

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR D'ALCOI

**PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA
EN UN EDIFICIO DE 26 VIVIENDAS Y
CÁLCULO DE LA VENTILACIÓN DEL
GARAJE**

Trabajo Fin de Grado

Convocatoria de defensa: Septiembre de 2018

Grado en Ingeniería Eléctrica

Autor: Pau Pérez Esteban

Tutor: Jorge Reig Boronat

Curso: 2017-18

RESUMEN

El proyecto que se presenta a continuación desarrolla todos los aspectos esenciales para la planificación eléctrica previa a la construcción de un edificio destinado al alojamiento de personas, abarcando desde la legislación que regula este tipo de proyectos hasta la proyección lineal tanto del edificio como de las instalaciones de baja tensión. Se ha calculado la instalación eléctrica de un bloque de viviendas y su garaje, y se han definido las instalaciones de enlace, las instalaciones interiores y la ventilación del garaje.

The project presented below develops all the essential aspects for electrical planning prior to the construction of a building intended for housing, ranging from the legislation that regulates this type of project to the linear projection of both the building and the facilities Low voltage The electrical installation of a block of flats and its garage has been calculated, and the liaison facilities, the interior installations and the ventilation of the garage have been defined.

PALABRAS CLAVE

Electricidad; viviendas; iluminación; ventilación; dimensionado.

Electricity; households; illumination; ventilation; sizing.

OBJETIVOS

Este proyecto final de carrera tiene como objetivo realizar el diseño de la instalación eléctrica de un edificio de 26 viviendas con garaje. Se incluye el dimensionado de la instalación eléctrica a partir de la conexión a la red de distribución de baja tensión hasta las instalaciones interiores de las viviendas, cumpliendo todas las normativas vigentes.

Este trabajo tiene también como finalidad la familiarización, en un contexto profesional, con el desarrollo de proyectos eléctricos. Con ello, se pretende adquirir los conocimientos necesarios para participar de forma eficiente en el proceso de creación de proyectos eléctricos de edificios y viviendas destinados al alojamiento de personas.

En el proceso se han aplicado las diversas legislaciones que regulan las pautas de seguridad necesarias para la construcción de estructuras con la finalidad citada anteriormente. De este modo, se ha adquirido un amplio conocimiento para la gestión e interpretación de los diversos documentos de obligado cumplimiento en un contexto profesional.

En suma, el objetivo principal de este proyecto es el de aplicar los conocimientos y habilidades adquiridos durante la ingeniería eléctrica en un caso práctico de aplicación real.

ÍNDICE

1 OBJETO	6
2 NORMAS DE APLICACIÓN	7
3 JUSTIFICACION FORMAL	7
4 DESCRIPCIÓN DE LA EDIFICACIÓN.....	9
5 COMPONENTES Y CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA	9
5.1 Elementos	9
5.2 Tensión de servicio	10
5.3 Grado de electrificación.....	10
6 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA	10
6.1 ACOMETIDA.....	10
6.2 CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN (CGP)	14
6.2.1 Emplazamiento e instalación de la CGP	16
6.2.2 Nichos	17
6.2.3 Fijación de la CGP	21
6.3 LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN (LGA).....	21
6.3.1 Instalación y cableado.....	22
6.4 CONTADORES Y CENTRALIZACIÓN.....	23
6.4.1 Definición de centralización de contadores.....	23
6.4.2 Emplazamiento del local.....	23
6.4.3 Características del local.....	23
6.4.4 Composición de la centralización.....	25
6.4.5 Fusibles de seguridad.....	27
6.5 DERIVACIONES INDIVIDUALES	27
6.6 INSTALACIONES INTERIORES Y RECEPTORAS.....	30
6.6.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES QUE DEBE CUMPLIR LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	30
6.6.1.1 Sistema de instalación.....	30
6.6.1.2 Conductores.....	31
6.6.1.3 Nivel de aislamiento.....	31
6.6.1.4 Mecanismos a emplear.....	31
6.6.1.5 Reparto de puntos de luz y tomas de corriente en viviendas.....	31
6.6.2 PROTECCION DE LA INSTALACIÓN	32
6.6.2.1 Protección contra sobrecargas.....	32
6.6.2.2 Protección contra sobretensiones.....	33
6.6.2.3 Protección contra contactos directos e indirectos.....	33
6.6.3 DISPOSITIVOS PRIVADOS DE MANDO Y PROTECCIÓN.....	34
6.6.4 Numero de circuitos.....	35
6.7 SERVICIOS GENERALES	37
6.7.1 Iluminación general.....	37
6.7.2 Iluminación de Emergencia	38
6.7.3 Elección de las luminarias y su emplazamiento	43

6.7.4 Ascensor	43
6.7.5 Otros.....	44
6.8 Garaje.....	44
6.8.1 Introducción.....	44
6.8.2 Normativa vigente	44
6.8.3 Control del humo de incendio.....	45
6.8.4 Extractores y red de conductos	45
6.8.5 Detección de CO	47
6.8.6 Instalación eléctrica	48
6.8.6.1 Estación de recarga de vehículos	49
6.9 PUESTA A TIERRA	53
6.9.1 Consideraciones.....	54
6.9.2 Elementos	55
6.10 PARARRAYOS	62
7 BIBLIOGRAFÍA	63
8 CÁLCULOS	64
8.1 GENERALIDADES.....	64
8.2 POTENCIA TEÓRICA	64
8.3 LINEAS.....	66
8.3.1 ACOMETIDA	66
8.3.1.1 Sección.....	66
8.3.1.2 Protecciones.....	68
8.3.2 LGA	70
8.3.2.1 Sección.....	70
8.3.2.2 Protecciones LGA.....	71
8.3.3 Derivaciones individuales	73
8.3.3.1 Secciones.....	74
8.3.3.2 Protecciones.....	77
8.3.4 Instalaciones interiores.....	78
8.3.5 Garaje.....	79
8.3.5.1 Instalación eléctrica	79
8.3.5.2 Ventilación.....	83
8.3.5.2.1 Red de admisión.....	83
8.3.5.2.2 Red de extracción.....	83
8.3.6 Servicios generales	89
8.3.7 Pararrayos.....	89
8.3.8 Puesta a tierra	93
8.3.9 Software	94
9 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	95
9.1. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.	95
9.2. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LOS LUGARES DE TRABAJO.	101
9.3. DISPOSICIONES MÍNIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.	104
9.4. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.	105

9.5. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION.....	110
9.6. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL.....	120

MEMORIA

1 OBJETO

El objeto del presente proyecto es exponer ante los organismos competentes que la instalación que describe reúne las condiciones y garantías exigidas por la reglamentación vigente, con el fin de obtener la autorización administrativa para la ejecución de la instalación, y así mismo, servir de base a la hora de proceder a la realización de la instalación.

2 NORMAS DE APLICACIÓN

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) aprobado por el Real Decreto 842/2002 el 2 de agosto y publicado en el BOE nº 224 de 18 de septiembre de 2002 de conformidad con el Consejo de Estado.
- Normas UNE de referencia utilizadas en el REBT.
- Directiva de Baja Tensión (72/23/CEE) y la Directiva de compatibilidad electromagnética (89/336/CEE).
- Condiciones Técnicas y de Seguridad de Iberdrola.
- Código Técnico de la Edificación CTE
- Normas Tecnológicas NTE
- Legislación municipal.

3 JUSTIFICACION FORMAL

La elaboración del presente proyecto es necesaria por ser esta instalación una de las recogidas en el grupo E, en el punto 3.1 de la ITC-BT-04, Normas de referencia en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y cumple con lo establecido en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, aprobado por Real Decreto el 2 de Agosto de 2002.

Entre la multitud de posibilidades, tanto técnicas como materiales que ofrece el mercado, se han escogido las distintas soluciones siguiendo los siguientes criterios:

- Homologación conforme a las normativas vigentes
- Relación calidad - precio más ventajosa
- Fiabilidad de funcionamiento

En materia de seguridad la instalación debe cumplir los siguientes requisitos:

- Cables con aislamiento autoextinguible, sobredimensionados para aumentar la seguridad contra incendios.
- Gran protección contra contactos directos e indirectos (diferenciales de gran sensibilidad y buena toma de tierra).
- Elementos sobredimensionados para aumentar la seguridad y continuidad de servicio.

En la estructura de distribución eléctrica:

- Continuidad de servicio.
- Aislar la instalación eléctrica de las personas para evitar posibles accidentes.
- Correcta colocación de bases de enchufes, tomas de luz, interruptores, etc. Para evitar accidentes.

4 DESCRIPCIÓN DE LA EDIFICACIÓN

La edificación consta de un bloque de viviendas formado por planta sótano, planta baja, dos plantas sobre el nivel de la vía pública, y una azotea. Está destinado a 26 viviendas dotacionales, 8 en planta baja, 9 viviendas en planta 1º, y 9 viviendas en planta 2º. Cuenta además con garaje propio, ubicado en la planta sótano.

5 COMPONENTES Y CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

5.1 Elementos

La instalación eléctrica del edificio empieza a partir de la acometida que proviene de la red de distribución y termina en una de las muchas líneas que alimentan cualquier dispositivo eléctrico del edificio. Esta instalación está formada por los siguientes tramos y dispositivos:

- Acometida.
- Caja General de Protección (CGP).
- Línea de Enlace o Línea General de Alimentación (LGA).
- Interruptor General de Maniobra.
- Caja de derivación.
- Centralización de contadores.
- Derivación Individual (DI).
- Fusibles de seguridad.
- Contador.
- Caja para Interruptor Controlador de Potencia (ICP).
- Dispositivos generales de mando y protección (Interruptores Diferenciales e Interruptores Magnetotérmicos).
- Circuito o línea que alimenta los equipos eléctricos.
- Toma de tierra.
- Pararrayos.

5.2 Tensión de servicio

La energía eléctrica será suministrada en Baja tensión por la compañía suministradora. La tensión nominal normalizada en Iberdrola es la de 230/400 V de acuerdo con el Artículo 4 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión aprobado por Decreto 842/2002 de 2 de agosto.

La tensión asignada normalizada será de 400 V entre fases y de 230 V entre fase y neutro, para las instalaciones trifásicas, y de 230 V, entre fase y neutro, para las monofásicas. La corriente será en régimen permanente, corriente alterna de 50 Hz de frecuencia, trifásica en la red de distribución y trifásica o monofásica en los suministros.

5.3 Grado de electrificación

Según la Instrucción ITC-BT-10, Previsión de cargas para suministros en Baja Tensión, dado que las viviendas disponen de acondicionamiento de aire, el grado de electrificación empleado será ELEVADO para todas las viviendas. Este grado de electrificación es adecuado para las viviendas teniendo en cuenta sus necesidades y además establece cierto margen que permitiría futuras ampliaciones de la instalación.

