- Los cruces de los cables con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior a éstas, dejando una distancia mínima de 3 cm entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los
- cables cuando el cruce se efectúe por la parte anterior de aquélla.
- Los extremos de los cables serán estancos cuando las características de los locales o emplazamientos así lo exijan, utilizándose a este fin cajas u otros dispositivos adecuados. La estanqueidad podrá quedar asegurada con la ayuda de prensaestopas.
- Los empalmes y conexiones se harán por medio de cajas o dispositivos equivalentes provistos de tapas desmontables que aseguren a la vez la continuidad de la protección mecánica establecida, el aislamiento y la inaccesibilidad de las conexiones y permitiendo su verificación en caso necesario.

#### Conductores aislados enterrados.

Las condiciones para estas canalizaciones, en las que los conductores aislados deberán ir bajo tubo salvo que tengan cubierta y una tensión asignada 0,6/1kV, se establecerán de acuerdo con lo señalado en la Instrucciones ITC-BT-07 e ITC-BT-21.

#### Conductores aislados directamente empotrados en estructuras.

Para estas canalizaciones son necesarios conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral). La temperatura mínima y máxima de instalación y servicio será de -5°C y 90°C respectivamente (polietileno reticulado o etileno-propileno).

### Conductores aislados en el interior de la construcción.

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Los cables o tubos podrán instalarse directamente en los huecos de la construcción con la condición de que sean no propagadores de la llama.

Los huecos en la construcción admisibles para estas canalizaciones podrán estar dispuestos en muros, paredes, vigas, forjados o techos, adoptando la forma de conductos continuos o bien estarán comprendidos entre dos superficies paralelas como en el caso de falsos techos o muros con cámaras de aire.

La sección de los huecos será, como mínimo, igual a cuatro veces la ocupada por los cables o tubos, y su dimensión más pequeña no será inferior a dos veces el diámetro exterior de mayor sección de éstos, con un mínimo de 20 milímetros.

Las paredes que separen un hueco que contenga canalizaciones eléctricas de los locales inmediatos, tendrán suficiente solidez para proteger éstas contra acciones previsibles.

Se evitarán, dentro de lo posible, las asperezas en el interior de los huecos y los cambios de dirección de los mismos en un número elevado o de pequeño radio de curvatura.

La canalización podrá ser reconocida y conservada sin que sea necesaria la destrucción parcial de las paredes, techos, etc., o sus guarnecidos y decoraciones.

Los empalmes y derivaciones de los cables serán accesibles, disponiéndose para ellos las cajas de derivación adecuadas.

Se evitará que puedan producirse infiltraciones, fugas o condensaciones de agua que puedan penetrar en el interior del hueco, prestando especial atención a la impermeabilidad de sus muros exteriores, así como a la proximidad de tuberías de conducción de líquidos, penetración de agua al efectuar la limpieza de suelos, posibilidad de acumulación de aquella en partes bajas del hueco, etc.

### Conductores aislados bajo canales protectoras.

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable. Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como "canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas". En su interior se podrán colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corriente, dispositivos de mando y control, etc, siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante. También se podrán realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

Las canalizaciones para instalaciones superficiales ordinarias tendrán unas características mínimas indicadas a continuación:

Característica	Grado	
<b>Dimensión del lado mayor de la sección transversal</b>	≤ 16 mm	> 16 mm
<b>Resistencia al impacto</b>	Muy ligera	Media
<b>Temperatura mínima de instalación y servicio</b>	+15°C	-5°C
<b>Temperatura máxima de instalación y servicio</b>	+60°C	+60°C
<b>Propiedades eléctricas</b>	Aislante	Continuidad eléctrica/aislante
<b>Resistencia a la penetración de objetos sólidos</b>	4	no inferior a 2
<b>Resistencia a la penetración de agua</b>	No declarada	
<b>Resistencia a la propagación de la llama</b>	No propagador	

El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en las normas UNE-EN 501085.

Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama. Dichas características serán conformes a las normas de la serie UNE-EN 50.085.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al local donde se efectúa la instalación.

Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada.

La tapa de las canales quedará siempre accesible.

#### Conductores aislados bajo molduras.

Estas canalizaciones están constituidas por cables alojados en ranuras bajo molduras. Podrán utilizarse únicamente en locales o emplazamientos clasificados como secos, temporalmente húmedos o polvorientos. Los cables serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las molduras cumplirán las siguientes condiciones:

- Las ranuras tendrán unas dimensiones tales que permitan instalar sin dificultad por ellas a los conductores o cables. En principio, no se colocará más de un conductor por ranura, admitiéndose, no obstante, colocar varios conductores siempre que pertenezcan al mismo circuito y la ranura presente dimensiones adecuadas para ello.
- La anchura de las ranuras destinadas a recibir cables rígidos de sección igual o inferior a 6 mm<sup>2</sup> serán, como mínimo, de 6 mm.

Para la instalación de las molduras se tendrá en cuenta:

- Las molduras no presentarán discontinuidad alguna en toda la longitud donde contribuyen a la protección mecánica de los conductores. En los cambios de dirección, los ángulos de las ranuras serán obtusos.
- Las canalizaciones podrán colocarse al nivel del techo o inmediatamente encima de los rodapiés. En ausencia de éstos, la parte inferior de la moldura estará, como mínimo, a 10 cm por encima del suelo.
- En el caso de utilizarse rodapiés ranurados, el conductor aislado más bajo estará, como mínimo, a 1,5 cm por encima del suelo.
- Cuando no puedan evitarse cruces de estas canalizaciones con las destinadas a otro uso (agua, gas, etc.), se utilizará una moldura especialmente concebida para estos cruces o preferentemente un tubo rígido empotrado que sobresaldrá por una y otra parte del cruce. La separación entre dos canalizaciones que se crucen será, como mínimo de 1 cm en el caso de utilizar molduras especiales para el cruce y 3 cm, en el caso de utilizar tubos rígidos empotrados.
- Las conexiones y derivaciones de los conductores se hará mediante dispositivos de conexión con tornillo o sistemas equivalentes.
- Las molduras no estarán totalmente empotradas en la pared ni recubiertas por papeles, tapicerías o cualquier otro material, debiendo quedar su cubierta siempre al aire.
- Antes de colocar las molduras de madera sobre una pared, debe asegurarse que la pared está suficientemente seca; en caso contrario, las molduras se separarán de la pared por medio de un producto hidrófugo.

#### Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas.

Sólo se utilizarán conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral), unipolares o multipolares según norma UNE 20.460 -5-52.

El material usado para la fabricación será acero laminado de primera calidad, galvanizado por inmersión. La anchura de las canaletas será de 100 mm como mínimo, con incrementos de 100 en 100 mm. La longitud de los tramos rectos será de dos metros. El fabricante indicará en su catálogo la carga máxima admisible, en N/m, en función de la anchura y de la distancia entre soportes. Todos los accesorios, como codos, cambios de plano, reducciones, tes, uniones, soportes, etc, tendrán la misma calidad que la bandeja.

Las bandejas y sus accesorios se sujetarán a techos y paramentos mediante herrajes de suspensión, a distancias tales que no se produzcan flechas superiores a 10 mm y estarán perfectamente alineadas con los cerramientos de los locales.

No se permitirá la unión entre bandejas o la fijación de las mismas a los soportes por medio de soldadura, debiéndose utilizar piezas de unión y tornillería cadmiada. Para las uniones o derivaciones de líneas se utilizarán cajas metálicas que se fijarán a las bandejas.

### Normas de instalación en presencia de otras canalizaciones no eléctricas.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

### Accesibilidad a las instalaciones.

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

Las cubiertas, tapas o envolventes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc, instalados en los locales húmedos o mojados, serán de material aislante.

Para las instalaciones de aseos y servicios se tendrá en cuenta los siguientes volúmenes y prescripciones para cada uno de ellos.

- Volumen de prohibición: es el limitado por los planos verticales tangentes a los bordes exteriores de la bañera, baño ducha y los horizontales constituidos por el suelo plano y situado a 2,25m. de estos aparatos estuviesen empotrados en el mismo.
- Volumen de protección: es el mismo que comprenden los planos horizontales, señalados en el volumen de prohibición y otros verticales situados a un metro de los anteriores.

En el volumen de prohibición no se instalarán interruptores, tomas de corriente, no aparatos de iluminación.

En el volumen de protección no se instalarán interruptores pero se podrán instalar tomas de corriente de seguridad.

Todas las tomas de corriente llevarán toma de tierra.

Se dispondrá de punto de puesta a tierra y señalizado, para poder realizar la medición de la resistencia a tierra.

Todos los aparatos que entreguen con la instalación deberán disponer de su correspondiente clavija y estar homologados por las normas UNE.

### **Receptores de alumbrado.**

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598.

La masa de las luminarias suspendidas excepcionalmente de cables flexibles no deben exceder de 5 kg. Los conductores, que deben ser capaces de soportar este peso, no deben presentar empalmes intermedios y el esfuerzo deberá realizarse sobre un elemento distinto del borne de conexión.

Las partes metálicas accesibles de las luminarias que no sean de Clase II o Clase III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra, que irá conectado de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

El uso de lámparas de gases con descargas a alta tensión (neón, etc), se permitirá cuando su ubicación esté fuera del volumen de accesibilidad o cuando se instalen barreras o envolventes separadoras.