6 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

A continuación, se describen las partes integrantes de la instalación eléctrica adecuadas a la Instrucción Técnica correspondiente.

6.1 ACOMETIDA

Es la parte de la instalación comprendida entre la red de distribución pública y la caja o cajas generales de protección. Esta línea está regulada por la Instrucción ITC-BT-011, Redes de distribución de energía eléctrica. Acometidas.

Puede ser aérea o subterránea y los conductores serán siempre aislados, de tensión nominal de aislamiento no inferior a 1000 V, y que garanticen una buena resistencia a las acciones de la intemperie en los aéreos, y protegidos contra la corrosión del terreno en los subterráneos.

Una instalación subterránea de la acometida tal vez sea la opción más adecuada pues de este modo los conductores gozan de mayor protección estructural y contra las inclemencias climatológicas; también conseguimos una instalación más segura, al ser menos accesible a las personas.

Por último, los conductores enterrados están menos expuestos a las radiaciones solares y al calor, por lo que el conductor en esta instalación tiene mayor capacidad de conducción.

Por otro lado, la red de distribución de IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA S.A, no admite la instalación de cables directamente enterrados, puesto que, en el caso de avería debido a responsabilidad de reposición del suministro en el menor tiempo posible, la canalización directamente enterrada supone un obstáculo para la consecución de este objetivo.

Por otro lado, la canalización entubada minimiza riesgos durante los trabajos necesarios para construir una línea subterránea. Excepcionalmente, se podrá admitir la instalación de cables directamente enterrados en zonas no urbanas, previa justificación por parte del proyectista y acuerdo con IBERDROLA.

Por tanto, la acometida para esta instalación será enterrada bajo tubo, con conductores de aluminio. Dichos conductores se regirán por la norma NI 56.37.01.

Iberdrola establece un criterio único de profundidad, hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, que no será menor de 0,6 m en acera o tierra, ni de 0,8 m en calzada.

Estarán constituidos por tubos plásticos, dispuestos sobre lecho de arena u hormigón según corresponda. Las características de estos tubos serán las establecidas en la NI 52.95.03.

Los cables se alojarán en zanjas de 0,85 m de profundidad mínima y tendrá una anchura que permitan las operaciones de apertura y tendido para la colocación de dos tubos de 160 mm, aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar.

Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con los correspondientes entibados u otros medios para asegurar su estabilidad, conforme a la normativa de riesgos laborales. Los tubos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,05 m aproximadamente de espesor de arena, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación se colocará otra capa de arena con un espesor de 0,10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

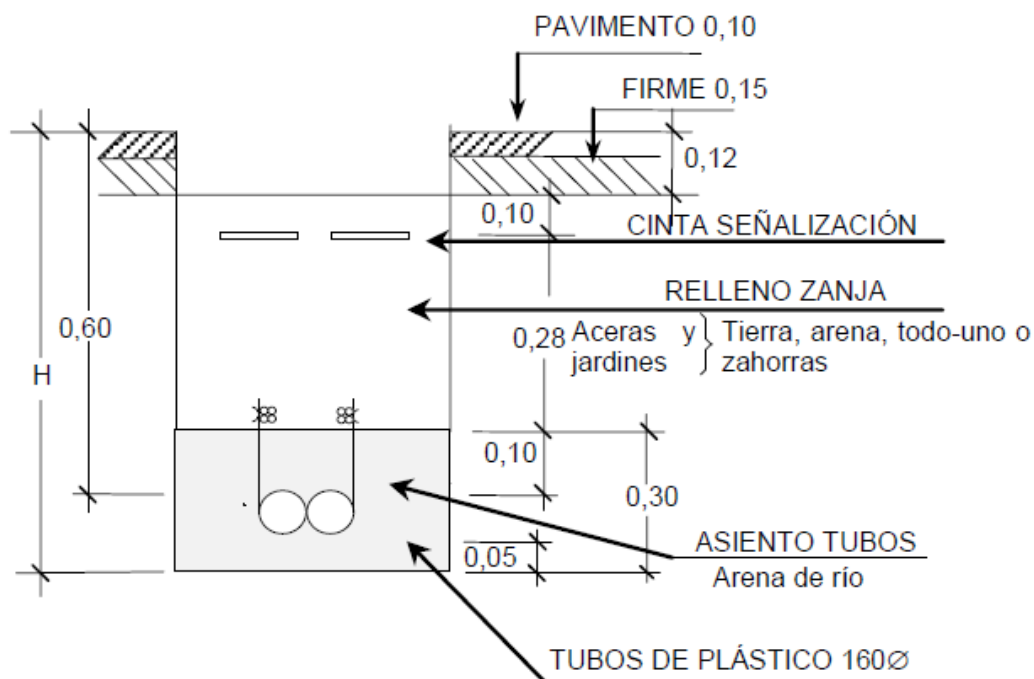
A continuación, se tenderá una capa de tierra procedente de la excavación y tierras de préstamo, arena, todo-uno o zahorras, de unos 0,28 m de espesor, apisonada por medios manuales. Se cuidará que esta capa de tierra esté exenta de piedras o cascotes, sobre esta capa de tierra, se colocará una cinta o varias cintas de señalización (dependiendo del número de líneas), como advertencia de la presencia de cables eléctricos, Las características, color, etc., de la cinta serán las establecidas en la NI 29.00.01.

Sobre la cinta de señalización se colocará una capa de tierra procedente de la excavación y tierras de préstamo, arena, todo-uno o zahorras, de unos 0,10 m de espesor. Por último, se colocará en unos 0,15 m de espesor un firme de hormigón no estructural HNE 15,0 y otra de 0,12m de espesor de reposición del pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura en total, o una capa de 0,27m tierra en el caso de reposición de jardines.

CANALIZACIÓN ENTUBADA EN ACERA /TIERRA (Asiento de arena), realizada mediante medios mecánicos, con tubos 160 Ø y cables aislados de 0,6/1 kV

Colocados en un plano (un circuito por tubo)

Dimensiones en m



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

Se instalará un multitubo, designado como MTT 4x40, y su correspondiente soporte, según NI 52.95.20, que se utilizará cuando sea necesario, como conducto para cables de control, red multimedia, etc. A este ducto se le dará continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control y red multimedia incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera.

La guía de instalación del ducto y accesorios se encuentra definida en el MT 2.33.14 "Guía de instalación de los cables óptico-subterráneos", mientras que las características del ducto y sus accesorios se especifican en la NI 52.95.20 "Tubos de plástico y sus accesorios (exentos de halógenos) para canalizaciones de redes subterráneas de telecomunicaciones.

Las líneas subterráneas en baja tensión, debe ser realizada de acuerdo con lo indicado en la ITC-BT-07 (Redes subterráneas). Se tendrá en cuenta las separaciones mínimas indicadas en la ITC-BT-07 en los cruces y paralelismos

con otras canalizaciones de agua, gas, líneas de telecomunicación y con otros conductores de energía eléctrica.

Con carácter general, las acometidas se realizarán siguiendo los trazados más cortos, realizando conexiones cuando éstas sean necesarias mediante sistemas o dispositivos apropiados. En todo caso se realizarán de forma que el aislamiento de los conductores se mantenga hasta los elementos de conexión de la CGP.

La acometida discurrirá por terrenos de dominio público excepto en aquellos casos de acometidas aéreas o subterráneas, en que hayan sido autorizadas las correspondientes servidumbres de paso. Se evitará la realización de acometidas por patios interiores, garajes, jardines privados, viales de conjuntos privados cerrados, etc.

La utilización de las secciones será la siguiente:

- Las secciones de 150 mm² y 240 mm², se utilizarán en la red subterránea de distribución en BT y en los puentes de unión de los transformadores de potencia con sus correspondientes cuadros de distribución de BT. Además, la sección de 150 mm² se utilizará como neutro de la sección de fase de 240 mm².
- La sección de 95 mm² se utilizará como neutro de la sección de 150 mm², como línea de derivación de la red general y acometidas.
- La sección de 50 mm² solo se utilizará como neutro de la sección de 95 mm² y acometidas individuales.

Las secciones de los conductores se calcularán teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Máxima carga prevista de acuerdo con la ITC-BT-10.
- Tensión de suministro.
- Intensidades máximas admisibles para el tipo de conductor y las condiciones de su instalación.
- La caída de tensión máxima admisible. Esta caída de tensión será la que la empresa distribuidora tenga establecida, en su reparto de caídas de tensión en los elementos que constituyen la red, para que en la caja o cajas generales de protección esté dentro de los límites establecidos por el Reglamento por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

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

En el caso de que el cruzamiento o paralelismo entre cables eléctricos y canalizaciones de los servicios descritos anteriormente, se produzcan en el tramo de acometida a un edificio deberá mantenerse una distancia mínima de 0,20 m. La canalización de la acometida eléctrica, en la entrada al edificio, deberá taponarse hasta conseguir una estanqueidad adecuada.

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 que la empresa disponga.

El conductor neutro de las redes subterráneas de distribución pública se conectará a tierra en el centro de transformación en la forma prevista en el Reglamento Técnico de Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación; fuera del centro de transformación se conectará a tierra en otros puntos de la red, con objeto de disminuir su resistencia global a tierra, según Reglamento de Baja Tensión.

El neutro se conectará a tierra a lo largo de la red, en todas las cajas generales de protección o en las cajas de seccionamiento o en las cajas generales de protección y medida, consistiendo dicha puesta a tierra en una pica, unida al borne del neutro mediante un conductor aislado de 50 mm² de Cu, como mínimo. El conductor neutro no podrá ser interrumpido en las redes de distribución.

6.2 CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN (CGP)

Es la caja destinada a alojar los elementos de protección de la línea general de alimentación (LGA). Señala el principio de la instalación propiedad del cliente. Cuando las necesidades de la demanda de potencia lo requieran, se podrán instalar, en un mismo edificio, dos o más CGP.

Se utilizarán los tipos de CGP con las características que se indican en la norma NI 76.50.01. El tipo concreto de CGP a utilizar, lo determinará Iberdrola, en función de las características de la acometida, de la potencia prevista para la línea general de alimentación y de su emplazamiento. Cuando exista más de una línea general de alimentación, cada línea estará protegida independientemente mediante CGP.