En instalaciones de iluminación con lámparas de descarga realizadas en locales en los que funcionen máquinas con movimiento alternativo o rotatorio rápido, se deberán tomar las medidas necesarias para evitar la posibilidad de accidentes causados por ilusión óptica originada por el efecto estroboscópico.

Los circuitos de alimentación estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque. Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase. Será aceptable un coeficiente diferente para el cálculo de la sección de los conductores, siempre y cuando el factor de potencia de cada receptor sea mayor o igual a 0,9 y si se conoce la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas y las corrientes de arranque, que tanto éstas como aquéllos puedan producir. En este caso, el coeficiente será el que resulte.

En el caso de receptores con lámparas de descarga será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,9.

En instalaciones con lámparas de muy baja tensión (p.e. 12 V) debe preverse la utilización de transformadores adecuados, para asegurar una adecuada protección térmica, contra cortocircuitos y sobrecargas y contra los choques eléctricos.

Para los rótulos luminosos y para instalaciones que los alimentan con tensiones asignadas de salida en vacío comprendidas entre 1 y 10 kV se aplicará lo dispuesto en la norma UNE-EN 50.107.

## **Receptores a motor.**

Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. Los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de estas.

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor. Los conductores de conexión que alimentan a varios motores, deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases. En el caso de motores con arrancador estrella-triángulo, se asegurará la protección, tanto para la conexión en estrella como en triángulo.

Los motores deben estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes, o perjudicar el motor, de acuerdo con la norma UNE 20.460 -4-45.

Los motores deben tener limitada la intensidad absorbida en el arranque, cuando se pudieran producir efectos que perjudicasen a la instalación u ocasionasen perturbaciones inaceptables al funcionamiento de otros receptores o instalaciones.

En general, los motores de potencia superior a 0,75 kilovatios deben estar provistos de reóstatos de arranque o dispositivos equivalentes que no permitan que la relación de corriente entre el período de arranque y el de marcha normal que corresponda a su plena carga, según las características del motor que debe indicar su placa, sea superior a la señalada en el cuadro siguiente:

- De 0,75 kW a 1,5 kW: 4,5
- De 1,50 kW a 5 kW: 3,0
- De 5 kW a 15 kW: 2
- Más de 15 kW: 1,5

Todos los motores de potencia superior a 5 kW tendrán seis bornes de conexión, con tensión de la red correspondiente a la conexión en triángulo del bobinado (motor de 230/400 V para redes de 230 V entre fases y de 400/693 V para redes de 400 V entre fases), de tal manera que será siempre posible efectuar un arranque en estrella-triángulo del motor.

Los motores deberán cumplir, tanto en dimensiones y formas constructivas, como en la asignación de potencia a los diversos tamaños de carcasa, con las recomendaciones europeas IEC y las normas UNE, DIN y VDE. Las normas UNE específicas para motores son la 20.107, 20.108, 20.111, 20.112, 20.113, 20.121, 20.122 y 20.324.

Para la instalación en el suelo se usará normalmente la forma constructiva B-3, con dos platos de soporte, un extremo de eje libre y carcasa con patas. Para montaje vertical, los motores llevarán cojinetes previstos para soportar el peso del rotor y de la polea.

La clase de protección se determina en las normas UNE 20.324 y DIN 40.050. Todos los motores deberán tener la clase de protección IP 44 (protección contra contactos accidentales con herramienta y contra la penetración de cuerpos sólidos con diámetro mayor de 1 mm, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección), excepto para instalación a la intemperie o en ambiente húmedo o polvoriento y dentro de unidades de tratamiento de aire, donde se usarán motores con clase de protección IP 54 (protección total contra contactos involuntarios de cualquier clase, protección contra depósitos de polvo, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección).

Los motores con protecciones IP 44 e IP 54 son completamente cerrados y con refrigeración de superficie.

Todos los motores deberán tener, por lo menos, la clase de aislamiento B, que admite un incremento máximo de temperatura de 80 °C sobre la temperatura ambiente de referencia de 40 °C, con un límite máximo de temperatura del devanado de 130 °C.

El diámetro y longitud del eje, las dimensiones de las chavetas y la altura del eje sobre la base estarán de acuerdo a las recomendaciones IEC.