Los tipos de CGP normalizados por Iberdrola son los siguientes:

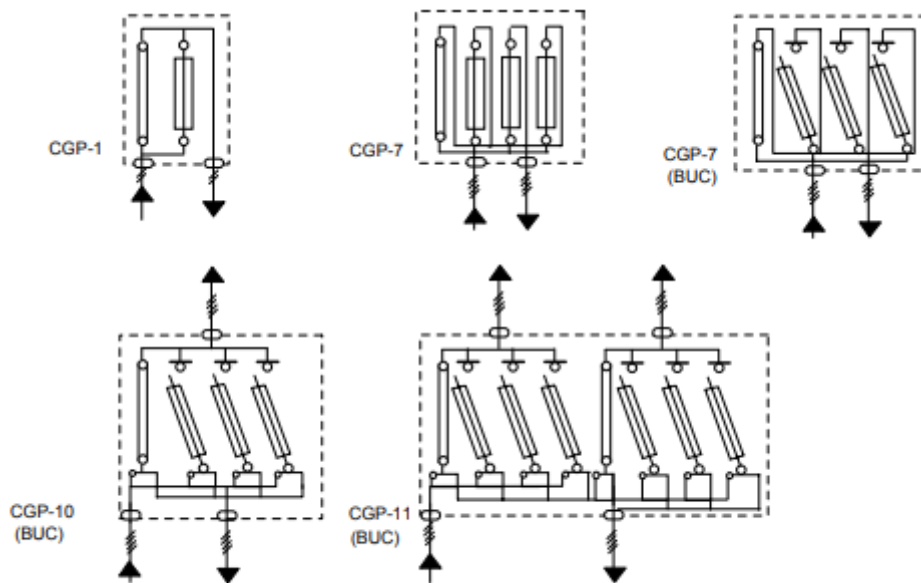


Fig. 1: Esquemas eléctricos de CGP*

Tabla 1

Tipos de CGP normalizadas, características esenciales y códigos

Designación	Cortacircuitos fusibles			Utilización	Códigos
	Bases		Fusibles		
	Número	Tamaño	I máx. A		
CGP-1-100	1	22x58	80*	Exterior	7650003
CGP-7-100	3	22x58	80*	Exterior	7650007
CGP-7-160	3	00**	160	Exterior	7650008
CGP-7-250/BUC	3	1 (BUC)	250	Exterior / interior	7650010
CGP-7-400/BUC	3	1 (BUC)	400	Exterior / interior	7650011
CGP-10-250/BUC	3	1 (BUC)	250	Interior	7650018
CGP-11-250/250/BUC	3/3	1 (BUC)	250	Interior	7650019

Se utilizarán dos CGP-10-250/BUC.

Se colocará lo más próxima posible a la red general de distribución y quedará alejada o en su defecto protegida adecuadamente de otras instalaciones, tales como agua, gas, teléfono, etc.

6.2.1 Emplazamiento e instalación de la CGP

La ubicación de la CGP se fijará de común acuerdo entre la propiedad del edificio e Iberdrola, siendo su emplazamiento preferentemente sobre las fachadas exteriores del edificio o en el límite de la propiedad, con acceso directo y permanente desde la vía pública, en un lugar de libre y permanente acceso.

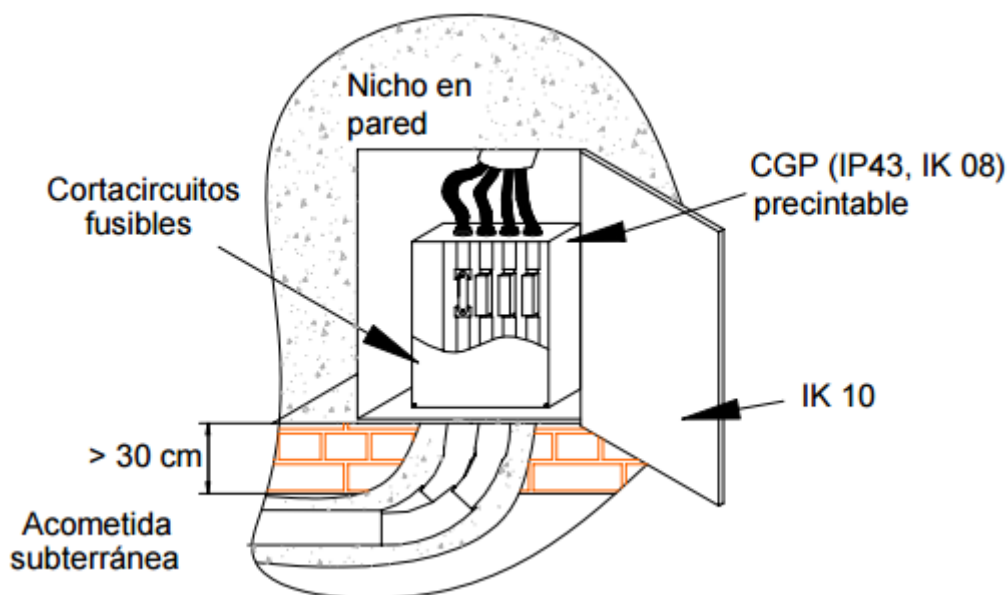
La CGP se instalará en el interior de un hueco o nicho practicado en la pared, que se cerrará con una puerta. La parte inferior de la puerta se encontrará a una distancia aproximada de 40 cm del suelo y siempre mayor de 30 cm, siempre y cuando la zona no sea presumiblemente inundable o concurra alguna otra circunstancia excepcional, en cuyo caso esta altura deberá aumentarse por encima de este nivel.

Dentro se instalarán cortacircuitos fusibles tipo gL (la primera letra, g, indica que función desempeña el fusible, en este caso, es un fusible de uso general; la segunda letra indica, qué es lo que protege el fusible, en este caso, cables y conductores), que aseguran protección contra sobrecargas y cortocircuitos, 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.

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

En el nicho se dejarán previstos los orificios necesarios para alojar los conductos para la entrada de las acometidas subterráneas de la red general, conforme a lo establecido, en lo relativo a canalizaciones empotradas, en la ITC-BT-21, Instalaciones interiores o receptoras: Tubos y canales protectoras.

A continuación, se muestra un esquema de la situación de la Caja General de Protección (ITC-BT-13):



Cuando no sea posible su instalación en hueco o nicho practicado en la pared, la CGP deberá instalarse de común acuerdo entre la propiedad e Iberdrola en armario prefabricado de hormigón y será de un fabricante calificado por Iberdrola.

Las medidas interiores de los huecos permitirán albergar las CGP y realizar adecuadamente la acometida y línea general de alimentación. La pared de fijación de la CGP tendrá una resistencia no inferior a la del tabicón del 9.

Los usuarios o el instalador electricista autorizado sólo tendrán acceso y podrán actuar sobre las conexiones con la línea general de alimentación, previa comunicación a la empresa suministradora.

6.2.2 Nichos

Las dimensiones de los nichos, estarán en función del número, tipo y dimensiones de cajas a instalar, así como del tamaño de los conductos de entrada y salida de cables.

No se alojarán más de dos cajas en el interior de un mismo nicho. Las dimensiones interiores mínimas de los nichos serán las que se indican a continuación:

La altura será la de la caja, en caso de ser una sola, o la de la caja de mayor altura, en caso de existir dos. En ambos casos se mantendrá una distancia mínima de 20 cm entre la parte superior del nicho y la caja, y una distancia mínima de 30 cm, entre la parte inferior de la caja y la cara inferior del nicho.

La anchura corresponderá a la dimensión que resulte más elevada de las que se indican a continuación:

- La de la caja (en caso de ser una sola), o la suma de la anchura de las dos cajas (en caso de existir dos). En ambos casos se mantendrá una distancia mínima de 15 cm entre las caras laterales de la caja o cajas, con respecto a las paredes del nicho.
- La suma de los diámetros de los conductos, con un coeficiente mayorador de 1,4.

La profundidad corresponderá a la dimensión que resulte más elevada de las que se indican a continuación:

- La del conducto de mayor diámetro de entre los que acceden al nicho por su base, con un coeficiente mayorador de 1,4.
- La de la caja de mayor dimensión, con un coeficiente mayorador de 1,4.

Nunca será inferior a 30 cm. La distancia entre las dos cajas será de 10 cm entre sus partes más salientes.

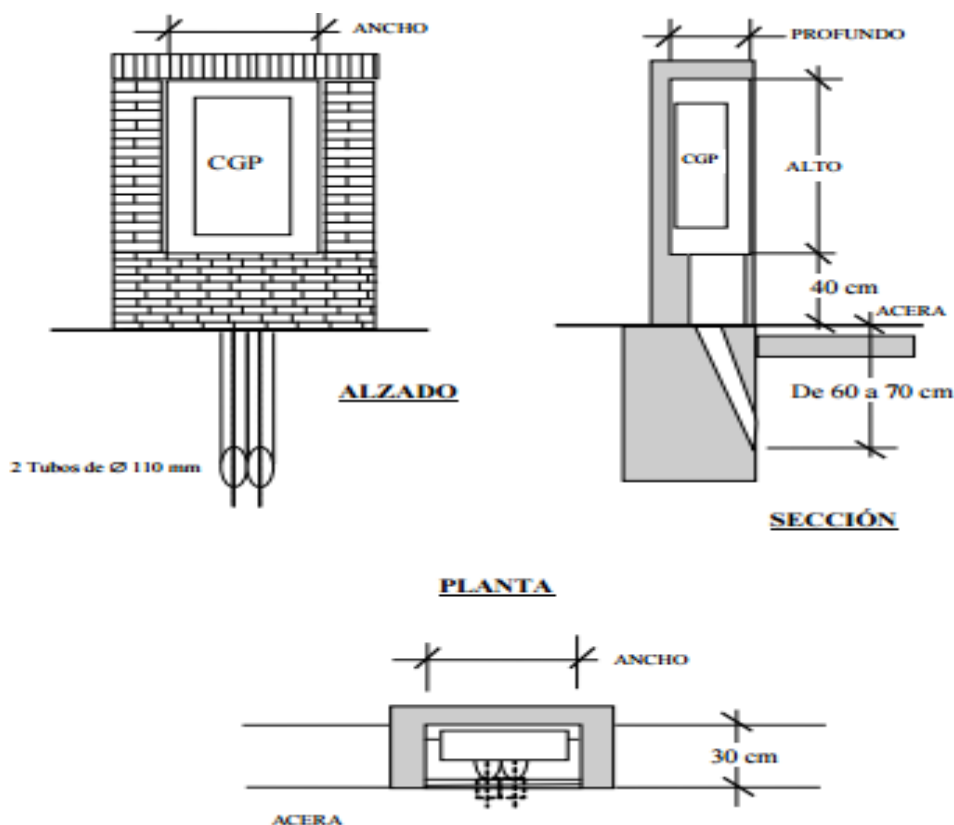
En el caso de nichos para dos cajas, si estas se instalasen verticalmente una con respecto a la otra, en vez de horizontalmente una al lado de la otra, las dimensiones mínimas indicadas para alto y ancho del nicho, se regirán por criterios equivalentes a los indicados anteriormente para dichas dimensiones.

A todos los efectos, para las dimensiones referidas a las cajas, se tendrán en cuenta las mayores dimensiones (alto, ancho y profundo), de cada caja, con la tapa instalada en la misma. Las dimensiones mínimas indicadas, habrán de ser respetadas.

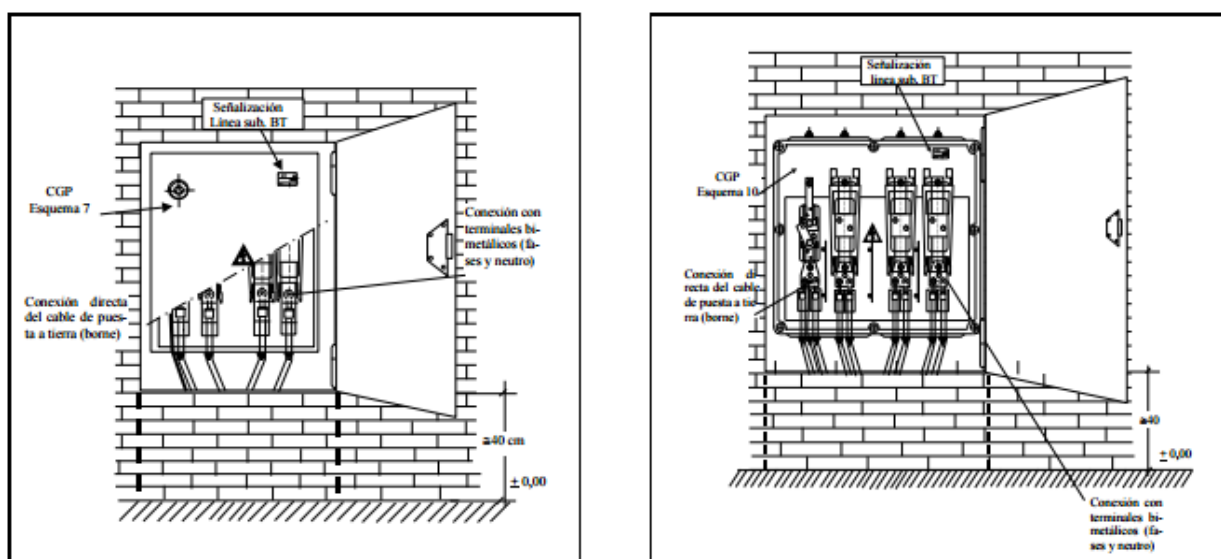
En cada caso, el instalador comprobará que se cumple siempre las dimensiones mínimas de alto, ancho y profundo, indicadas anteriormente. Las dimensiones del nicho deberán permitir la apertura de la puerta de la caja un ángulo superior a 130°, en caso contrario esta deberá ser desmontables.

Para entrada de las acometidas subterráneas, en cada hueco se destinarán dos orificios, como mínimo, para alojar los conductos que serán de las características establecidas por la ITC-BT-21 para canalizaciones empotradas.

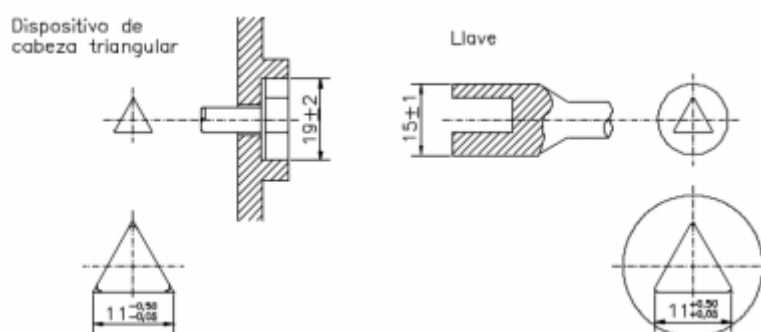
Estos conductos tendrán un diámetro mínimo nominal de 11 cm, colocado inclinados desde el fondo del nicho hasta la vía pública (nivel de la canalización subterránea), tal como se indica en la figura 1.



En la figura 2 se indica la disposición de las CGP dentro del hueco. Dichos conductos, una vez alojados los conductores, deberán sellarse en ambos extremos y en el caso de que no se usen en primera instancia, deberán ser taponados. Siempre que sea posible, se colocará un conducto de 110 mm de diámetro desde la parte superior del nicho al exterior a 2,5 m de altura como mínimo del suelo, con objeto de poder realizar alimentaciones provisionales en caso de averías de la red subterránea.



La(s) puerta(s) y el bastidor serán metálicos, protegidos contra la corrosión, o de materiales ignífugos que garanticen un grado de protección IK 10, según UNE-EN 50102. Se instalará una cerradura de tipo llave triangular, de 11 mm de lado, según se indica en la figura 3, o cerradura con bombillo, o bien candado, en todos los casos estarán normalizados por Iberdrola. Sus características serán las indicadas en la NI 16.20.01. La hoja irá revestida exteriormente de acuerdo con las características del entorno.



Las dimensiones de anchura y altura de las puertas serán iguales a la altura y anchura del nicho que cierran. El marco de la puerta estará dotado de agarres no separables del marco, que se instalarán empotrado en la obra. Las puertas llevarán incorporado un sistema que permita la ventilación natural del nicho, mediante un sistema que impida la entrada de agua y objetos.

La puerta metálica será de 2 mm de espesor, como mínimo, tratada mediante galvanizado. Llevará una imprimación para su posterior pintado, según las necesidades del entorno. Las bisagras no serán accesibles desde el exterior, con la puerta cerrada, y posibilitarán un ángulo de apertura superior a 120°.

Las puertas podrán ser desmontables desde su parte interior, cuando estén en posición de abiertas, si no fuera posible, el ángulo de apertura será de 180°, aproximadamente. El sentido de apertura de la puerta del nicho, y de la puerta de la caja, en caso de existir, tendrán el mismo sentido de giro.

El dispositivo de cierre, deberá soportar sin mantenimiento, un mínimo de 500 maniobras de cierre y apertura. Tendrá, al menos, tres puntos de fijación simultáneos; uno en el centro, otro en la parte superior y otro en la parte inferior. Por razones de seguridad, la puerta dispondrá de un mecanismo retenedor de puerta en posición de abierta, para evitar cierres fortuitos mientras se realizan trabajos.

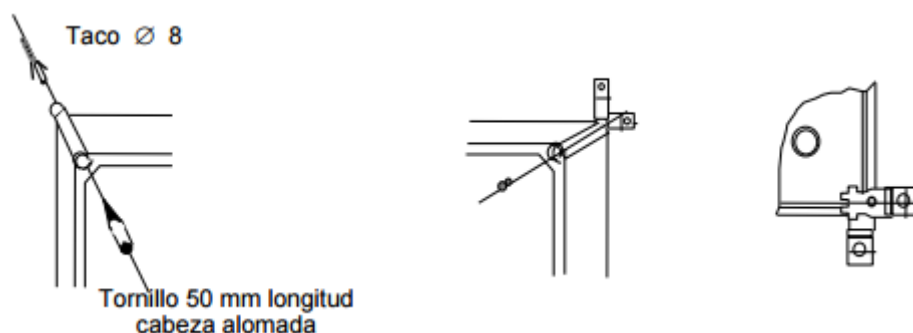
Por razones de impacto ambiental, además de las características anteriores, la terminación de las puertas y marcos, será la que sigue:

- Puerta y marco para terminación con pintura
- Puerta y marco para ser terminado con losa

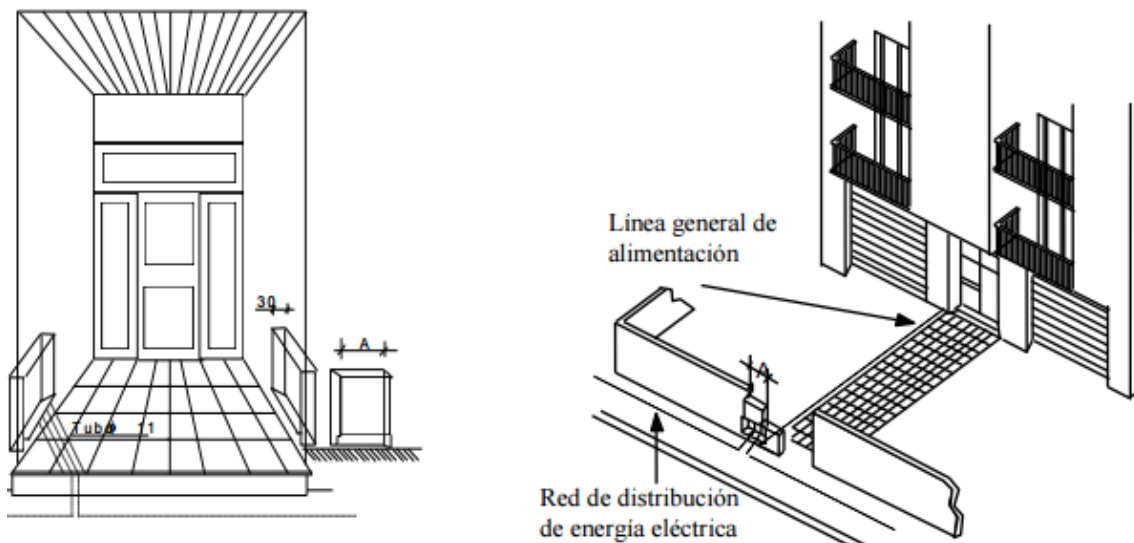
En todos los casos, en la parte frontal llevará un símbolo de riesgo eléctrico grabado o metálico, de forma no extraíble. Interiormente han de llevar la identificación del fabricante y su referencia.

6.2.3 Fijación de la CGP

La pared de fijación de la CGP tendrá una resistencia no inferior a la del tabicón del 9. La CGP se fijará sobre el paramento, como mínimo, por cuatro puntos mediante dispositivos roscados, recibidos en la obra de fábrica. En la figura 4 se indican, a título orientativo, distintos dispositivos de fijación. Una vez montada la CGP, en ningún caso perderá la condición de aislamiento total (doble aislamiento).



A continuación, mostramos ejemplos del montaje en pared y en valla:



6.3 LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN (LGA)

La línea general de alimentación, denominada también LGA, es la línea que une la Caja General de Protección con la Centralización de Contadores que alimenta. Está regulada por la Instrucción ITC-BT-014, Instalaciones de enlace, Línea general de alimentación.

La LGA puede estar constituida por los siguientes elementos:

- 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 protectores cuya tapa sólo se pueda abrir con ayuda de un útil.
- Conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica, proyectados y construidos al efecto.
- Canalizaciones eléctricas prefabricadas.

En nuestro caso, estará constituida por tres conductores de fase y un conductor de neutro de tensión asignada 0,6/1 KV, en el interior de tubos empotrados.. Serán de cobre, unipolares, con aislamiento seco extruido, no propagadores de incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los conductores estarán instalados en el interior de tubos de medidas que permitan alojar los conductores con comodidad.