La calidad de los materiales con los que están fabricados los motores serán las que se indican a continuación:

- carcasa: de hierro fundido de alta calidad, con patas solidarias y con aletas de refrigeración.
- estator: paquete de chapa magnética y bobinado de cobre electrolítico, montados en estrecho contacto con la carcasa para disminuir la resistencia térmica al paso del calor hacia el exterior de la misma. La impregnación del bobinado para el aislamiento eléctrico se obtendrá evitando la formación de burbujas y deberá resistir las sollicitaciones térmicas y dinámicas a las que viene sometido.
- rotor: formado por un paquete ranurado de chapa magnética, donde se alojará el devanado secundario en forma de jaula de aleación de aluminio, simple o doble.
- eje: de acero duro.
- ventilador: interior (para las clases IP 44 e IP 54), de aluminio fundido, solidario con el rotor, o de plástico inyectado.
- rodamientos: de esfera, de tipo adecuado a las revoluciones del rotor y capaces de soportar ligeros empujes axiales en los motores de eje horizontal (se seguirán las instrucciones del fabricante en cuanto a marca, tipo y cantidad de grasa necesaria para la lubricación y su duración).
- cajas de bornes y tapa: de hierro fundido con entrada de cables a través de orificios roscados con prensa-estopas.

Para la correcta selección de un motor, que se hará par servicio continuo, deberán considerarse todos y cada uno de los siguientes factores:

- Potencia máxima absorbida por la máquina accionada, incluidas las pérdidas por transmisión.
- Velocidad de rotación de la máquina accionada.
- Características de la acometida eléctrica (número de fases, tensión y frecuencia).
- Clase de protección (IP 44 o IP 54).

- Clase de aislamiento (B o F).
- Forma constructiva.
- Temperatura máxima del fluido refrigerante (aire ambiente) y cota sobre el nivel del mar del lugar de emplazamiento.
- Momento de inercia de la máquina accionada y de la transmisión referido a la velocidad de rotación del motor.
- Curva del par resistente en función de la velocidad.

Los motores podrán admitir desviaciones de la tensión nominal de alimentación comprendidas entre el 5 % en más o menos. Si son de preverse desviaciones hacia la baja superiores al mencionado valor, la potencia del motor deberá "desatarse" de forma proporcional, teniendo en cuenta que, además, disminuirá también el par de arranque proporcional al cuadrado de la tensión.

Antes de conectar un motor a la red de alimentación, deberá comprobarse que la resistencia de aislamiento del bobinado estático sea superiores a 1,5 megahomios. En caso de que sea inferior, el motor será rechazado por la DO y deberá ser secado en un taller especializado, siguiendo las instrucciones del fabricante, o sustituido por otro.

El número de polos del motor se elegirá de acuerdo a la velocidad de rotación de la máquina accionada.

En caso de acoplamiento de equipos (como ventiladores) por medio de poleas y correas trapezoidales, el número de polos del motor se escogerá de manera que la relación entre velocidades de rotación del motor y del ventilador sea inferior a 2,5.

Todos los motores llevarán una placa de características, situada en lugar visible y escrita de forma indeleble, en la que aparecerán, por lo menos, los siguientes datos:

- potencia del motor.
- velocidad de rotación.
- intensidad de corriente a la(s) tensión(es) de funcionamiento.
- intensidad de arranque.
- tensión(es) de funcionamiento.
- nombre del fabricante y modelo.

### 3.3 PRUEBAS REGLAMENTARIAS

Se deberá efectuar la medida de la resistencia de tierra, para comprobar el buen funcionamiento de la toma de tierra tanto a la hora de dar el alta a la instalación, como en una revisión anual que se ha de efectuar en el local.

Por la importancia que ofrece, desde el punto de vista de la seguridad cualquier instalación de toma de tierra, deberá ser obligatoriamente comprobada por el Director de la Obra o Instalador Autorizado en el momento de dar de alta la instalación para su puesta en marcha o en funcionamiento.

- Personal técnicamente competente efectuará la comprobación de la instalación de puesta a tierra, al menos anualmente, en la época en la que el terreno esté mas seco. Para ello, se medirá la resistencia de tierra, y se repararán con carácter urgente los defectos que se encuentren.

En los lugares en que el terreno no sea favorable a la buena conservación de los electrodos, éstos y los conductores de enlace entre ellos hasta el punto de puesta a tierra, se pondrán al descubierto para su examen, al menos una vez cada cinco años.

La aparatenta se someterá en fábrica a una serie de ensayos para comprobar que están libres de defectos mecánicos y eléctricos.

En particular se harán por lo menos las siguientes comprobaciones:

- Se medirá la resistencia de aislamiento con relación a tierra y entre conductores, que tendrá un valor de al menos 0,50 Mohm.

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la tabla siguiente:

<u>Tensión nominal instalación</u>	<u>Tensión ensayo corriente continua (V)</u>	<u>Resistencia de aislamiento (MW)</u>
MBTS o MBTP	250	$\geq 0,25$
< 500 V	500	$\geq 0,50$
> 500 V	1000	$\geq 1,00$

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de  $2U + 1000$  V a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V.

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

- Una prueba de rigidez dieléctrica, que se efectuará aplicando una tensión igual a dos veces la tensión nominal más 1.000 voltios, con un mínimo de 1.500 voltios, durante 1 minuto a la frecuencia nominal. Este ensayo se realizará estando los aparatos de interrupción cerrados y los cortocircuitos instalados como en servicio normal.
- Se inspeccionarán visualmente todos los aparatos y se comprobará el funcionamiento mecánico de todas las partes móviles.
- Se pondrá el cuadro de baja tensión y se comprobará que todos los relés actúan correctamente.
- Se calibrarán y ajustarán todas las protecciones de acuerdo con los valores suministrados por el fabricante.

### 3.4 CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD

Este tipo de locales pertenece a locales de características especiales con zonas de riesgo de incendio o explosión, emplazamientos de clase I y por lo tanto, le es de aplicación la Instrucción Técnica Complementaria ITC -BT-029 y ITC -BT-05, sobre mantenimiento e inspección de las instalaciones eléctricas en dichos locales

La comprobación a realizar por las empresas instaladoras autorizadas serán:

- Comprobaciones visuales:
- Derivación individual.
- Interruptor general automático.
- Cuadro General de distribución.
- Canalizaciones eléctricas.

Mediciones:

- Resistencia del aislamiento de la instalación entre conductores, y entre conductores y tierra.
- Comprobación de interruptores diferenciales.
- Continuidad del conductor de protección en todas las tomas de corriente.
- Medición de la resistencia de la puesta a tierra.
- Comprobación del alumbrado de señalización y emergencia.

Estas comprobaciones se realizarán por lo menos una vez al año, y se deberá extender un boletín de reconocimiento de las instalaciones.

En dicho boletín de reconocimiento se hará constar la conformidad de las instalaciones con los preceptos del Reglamento Electrotécnico para baja tensión, así como las modificaciones que hubieran de realizarse cuando, a juicio de la empresa instaladora, no ofrezcan las debidas garantías.

La empresa instaladora contratada podrá interrumpir el servicio a la instalación cuando se aprecie algo grave de accidente, hasta que se efectúe la necesaria reparación. Deberá corregir las averías que se produzcan en el servicio eléctrico. También deberá poner en conocimiento del titular las deficiencias de la instalación que afecten a la seguridad de las personas o de las cosas, a fin de que sean subsanadas.

### 3.5 CERTIFICADOS Y DOCUMENTACION

Para la puesta en marcha de la instalación se ha de cumplimentar:

- Certificado de la OCA(Organismo de control Autorizado) con un resultado favorable de la Inspección Inicial por parte de ella.
- Certificado de dirección y terminación de obra de la instalación eléctrica.
- Certificado del instalador.

En poder del titular deberá quedar una copia del proyecto de la instalación, con reflejo de las modificaciones que en el transcurso del montaje se han podido efectuar.

El instalador entregará al titular un libro de instrucciones para el correcto uso y mantenimiento de la instalación.

Del boletín de reconocimiento anual citado en el punto anterior, se entregará un ejemplar al titular de la instalación y se remitirán los dos restantes al Servei Territorial d'Industria correspondiente, el cual sellará y devolverá uno de ellos a la empresa instaladora para constancia de su presentación.

### 3.6 LIBRO DE ORDENES

En virtud de la Normativa sobre mantenimiento de locales de pública concurrencia deberá tener un libro de registro de Mantenimiento y Revisión donde se registren y anoten las fechas de visita, el resultado de las comprobaciones y revisiones y las incidencias que se consideren dignas de mención. Dicho libro debe conservarlo el titular de la instalación, y deberá estar a disposición del Servei Territorial industria.

## 4 PRESUPUESTO

Las mediciones y el precio unitario de cada elemento han sido realizadas en la memoria del edificio, por lo que no se representan de nuevo.