La sección mínima es de 10 mm² en cobre o 16 mm² en aluminio.

Los tubos y canales, así como su instalación, cumplirán lo indicado en la ITC-BT-21, Instalaciones interiores o receptoras, Tubos y canales protectoras.

No obstante, el diámetro de los tubos, en función de la sección del cable a instalar será la que se indica en la Tabla 5 del ITC-BT-14 (LGA). Las dimensiones de otro tipo de canalizaciones deberán permitir un aumento de la sección de los conductores del 100%.

6.3.1 Instalación y cableado.

El trazado de la línea general de alimentación será, lo más corto y rectilíneo posible. Cuando la línea general de alimentación discurra verticalmente, (no es nuestro caso) lo hará por el interior de una canaladura o conducto de obra de fábrica empotrado o adosado al hueco de la escalera por locales de uso común, siempre y cuando la escalera o zona de uso común no estén protegidas conforme a lo establecido en la NBE-CPI-96. Se evitarán las curvas los cambios de dirección y la influencia térmica de otras canalizaciones del edificio. Las dimensiones mínimas del conducto serán de 30 por 30 cm.

Las uniones de los tubos rígidos serán roscadas o embutidas, de modo que no puedan separarse los extremos.

6.4 CONTADORES Y CENTRALIZACIÓN

6.4.1 Definición de centralización de contadores.

Es el conjunto de unidades funcionales destinadas a albergar básicamente el embarrado general, fusibles de seguridad, aparatos de medida, embarrado de protección, bornes de salida y puesta a tierra con punto registrable, y que normalmente se instalan sobre elementos modulares prefabricados y alimentados por una línea general de alimentación.

Los tipos normalizados y las características de la centralización de contadores (en adelante CC), serán las especificadas en las NI 42.71.01.

El cuarto o local dedicado para alojar la centralización de contadores de energía eléctrica del edificio no se podrá utilizar para otro fin. Queda regulado por la ITC-BT-16 del REBT y las especificaciones que en este apartado se indican.

Será muy importante repartir correctamente cada circuito con contador propio de forma equitativa entre las tres fases de la LGA trifásica, con el fin de evitar desequilibrios en la red, y hacer trabajar lo menos posible al neutro de línea trifásica abastecedora.

6.4.2 Emplazamiento del local.

El local para los contadores estará situado en la planta baja. La centralización de contadores siempre se hará de acuerdo con las normas particulares de la empresa distribuidora.

6.4.3 Características del local.

Será de fácil y libre acceso. No será húmedo, no permitiéndose en su interior la instalación de ningún tipo de conducción que pueda producir humedad, y estará suficientemente ventilado e iluminado.

Tendrá sumidero de desagüe, si la cota del suelo es igual o inferior a la de los pasillos y locales colindantes.

La puerta de acceso al local, de dimensiones normales (2.00x0.70m), abrirá hacia el exterior y su cierre estará normalizado por la compañía distribuidora. La puerta tendrá una resistencia al fuego correspondiente a lo establecido para puertas de locales de riesgo especial bajo en la norma NBE-CPI-96 y estará equipada con la cerradura que tenga normalizada la empresa distribuidora.

Sus medidas serán tales que permitan alojar las diversas centralizaciones de contadores.

Entre el módulo más saliente y la pared o módulos opuestos, deberá respetarse un pasillo de 1.1m.

Los contadores deberán colocarse de forma que se hallen a una altura mínima del suelo 0.50m y máxima de 1.80m.

La altura mínima libre del local será de 2.30m.

Los tramos de Derivación Individual que discurran por el interior de la CC estarán protegidos mediante tubo o canalización independiente para cada una de ellas.

En la centralización de contadores, se podrá habilitar opcionalmente el espacio para la unidad funcional de telecomunicaciones que contendrá el equipo correspondiente de comunicación y de adquisición de datos, así como el cuadro general de mando y protección de los servicios comunes del edificio, siempre que las dimensiones reglamentarias lo permitan. Por último y en caso de requerirse, se habilitará el espacio necesario para las unidades funcionales de medida y protección destinadas a la recarga del vehículo eléctrico (VE).

No estará próximo a locales que presenten riesgo de incendio o produzcan vapores corrosivos.

No será atravesado por otras conducciones que no sean eléctricas.

El grado de protección mínimo que deberá tener el conjunto será IP40; IK09, según UNE 20.324

Deberán permitir de forma directa la lectura de los contadores e interruptores horarios, así como la del resto de dispositivos de medida, cuando así sea preciso. Las partes transparentes que permiten la lectura directa, deberán ser resistentes a los rayos ultravioleta.

También se instalará en este local un interruptor para controlar el apagado del alumbrado de escalera, portal y zonas comunes.

El local cumplirá las condiciones de protección contra incendios que establece la NBE-CPI-96 para los locales de riesgo especial bajo. No servirá nunca de acceso a otros locales.

Dispondrá de ventilación e iluminación suficiente para comprobar el buen funcionamiento de todos los componentes de la concentración.

Dentro del local e inmediato a la entrada deberá instalarse un equipo autónomo de alumbrado de emergencia, de autonomía no inferior a 1 hora y que proporcione un nivel mínimo de iluminación de 5 lux.

En el exterior del local y lo más próximo a la puerta de entrada, deberá existir un extintor móvil, cuya instalación y mantenimiento será a cargo de la propiedad del edificio. Este local estará dedicado única y exclusivamente a este fin.

6.4.4 Composición de la centralización.

La centralización se compone, según la ITC-BT-016, Instalaciones de enlace, Contadores: Ubicación y sistemas de instalación; de 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. Se colocará un interruptor de corte omnipolar, de apertura en carga por accionamiento manual con bloqueo en posición abierto y que garantice que el neutro, debidamente identificado, sea cortado después que los otros polos en la apertura y conecte antes que los otros polos en el cierre. Se instalará en una envolvente de doble aislamiento independiente y entre la LGA y el embarrado general de la CC. Esta unidad funcional deberá cumplir lo establecido en la ITC-BT-16 del REBT.

Las envolventes de los equipos eléctricos constituyen preventiva y funcionalmente un elemento importante por cuanto deben garantizar una protección contra contactos eléctricos directos de las personas y, a su vez, una protección del propio equipo contra penetración de agentes

ambientales sólidos y líquidos (Código IP) y contra los impactos mecánicos externos (Código IK), evitando deterioros que puedan afectar a la seguridad de los usuarios o al funcionamiento y longevidad del aparato. Las Normas Técnicas (UNE - EN) existentes definen el grado de protección de las envolventes estimando los siguientes conceptos:

- Protección contra penetración de una parte del cuerpo humano o de un objeto cogido por una persona y, simultáneamente, contra la penetración de objetos sólidos extraños.
- Protección contra la penetración de agua.
- Protección contra los impactos mecánicos.

El interruptor será, como mínimo, de 160 A para previsiones de carga de hasta 90 kW y 250 A para previsiones de carga de hasta 150 kW. Si así lo requiere la situación de la instalación y de acuerdo a la ITC-BT-23 del REBT, en otro módulo independiente y lo más próximo posible a la unidad que contenga el interruptor de corte omnipolar, se podrá instalar una unidad de protección contra sobretensiones transitorias.

Esta unidad funcional estará constituida principalmente por, envolvente, barra de protección, dispositivo de protección contra sobretensiones transitorias (DPS), fusibles y cableado de interconexión.

Se conectará en el origen del embarrado general, inmediatamente a la salida del interruptor de corte omnipolar descrito anteriormente. El equipo se protegerá mediante fusibles de cuchilla de tamaño "00" de una $I_n \leq 125$ A clase gL/gG.

Las bases para fusibles será de tipo BUC de tamaño "00" según NI 76.01.02. El cable para la conexión de la protección será de 16 mm². La longitud de este cableado (por fase) hasta su toma de tierra (Figura 13), será lo más corto posible (longitud recomendada, hasta 0,5 m).

El uso de éste dispositivo de protección será de carácter obligatorio en el caso de instalaciones en edificios con sistemas de protección externa contra descargas atmosféricas o contra rayos tales como: Pararrayos, puntas Franklin, jaulas de Faraday, instalados en el mismo edificio o en un radio menor de 50 m.

Habrà un interruptor por cada LGA.

- Unidad funcional de embarrado y fusibles: En ella se descompone la línea repartidora en tantas líneas individuales como abonados existan) Tendrà que haber fusible de seguridad a la entrada de todas las fases. Estos fusibles de seguridad tienen que estar situados en el arranque de

cada uno de los contadores de fase, con capacidad de corte en función de la máxima corriente de cortocircuito que pueda presentar.

- Unidad funcional de medida: Aloja los contadores propiamente dichos.
- Unidad funcional de embarrado de protección y bornes de salida: De ella parten las derivaciones individuales y el conductor de protección incluido.
- Unidad funcional de mando (opcional): Contiene los dispositivos de mando para el cambio de tarifa de cada suministro.

En referente al grado de inflamabilidad, la concentración de contadores cumplirá con el ensayo del hilo incandescente descrito en la norma UNE-EN 60.695 -2-1, a una temperatura de 960°C para los materiales aislantes que estén en contacto con partes conductoras de corriente, y de 850°C para el resto de materiales, como envolventes y tapas.

Cuando existan envolventes estarán dotadas de dispositivos precintables que impidan toda manipulación interior. La propiedad del edificio o bien el usuario tendrá la responsabilidad del quebranto de los precintos que se coloquen, así como de la alteración de los elementos instalados que quedan bajo su custodia en sitio donde se encuentre la concentración de contadores.

Las concentraciones deben permitir instalar tantos elementos como proceda, necesarios para aplicar las disposiciones tarifarias vigentes, y permitir incorporar otros avances tecnológicos.

El cableado que hace la unión embarrado-contador-borne de salida podrá ir bajo tubo o conducto.

6.4.5 Fusibles de seguridad.

Cada derivación individual llevara asociado en su origen su propia protección compuesta por fusibles de seguridad, con independencia de las protecciones correspondientes a la instalación interior de cada suministro. Estos fusibles serán instalados antes del contador y se colocaran en cada uno de los hilos de fase o polares que van al mismo, tendrán la adecuada capacidad de corte en función de la máxima intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en ese punto y estarán precintados por la empresa distribuidora.

Los cables serán de una tensión asignada de 450/750V y los conductores de cobre, de clase 2 según norma UNE 21.022, con un aislamiento seco, extruido a base de mezclas termoestables o termoplásticas; y se identificarán según los colores prescritos en la ITC MIE-BT-26.

Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a la norma UNE

21.027 -9 (mezclas termoestables) o a la norma UNE 21.1002 (mezclas termoplásticas) cumplen con esta prescripción.