### 4.1 PRESUPUESTOS PARCIALES DE LOS ELEMENTOS Y EQUIPOS DE LA INSTALACION.

- Cuadro del garaje

Ud	Descomposición	Mediciones	Precio unitario	Precio partida
Ud	Caja de superficie con puerta opaca, para alojamiento del interruptor de control de potencia (ICP) en compartimento independiente y precintable y de los interruptores de protección de la instalación.	1,000	31,34	31,34
Ud	Interruptor general automático (IGA), de 4 módulos, tetrapolar (4P), con 6 kA de poder de corte, de 25 A de intensidad nominal, curva C.	1,000	78,76	78,76
Ud	Interruptor diferencial instantáneo, 2P/25A/300mA.	1,000	91,21	91,21
Ud	Interruptor diferencial instantáneo, 2P/25A/30mA.	8,000	90,99	727,92
Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 10 A de intensidad nominal, curva C.	4,000	12,43	49,72
Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 16 A de intensidad nominal, curva C.	2,000	12,66	25,32
Ud	Luz emergencia 7 W	10,000	17,00	170,00
Ud	Tubo 36 W	10,000	12,00	120,00
Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 25 A de intensidad nominal, curva C.	2,000	14,08	28,16
Ud	Minutero para temporizado del alumbrado, 5 A, regulable de 1 a 7 minutos.	1,000	42,11	42,11
m	Tubo rígido de PVC, roscable, curvable en caliente, de color negro, de 16 mm de diámetro nominal, para canalización fija en superficie.	265,533	0,85	225,70
m	Tubo rígido de PVC, roscable, curvable en caliente, de color negro, de 25 mm de diámetro nominal, para canalización fija en superficie.	31,388	1,68	52,73
Ud	Caja de derivación estanca para colocar en superficie, de 105x105x55 mm.	17,000	3,33	56,61
m	Cable unipolar ES07Z1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 450/750 V.	796,599	0,62	493,89

m	Cable unipolar SZ1-K (AS+), resistente al fuego según UNE-EN 50200, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de compuesto termoestable especial ignífugo y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1) de color naranja, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.	411,728	0,79	325,27
m	Cable unipolar SZ1-K (AS+), resistente al fuego según UNE-EN 50200, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 6 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de compuesto termoestable especial ignífugo y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1) de color naranja, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.	156,942	1,26	197,75
Ud	Pulsador monobloc estanco para instalación en superficie (IP 55), color gris.	10,000	8,00	80,00
Ud	Interruptor bipolar monobloc estanco para instalación en superficie (IP 55), color gris.	13,000	13,77	179,01
Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	6,000	1,48	8,88
h	Oficial 1ª electricista.	30,418	17,82	542,05
%	Medios auxiliares	2,000	3495,09	69,90
%	Costes indirectos	3,000	3564,99	106,95
			<b>Total:</b>	<b>3671,94</b>

- Toma de tierra con pica para el garaje

Ud	Descomposición	Rend.	Precio unitario	Precio partida
Ud	Electrodo para red de toma de tierra cobreado con 300 µm, fabricado en acero, de 15 mm de diámetro y 2 m de longitud.	2,000	18,00	36,00
m	Conductor de cobre desnudo, de 35 mm <sup>2</sup> .	2,500	2,81	7,03
Ud	Grapa abarcón para conexión de pica.	2,000	1,00	2,00
Ud	Arqueta de polipropileno para toma de tierra, de 300x300 mm, con tapa de registro.	1,000	74,00	74,00
Ud	Puente para comprobación de puesta a tierra de la instalación eléctrica.	1,000	46,00	46,00
m <sup>3</sup>	Tierra de la propia excavación.	0,318	0,60	0,19
Ud	Saco de 5 kg de sales minerales para la mejora de la conductividad de puestas a	0,666	3,50	2,33

<b>tierra.</b>				
Ud	Material auxiliar para instalaciones de toma de tierra.	1,000	1,15	1,15
h	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.	0,024	36,52	0,88
h	Oficial 1ª electricista.	0,264	17,82	4,70
h	Ayudante electricista.	0,264	16,10	4,25
h	Peón ordinario construcción.	0,010	15,92	0,16
%	Medios auxiliares	2,000	174,28	3,49
%	Costes indirectos	3,000	177,77	5,33
			<b>Total:</b>	<b>187,51</b>

#### 4.2 PRESUPUESTO GENERAL

<b>INSTALACIÓN GARAJE</b>				
	Toma de tierra con dos picas de acero cobreado de 2 m de longitud cada una.	187,51	1	187,51
	Red eléctrica de distribución interior en garaje con ventilación forzada de 437,88 m <sup>2</sup> , compuesta de: cuadro general de mando y protección; circuitos interiores con cableado bajo tubo protector de PVC rígido: 2 circuitos para alumbrado, 1 circuitos para alumbrado de emergencia, 2 circuitos para ventilación, 1 circuito para puerta automatizada, 1 circuito para sistema de detección y alarma de incendios, 1 circuito para sistema de detección de monóxido de carbono, 1 circuito para bomba de achique.	3671,94	1	3671,94
			<b>Total</b>	<b>3859,45</b>