6.5 DERIVACIONES INDIVIDUALES

Son las líneas que enlazan el contador o contadores de cada abonado, con los dispositivos privados de mando y protección. Se inicia en el embarrado general y finaliza en los dispositivos generales de mando y protección. Comprende los elementos de protección y medida y los dispositivos generales de mando y protección.

Las derivaciones individuales podrán realizarse de las siguientes formas, recogidas en la ITC-BT-015, Instalaciones de enlace, Derivaciones individuales:

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

Se utilizarán conductores unipolares de cobre aislados, de tensión nominal no inferior a 450/750V (ES07Z1-K según UNE 211002). Serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Cuando sus trazados sean en horizontal, irán empotrados bajo tubo corrugado libre de halógenos.

Cuando discurran en trazados verticales, para abastecer los receptores de plantas superiores, discurrirán por un conducto de obra, previsto específicamente para instalaciones, con paredes de resistencia al fuego RF 120, que podrá ir empotrado al hueco de la escalera o zonas de uso común, salvo en recintos protegidos como establece la NBE-CPI-96, careciendo de curvas, cambios de dirección, cerrado convenientemente y precintable, y a su vez bajo tubo corrugado libre de halógenos.

Los tubos destinados a alojar las líneas de derivación individual, deberán tener un diámetro nominal que permita ampliar la sección de los conductores inicialmente instalados en un 100 %, y los diámetros exteriores nominales mínimos de los tubos en derivaciones individuales serán de 32 mm.

Los tubos y canales protectores serán siempre aislantes y aquellos que se instalen en superficie serán siempre rígidos. Todos cumplirán las exigencias establecidas en la ITC-BT-14 y en la ITC-BT-21 del REBT.

Cada derivación individual será independiente de las derivaciones correspondientes a otros usuarios.

En todas las plantas del edificio y en los cambios de dirección con conductos verticales dispondrán de tapas de registro precintables y con una altura mínima de 0,30 m y su anchura igual a la de la canaladura, situadas a 20 cm del techo. Además tendrán una resistencia al fuego mínima de R 30. Las tapas de registro no serán accesibles desde la escalera o zona de uso común, cuando éstos sean recintos protegidos según define la CTE-DB-SI.

Se dispondrán placas cortafuegos en cada planta, o cada tres plantas, según norma CTE-DB-SI.

Siempre que sea posible, las derivaciones individuales deberán discurrir por lugares de uso común.

En cualquier caso, se dispondrá de un tubo de reserva por cada diez derivaciones individuales, para poder atender fácilmente posibles ampliaciones.

Las uniones de los tubos rígidos serán roscadas o embutidas, de forma que no se puedan separar los extremos.

Las derivaciones individuales discurrirán por el interior de tubos independientes.

Las dimensiones mínimas del conducto de obra se ajustarán a lo establecido en la Tabla1 de la ITC-BT-15.

El número de conductores viene fijado por el número de fases necesarias para el funcionamiento de los receptores de la derivación correspondiente y según su potencia, llevando cada línea su correspondiente conductor neutro así como el conductor de protección. No se admite el uso de un neutro común, ni de un conductor de protección común, para diferentes suministros.

Los cables no presentarán empalmes y su sección será uniforme, exceptuándose en este caso las conexiones realizadas en la ubicación de los conductores y en los dispositivos de protección. Los conductores a utilizar serán de cobre, aislados y unipolares, de tensión asignada 450/750 V, y se seguirá el código de colores indicado en la ITC-BT-19.

Los cables y sistemas de conducción deben ser instalados de forma que no se reduzcan las características de la estructura del edificio en la seguridad contra

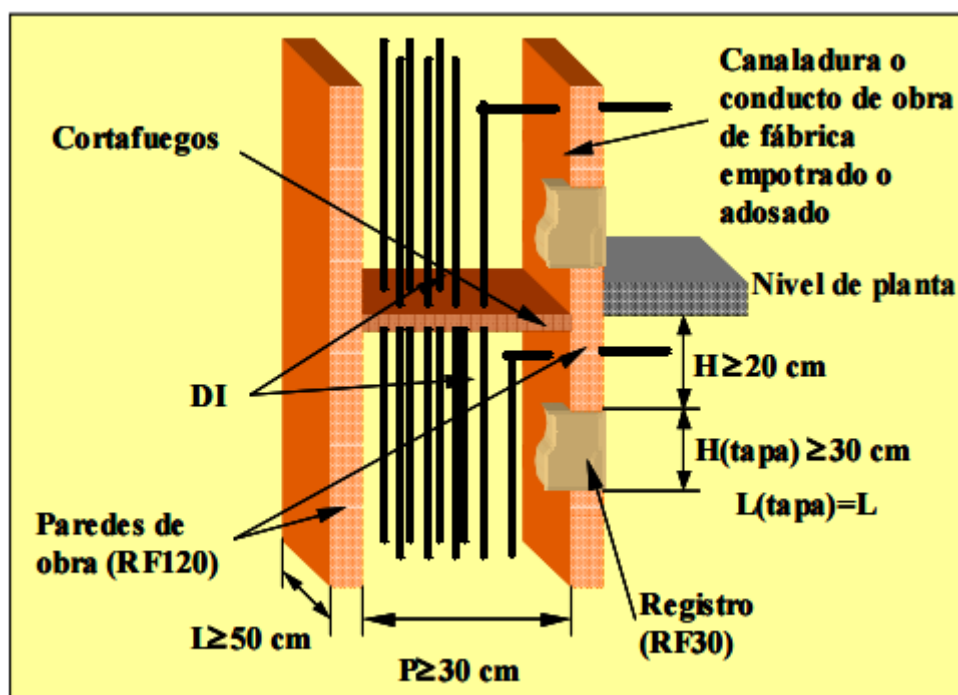
incendios, y serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida.

Para la señalización de la discriminación horaria se utilizará los mismos tipos de cables que para los conductores activos. No será necesario instalar el hilo de mando cuando la centralización esté prevista para instalar contadores con capacidad de discriminación horaria y telegestión.

No se admitirá el empleo común de conductor neutro o de protección para distintos usuarios.

La caída de tensión máxima permitida en cada derivación individual será del 1% por tratarse de contadores totalmente concentrados.

Cada derivación individual estará formada por el conductor fase, el conductor neutro y por el conductor de protección. El Reglamento de Baja Tensión nos proporciona una imagen a modo de ejemplo orientativo de la instalación de las derivaciones individuales:



Las características mínimas del conductor y del tubo utilizados serán:

- Conductor ES07Z1-K (AS): cable unipolar aislado de tensión asignada 450/750 V con conductor de cobre clase 5 (-K) y aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1).
- Tubo 2221: impacto media. Sólo se debe poder abrir con herramientas. IPX2 mínimo. Si transcurre por el interior de un conducto de obra debe ser de compresión ligera (2) e impacto ligera (2).

6.6 INSTALACIONES INTERIORES Y RECEPTORAS

6.6.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES QUE DEBE CUMPLIR LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

En esta sección se fijan las características que debe reunir la instalación eléctrica interior que nos ocupa, tanto en la calidad del material a emplear como en las prescripciones que habrá de tenerse en cuenta en el montaje.

6.6.1.1 Sistema de instalación.

Todo el trazado de los distintos circuitos, tanto principales como secundarios, así como derivaciones a los distintos mecanismos de las viviendas irán bajo tubo protector, empleándose distintos diámetros de acuerdo con la sección del circuito y número de conductores que se vayan a alojar en él.

6.6.1.2 Conductores.

Los conductores a emplear en la parte de la instalación en monofásica serán en todo momento de cobre, unipolares, del tipo Cu H07V-K, flexibles, no propagadores de la llama, no propagadores del incendio y baja emisión de halógenos, con un nivel de aislamiento de 750V, bajo tubo flexible corrugado.

Los empalmes se realizarán en cajas estancas, mediante regletas de conexión.

6.6.1.3 Nivel de aislamiento.

Los conductores utilizados en la parte monofásica de la instalación estarán aislados con Policloruro de Vinilo (PVC), siendo su nivel mínimo de aislamiento de 750V.

6.6.1.4 Mecanismos a emplear.

Todos los mecanismos a emplear serán de firmas acreditadas en el mercado. Las bases que se instalen en la cocina, baños, aseos y en las que se vayan a conectar aparatos electrodomésticos (lavadora, etc), irán equipados con contactos de puesta de tierra.

6.6.1.5 Reparto de puntos de luz y tomas de corriente en viviendas.

Esta sería la distribución estándar que recomienda el RBT (como mínimo), asignando el número de puntos de utilización en base a la superficie disponible.

- Acceso:
 - 1 Pulsador timbre
- Vestíbulo:

- Punto de luz + Interruptor 10A cada 10 m² o 2 para más de 10m²
- 1 Base 16A 2p+T cada 6m² (mínimo 3)
- Sala de estar:
 - Punto de luz + Interruptor 10A /10 m² o 2 para más de 10m²
 - 1 Base 16A 2p+T cada 6m² (mínimo 3).
 - Toma aire acondicionado/10m² o 2 para más de 10m²
- Cocina:
 - Punto de luz + Interruptor 10A cada 10 m² o 2 para más de 10m²
 - 2 Base 16A 2p+T extractor y frigorífico
 - 1 Base 25A 2p+T cocina y horno
 - 3 Base 16A 2p+T lavadora lavavajillas y termo
 - 3 Base 16A 2p+T encima del plano de trabajo
 - 1 Base 16A 2p+T secadora
- Dormitorio:
 - Punto de luz + Interruptor 10A o 2 para más de 10
 - 3 Base 16A 2p+T por cada 6m²
 - 1Toma aire acondicionado
- Baño:
 - 1 Punto de luz + Interruptor 10A
 - 1 Base 16A 2p+T

En el caso de nuestras viviendas tendremos:

- Acceso:
 - 1 Pulsador timbre
- Vestíbulo:
 - 1 Punto de luz + Interruptor 10A
 - 3 Base 16A 2p+T
- Sala de estar:
 - 1 Punto de luz + Interruptor
 - 3 Base 16A 2p+T
 - 1 Toma aire acondicionado
- Cocina:
 - 1 Punto de luz + Interruptor 10A
 - 2 Base 16A 2p+T extractor y frigorífico
 - 1 Base 25A 2p+T cocina y horno
 - 3 Base 16A 2p+T lavadora lavavajillas y termo
 - 3 Base 16A 2p+T encima del plano de trabajo
 - 1 Base 16A 2p+T secadora
- Dormitorio:
 - 1 Punto de luz + Interruptor 10A
 - 3 Base 16A 2p+T

- 1 Toma aire acondicionado
- Baño:
 - 1 Punto de luz + Interruptor 10A
 - 2 Base 16A 2p+T

En el caso de que se instale un interruptor diferencial por cada circuito o grupo de circuitos (es nuestro caso), se puede prescindir del interruptor diferencial general, siempre que queden protegidos todos los circuitos.

6.6.2 PROTECCION DE LA INSTALACIÓN

6.6.2.1 *Protección contra sobreintensidades.*

Todo circuito debe estar protegido contra las sobreintensidades que puedan preverse en el mismo. La interrupción del circuito cuando sea necesaria, debe realizarse en un tiempo conveniente, y estar dimensionada para las sobreintensidades previstas. Las sobreintensidades pueden estar motivadas por:

- Sobrecargas: La protección contra sobrecargas se consigue al limitar la corriente admisible de un conductor mediante el dispositivo de protección. Estará constituido por un interruptor automático de corte omnipolar con curva técnica de corte.
- Cortocircuitos: En el origen de los circuitos se colocará un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte se definirá de acuerdo a la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de conexión. Se recomienda proteger, tanto circuitos principales como derivados, frente a cortocircuitos, con el fin de garantizar la continuidad del servicio.

En instalaciones domésticas, se utilizan interruptores automáticos, ya que protegen simultáneamente ante sobrecargas y cortocircuitos.

6.6.2.2 *Protección contra sobretensiones.*

Una sobretensión se produce fundamentalmente, como consecuencia de descargas atmosféricas, conmutaciones en redes y defectos en las mismas. El nivel de sobretensión que puede aparecer es función de parámetros constructivos de la instalación. Se recomienda instalar protecciones contra sobretensiones en viviendas donde se instalen sistemas domóticos.

6.6.2.3 *Protección contra contactos directos e indirectos.*

Para un usuario, el contacto con una parte del circuito eléctrico energizada, puede derivar en graves consecuencias para su salud. Las medidas para prevenir estas situaciones se pueden dar en dos sentidos:

- Protección contra contactos directos: Consiste en tomar medidas destinadas a proteger a las personas contra los peligros que se derivan del contacto con la parte activa de los materiales eléctricos. Los métodos habituales son el aislamiento de las partes activas, la protección por medio de barreras o envolventes, protección por medio de obstáculos, protección por puesta fuera de alcance, y la protección por dispositivo de corriente diferencial, que siempre se utiliza como complemento de todas las anteriores.
- Protección contra contactos indirectos: Se consigue mediante el corte automático de la alimentación. Esta medida está destinada a evitar que una tensión de contacto de valor suficiente, no se mantenga el tiempo necesario para suponer un riesgo. Existirá una adecuada coordinación entre el esquema de puesta a tierra y las características de los dispositivos de protección.

6.6.3 DISPOSITIVOS PRIVADOS DE MANDO Y PROTECCIÓN.

El cuadro general de mando y protección en instalaciones interiores está regulado por la instrucción ITC-BT-017, Instalaciones de enlace. Dispositivos generales e individuales de mando y protección. Interruptor de control de potencia. En este cuadro es en el que alojan todos los dispositivos de seguridad, protección y distribución de la instalación interior de la vivienda.

El cuadro privado de mando y protección se colocará en el origen de la vivienda y lo más cerca posible del punto de alimentación, junto a la puerta de entrada. No podrá colocarse en dormitorios, baños, aseos, etc. 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 que los dispositivos de mando y protección.

Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE 20.451 y UNE-EN 60439 -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.

En este cuadro se instalará como mínimo:

- Un interruptor general automático, de corte omnipolar, que tenga accionamiento manual y dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos. Este interruptor es independiente del ICP.
- Un interruptor diferencial general, para protección de contactos indirectos.

- Varios PIA, Pequeños Interruptores Automáticos (magnetotérmicos), para proteger cada uno de los circuitos independientes contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Dispositivo de protección contra sobretensiones (necesario al disponer de un sistema de pararrayos).

Los pequeños interruptores automáticos que protegen contra sobrecargas y cortocircuitos los circuitos interiores tendrán que ser de corte omnipolar.

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. El tiempo de no-actuación del diferencial situado aguas arriba deberá ser superior al tiempo total de operación del diferencial situado aguas abajo. La intensidad diferencial-residual del diferencial situado aguas arriba deberá ser superior a la del diferencial situado aguas abajo. En viviendas los diferenciales instalados serán de tipo S.

En el sistema TT, el dispositivo de protección contra sobretensiones podrá instalarse tanto aguas arriba (entre el interruptor general y el propio diferencial) como aguas abajo del interruptor diferencial. En caso de estar aguas abajo del diferencial, este deberá ser selectivo S (o retardado).

Según la tarifa a aplicar, el cuadro deberá prever la instalación de los mecanismos de control necesarios por exigencia de la aplicación de esa tarifa.

La altura a la cual se situarán los dispositivos generales e individuales de mando y protección de los circuitos, medidas desde el nivel del suelo, estará comprendida entre 1,4 y 2 metros para viviendas. En locales comerciales, la altura mínima será de 1 metro 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 IP 30 según UNE 20.324 e IK07 según UNE-EN 50.102. Cuando los cuadros generales de mando y protección se suministren montados, serán conformes con la UNE-EN 60.439 -3.

6.6.4 Numero de circuitos

Como ya se ha expuesto anteriormente, el grado de electrificación de todas las viviendas es elevado. Para electrificación básica, se deben instalar 5 circuitos, que serían los siguientes:

- C₁ circuito de distribución interna, destinado a alimentar los puntos de iluminación.

- C₂ circuito de distribución interna, destinado a tomas de corriente de uso general y frigorífico.
- C₃ circuito de distribución interna, destinado a alimentar la cocina y horno.
- C₄ circuito de distribución interna, destinado a alimentar la lavadora, lavavajillas y termo eléctrico (estos circuitos pueden separarse en 3 circuitos diferentes).
- 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.

Según ITC-BT-25 “Número de circuitos y características”, cuando se trate de electrificación elevada, se añadirán los siguientes circuitos a la vivienda:

- C₆ Circuito adicional del tipo C₁, por cada 30 puntos de luz (en nuestro caso las viviendas no superan dicha cantidad de puntos de luz).
- 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 m² (en nuestro caso no es necesario al no sobrepasar el límite de 20 tomas, ni tampoco los 160 m² de superficie).
- C₈ Circuito de distribución interna, destinado a la instalación de calefacción eléctrica, cuando existe previsión de ésta (no es nuestro caso, ya que este método de calefacción es muy costoso económicamente para el usuario, y está previsto proporcionar calefacción con otro sistema de climatización).
- C₉ Circuito de distribución interna, destinado a la instalación aire acondicionado, cuando existe previsión de éste (en nuestro caso no es necesario ya que la climatización es centralizada).
- C₁₀ Circuito de distribución interna, destinado a la instalación de una secadora independiente.
- 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.

Por lo tanto, los cuadros de las viviendas constarán, según lo expuesto anteriormente, de los siguientes circuitos:

- C₁ Iluminación.

- C₂ Tomas de corriente y frigorífico.
- C₃ Cocina y horno.
- C_{4.1} Lavadora.
- C_{4.2} Lavavajillas.
- C_{4.3} Termo eléctrico.
- C₅ Tomas de corriente en aseos y bases auxiliares de cocina.
- C₆ Aire acondicionado
- C₇ Circuito de distribución interna, destinado a la instalación de una secadora independiente.
- C₈ 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.

Los separaremos en dos grupos, y cada grupo quedará protegido por un diferencial. Los circuitos comprendidos entre C1 y C5 pueden estar protegidos por el mismo diferencial.

6.7 SERVICIOS GENERALES

En el edificio habrá una parte de la instalación destinada a los servicios generales, con su propio contador. Los circuitos que se encontrarán en éstos serán los correspondientes a:

- Alumbrado de la escalera
- Alumbrado de emergencia
- Tomas de corriente de las zonas comunes
- Ascensor
- Garaje

Todos los circuitos estarán protegidos con sus correspondientes magnetotérmicos, según lo indicado en la memoria de cálculos.

6.7.1 Iluminación general.

La iluminación del edificio es un punto importante en la instalación eléctrica del edificio, por lo que es necesario buscar la correcta iluminación de las zonas de trabajo, bajo consumo de potencia, buen rendimiento, iluminación del edificio en caso de avería e iluminación de las señales de emergencia, para poder tener una iluminación adecuada a las actividades desarrolladas en las distintas dependencias de que consta el edificio.

A la hora de elegir las luminarias que iluminarán las viviendas, vestíbulo, escaleras, parking y trasteros, y que se deberán instalar en el edificio, se tienen que tener en cuenta que cumplan la normativa vigente y los siguientes conceptos:

- La iluminancia mínima requerida en cada zona tiene que ser cumplida por la que aporten nuestras luminarias escogidas y su correcta distribución, para una correcta iluminación de las zonas.
- Siempre se intentará que el coste de las luminarias, dentro de los requerimientos establecidos, sean las más económicas.
- Que tengan un rendimiento óptimo evitando así la generación de calor.
- Su fácil instalación y mantenimiento.

En cuanto a la iluminación y señalización luminosa de emergencia, que deberá cumplir lo establecido en la ITC-BT-28 del RBT Instalaciones en lugares de pública concurrencia, se situará en las zonas de paso y cerca de las salidas de emergencia, en las escaleras o mejor dicho en los rellanos de las mismas, cerca de los cuadros generales complementando así una distribución uniforme de las luces por todo el edificio.

Para realizar la iluminación general del edificio se diferencian unas zonas de otras, buscando así que las zonas donde se desarrollan actividades que necesiten una mejor iluminación, estén más iluminadas y las zonas donde no se necesite este grado de detalle esté menos iluminado. Para saber cuánto hay que iluminar una zona según la actividad a realizar en ella se puede observar la siguiente tabla, donde se muestra la iluminancia media en servicio (en luxes) recomendada:

Áreas y clases de local	Mínimo (LUX)	Óptimo (LUX)	Máximo (LUX)
Viviendas			
Dormitorios	100	150	200
Cuartos de aseo	100	150	200
Cuartos de estar	200	300	500
Cocinas	100	150	200
Cuartos de trabajo o estudio	300	500	750
Zonas generales de edificios			
Zonas de circulación y pasillos	50	100	150
Escaleras, roperos, lavabos, almacenes y archivos	100	150	200

Nosotros tomaremos el nivel que nos indican denominado como “óptimo” y siempre asegurándonos, cuando no sea posible cumplir con el nivel óptimo, el no quedarnos ni por encima ni por debajo de los límites que marca la norma.

La iluminación de zonas comunes ha sido calculada manualmente por el método de los lúmenes, tal y como se muestra en la sección “Cálculos”

6.7.2 Iluminación de Emergencia

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.