**TOTAL PRESUPUESTO ..... 3859.45 €**

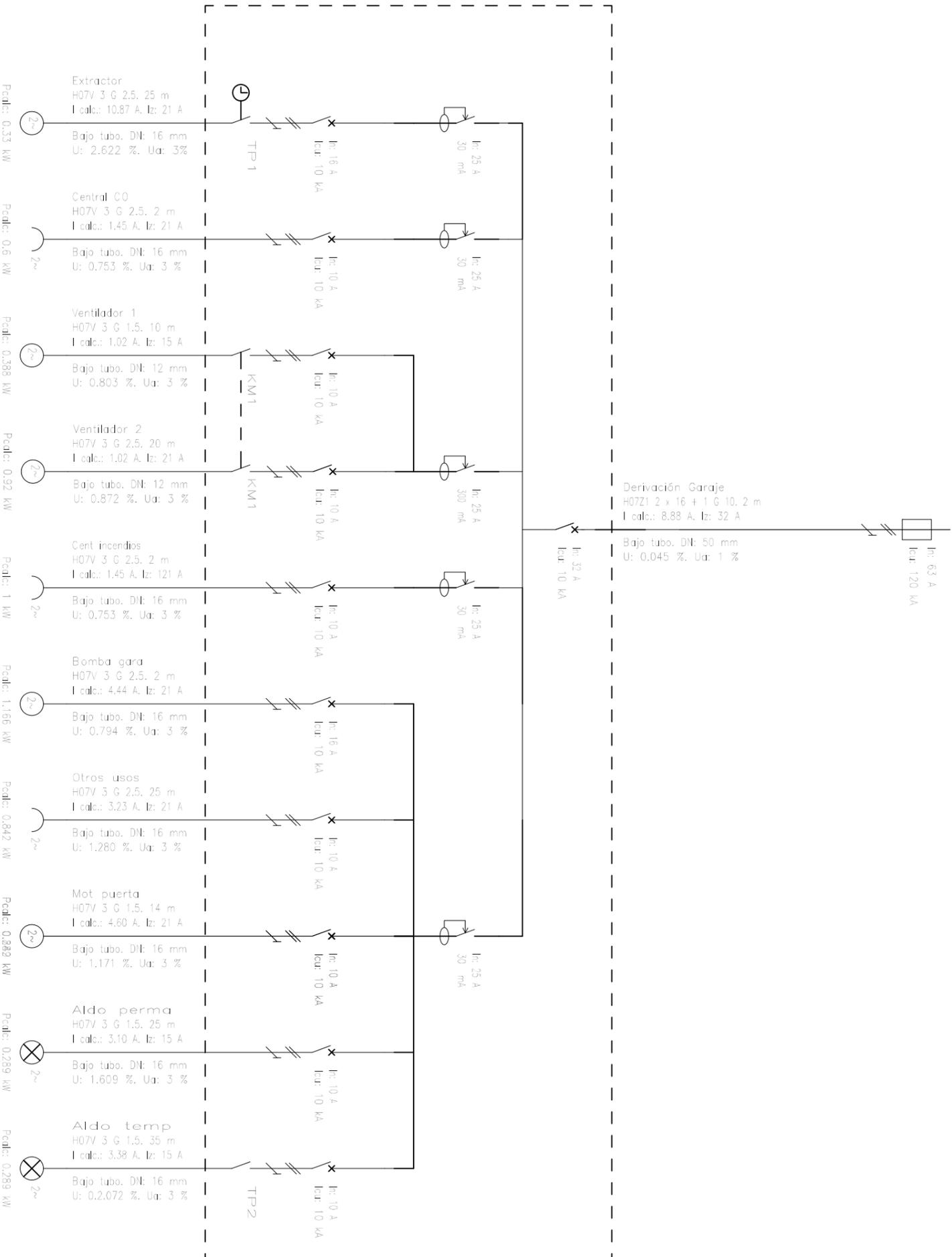
**Impuestos no incluidos.**

EL PRESUPUESTO FINAL ASCIENDE A UN TOTAL DE TRES MIL OCHOCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE EUROS CON CUARENTA CENTIMOS.

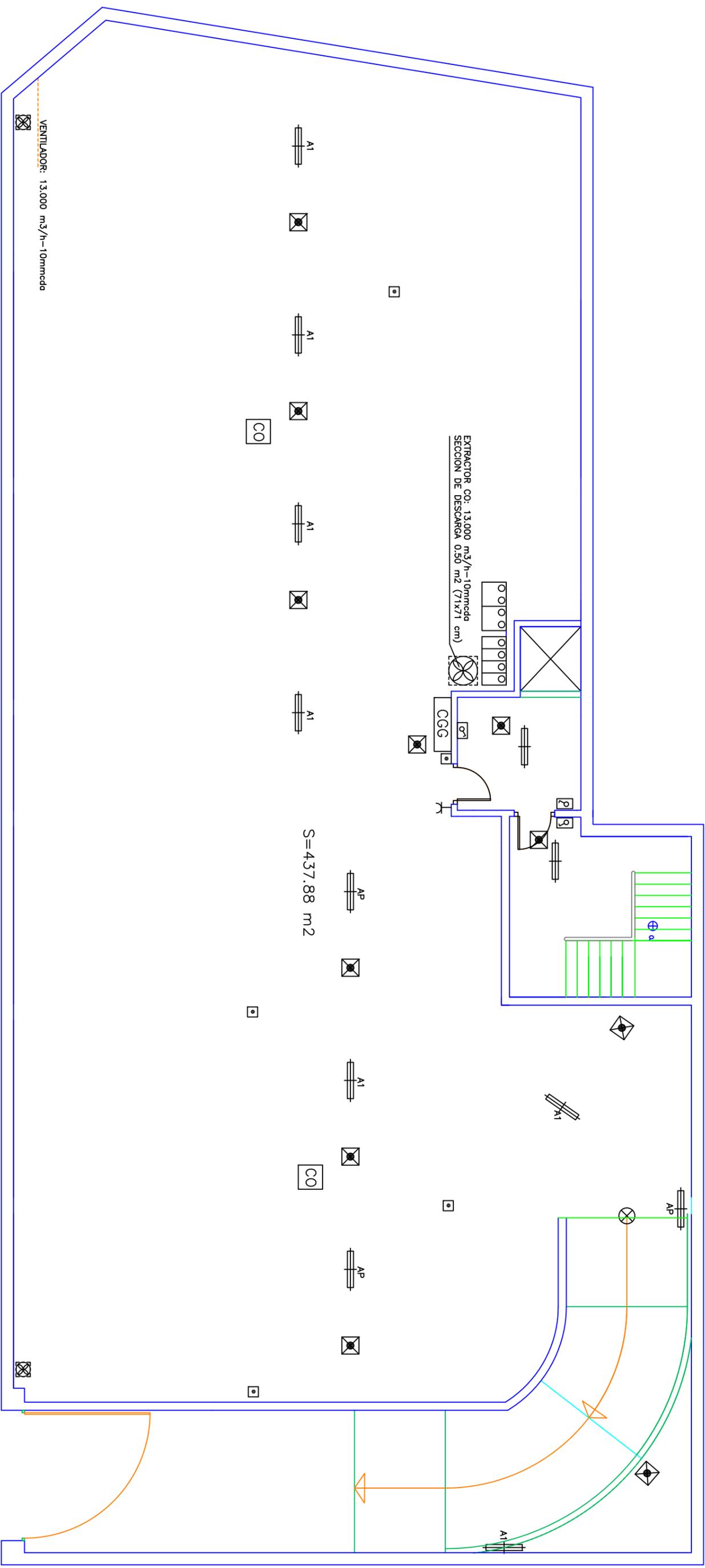
## 5 PLANOS

5.1 Plano esquema unifilar garaje

5.2 Plano planta garaje



		<b>Fecha</b>			
<b>Dibujado</b>		20-09-16		<b>Nombre</b>	
<b>Comprobado</b>		03-10-16		Sergio Sánchez Martí	
<b>Escala</b>		SE		SUMINISTRO ELÉCTRICO EN BT, PARA UN EDIFICIO DESTINADO PRINCIPALMENTE A VIVIENDAS, CON LOCALES COMERCIALES Y APARCAMIENTOS COMUNITARIOS	
<b>UNIFILAR GARAJE</b>					
		 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA		<b>Número</b>	
				8-1	



- CGG CUADRO GENERAL ELECTRICO GARAJE
- A1 EMERGENCIA ESTANCA IP-54
- A1 LUMINARIA FLUORESCENTE ESTANCA IP-54  
1x36w TF
- CO DETECTOR MONOXIDO DE CARBONO
- ⊗ DETECTOR DE HUMOS
- PULSADOR ESTANCO IP-54
- ⊞ INTERRUPTOR ESTANCO UNIPOLAR
- ⌋ TOMA DE CORRIENTE DE 16 A
- CENTRAL DETECCION INCENDIOS
- CENTRAL DETECCION CO

Escala 1/100	Fecha 20-09-16	Nombre Sergio Sánchez Martí	SUMINISTRRO ELÉCTRICO EN BT, PARA UN EDIFICIO DESTINADO PRINCIPALMENTE A VIVIENDAS, CON LOCALES COMERCIALES Y APARCAMIENTOS COMUNITARIOS
Dibujado Comprobado 03-10-16			
<h1>PLANTA GARAJE</h1>			
			Número <b>9-1</b>