El CTE (Código Técnico de la Edificación) establece en su documento básico DB-SUA Seguridad de utilización lo siguiente: “Los edificios dispondrán de un alumbrado de emergencia que, en caso de fallo del alumbrado normal, suministre la iluminación necesaria para facilitar la visibilidad a los usuarios de manera que puedan abandonar el edificio, evite las situaciones de pánico y permita la visión de las señales indicativas de las salidas y la situación de los equipos y medios de protección existentes”.

La alimentación del alumbrado de emergencia será automática con corte breve. Hay dos tipos de alumbrado de emergencia:

- **Alumbrado de seguridad:** Es el alumbrado de emergencia previsto para garantizar la seguridad de las personas que evacuen 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. A su vez se divide en:

- *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 antipánico*: 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.

- *Alumbrado de zonas de alto riesgo*: Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar la seguridad de las personas ocupadas en actividades potencialmente peligrosas o que trabajan en un entorno peligroso. Permite la interrupción de los trabajos con seguridad para el operador y para los otros ocupantes del local.

El alumbrado de las zonas de alto riesgo debe proporcionar una iluminancia mínima de 15 lux o el 10% de la iluminancia normal, tomando siempre el mayor de los valores.

La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en todo el espacio considerado será menor de 10.

El alumbrado de las zonas de alto riesgo deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo el tiempo necesario para abandonar la actividad o zona de alto riesgo.

- **Alumbrado de reemplazamiento**: Parte del alumbrado de emergencia que permite la continuidad de las actividades normales (este tipo de iluminación de emergencia por lo general no es habitual en vivienda).

Lugares donde debe instalarse alumbrado de seguridad:

- En todos los recintos cuya ocupación sea mayor de 100 personas
- Los recorridos generales de evacuación de zonas destinadas a usos residencial u hospitalario y los de zonas destinadas a cualquier otro uso que estén previstos para la evacuación de más de 100 personas
- En los aseos generales de planta en edificios de acceso público
- En los estacionamientos cerrados y cubiertos para más de 5 vehículos, incluidos los pasillos y las escaleras que conduzcan desde aquellos hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio
- 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
- Cerca de las escaleras, de manera que cada tramo de escaleras reciba una iluminación directa
- Cerca de cada cambio de nivel
- Cerca de cada puesto de primeros auxilios
- Cerca 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

Por otro lado el CTE establece en su documento básico DB-SUA Seguridad de utilización algunas prescripciones adicionales. Con el fin de proporcionar una iluminación adecuada las luminarias cumplirán las siguientes condiciones:

- Se situarán al menos a 2 m por encima del nivel del suelo;
- Se dispondrá una en cada puerta de salida y en posiciones en las que sea necesario destacar un peligro potencial o el emplazamiento de un equipo de seguridad.

- Como mínimo se dispondrán en los siguientes puntos:
 - En las puertas existentes en los recorridos de evacuación;
 - En las escaleras, de modo que cada tramo de escaleras reciba iluminación directa;
 - En cualquier otro cambio de nivel;
 - En los cambios de dirección y en las intersecciones de pasillos;

La instalación será fija, estará provista de fuente propia de energía y debe entrar automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo de alimentación en la instalación de alumbrado normal en las zonas cubiertas por el alumbrado de emergencia. Se considera como fallo de alimentación el descenso de la tensión de alimentación por debajo del 70% de su valor nominal.

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

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

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

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

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

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

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

Respecto a la iluminación de señales de seguridad, el CTE establece también ciertas premisas. La iluminación de las señales de evacuación indicativas de las salidas y de las señales indicativas de los medios manuales de protección

contra incendios y de los de primeros auxilios, deben cumplir los siguientes requisitos:

- La *luminancia* de cualquier área de color de seguridad de la señal debe ser al menos de 2 cd/m² en todas las direcciones de visión importantes
- La relación de la *luminancia* máxima a la mínima dentro del color blanco o de seguridad no debe ser mayor de 10:1, debiéndose evitar variaciones importantes entre puntos adyacentes
- La relación entre la *luminancia* L_{blanca}, y la *luminancia* L_{color} >10, no será menor que 5:1 ni mayor que 15:1
- Las señales de seguridad deben estar iluminadas al menos al 50% de la *iluminancia* requerida, al cabo de 5 s, y al 100% al cabo de 60 s.

Por último, en el apartado 3.3.1 de la ITC-BT-28 se dice. “Solo se instalará alumbrado de seguridad para zonas de alto riesgo en las zonas que así lo requieran. También será necesario instalar alumbrado de evacuación, aunque no sea un local de pública concurrencia, en todas las escaleras de incendios, en particular toda escalera de evacuación de edificios para uso de viviendas excepto las unifamiliares”.

Por tanto en principio sólo debería instalarse alumbrado de evacuación. No obstante, las luminarias de emergencias en el interior de compartimentos singulares en el edificio como cuartos de contadores, cuartos de basuras, etc se considerarán como alumbrado de emergencia antipánico, ya que tal como se ha dicho anteriormente, “el alumbrado antipánico permite **la identificación y acceso** a las rutas de evacuación”.

Su funcionamiento tendrá que ser continuo las 24 horas del día. Conociendo todo esto se tendrá que escoger un sistema de alimentación que lo cumpla y que sea más adecuado a las condiciones establecidas según los posibles casos de emergencia a prever.

Dichas luminarias cumplirán en todo caso lo establecido el apartado 3 “Alumbrado de emergencia” de la ITC-BT-28 Instalaciones en lugares de pública concurrencia.

La iluminación de emergencia del edificio, a diferencia de la iluminación convencional, ha sido diseñada con software, ya que aquí se exigen unos niveles mínimos de iluminación muy concretos, que es importante cumplir.

Concretamente se ha diseñado la iluminación de emergencia de garaje, planta baja, primera y segunda. El software usado ha sido el programa DAISA. Se adjuntan los cálculos y diseños realizados en los anexos que acompañan esta memoria.

6.7.3 Elección de las luminarias y su emplazamiento

Las luminarias elegidas se han elegido buscando siempre la opción más económica sin perder en calidades y en durabilidad.

Su emplazamiento se ha elegido buscando la máxima efectividad y cumpliendo los niveles mínimos exigidos con el menor número de luminarias posible.

Todas las marcas podrán ser cambiadas antes de empezar a realizarse los trabajos, aportando las fichas técnicas correspondientes y consultando previamente con DF.

6.7.4 Ascensor

Para la previsión del ascensor, se ha elegido un tipo de aparato elevador ITA-2, para una carga de personas de 400 Kg, previsto para 5 personas como máximo, para una velocidad de 1 m/s, y una previsión de potencia de 7,5 KW.

6.7.5 Otros

Dentro de los servicios generales también se ha previsto la instalación de un RITI-RITS, contadores de agua, videoportero, y un grupo presión para el abastecimiento de agua a las viviendas.

6.8 Garaje

6.8.1 Introducción

El edificio dispone de 3 plantas sobre rasante y una cubierta, por otro lado cuenta con una planta bajo rasante, que es donde se emplaza el garaje objeto de este apartado.

Será un garaje de 26 plazas, con un pequeño trastero de 6m² para cada plaza. El sistema de ventilación será ventilación forzada, al estar el garaje bajo rasante, y al no disponer de una ventilación natural suficiente para garantizar la salubridad.

El cuadro de superficies para el garaje es el siguiente:

Planta	Superficie útil
Sótano	607,5 m ²
Escaleras	8 m ²
Rampa	73,3 m ²

Trasteros y otros usos	156 m2
TOTAL (útil)	844,8 m2

6.8.2 Normativa vigente

- Documento Básico SI Seguridad en caso de incendio. Y su revisión de febrero de 2010.
- Documento Básico HS Salubridad “Higiene Salud y Protección del medio ambiente” Y su revisión de febrero de 2010.
- Documento Básico DB-HR Protección frente al ruido (RD 1371/2007)
- Orden 1369/2006, de 26 de abril, de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, por la que se aprueban los criterios para obtener la consideración de Vivienda con Protección Pública de carácter sostenible.
- Ordenanzas Municipales en materia de Incendios, Ruidos y Protección del Medio Ambiente.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

La ventilación, a disponer en local destinado a Guardería de Vehículos, está basada **REAL DECRETO 314/2006**, de 17 de marzo, por el que se aprueba el **Código Técnico de la Edificación**, por el que se aprueba el **Documento Básico HS Salubridad “Higiene Salud y Protección del medio ambiente”** y su modificación del 2010. Calidad de aire interior.

Por lo tanto se considerará un caudal mínimo exigido para los trasteros y sus zonas comunes 0,7 l/s por cada m² y para la zona de garajes 120 l/s por plaza para la impulsión y de 150 l/s por plaza para la extracción. Los cálculos justificativos se pueden consultar en el apartado “Cálculos”.

6.8.3 Control del humo de incendio

Para el control del humo de incendio se instalarán dos extractores, situados en el propio Garaje, conectados a una red de conductos que dispone de rejillas de extracción, tal y como se indica en el plano de ventilación. Permitiendo la VENTILACIÓN del sótano, según los planos adjuntos.

6.8.4 Extractores y red de conductos

Todos los extractores estarán instalados en una red de conductos de chapa de acero galvanizado con salida al exterior, mediante conducto según se indica en los planos.

Las rejillas de extracción dispondrán de lamas fijas de 45° orientadas hacia arriba.

Para evitar que el aire retorne al garaje a través de los extractores que en un momento determinado no funcionen, se les instalará en la una compuerta de sobrepresión.

Los extractores se pondrán en servicio de forma automática mediante una señal enviada por la central de detección de CO. También se instalará un sistema manual y un reloj para programar dicha puesta en marcha.

➤ Características de los extractores:

- Ventilador centrífugo.
- Homologado para transportar aire 400° C/2h.
- Insonorización mediante envolvente de chapa galvanizada.
- Transmisión por correa.
- Bancada para motor en el interior de la caja acústica.
- Amortiguador por SINEMBLOK.
- Puerta de registro de la caja.
- Instalación en la interior e inmersos en la zona de riesgo..

➤ Características de los conductos:

- Serán de chapa de acero galvanizado.
- **Conductos clasificados E₃₀₀ 60** y se adaptará lo especificado en las Normas 23586:2.004 y En- 12101-6:2.005 para todo lo referente a dimensiones normalizadas, espesores tipos, uniones, refuerzos y soportes.

➤ Características de las rejillas de extracción:

- Dispondrán de aletas fijas horizontales de 45° y móviles verticales de regulación de las secciones indicadas en los planos.
- Serán fabricadas en aluminio tanto el bastidor como las aletas.
- Llevarán incorporadas juntas de estanqueidad en espuma polimerizada en todo su perímetro.
- La compuerta de regulación estará construida en chapa de acero galvanizado.

Todos los productos de chapa metálica se arriostrarán y reforzarán adecuadamente con angulares de acero galvanizados u otros medios estructurales según UNE 100.101, UNE 100.1002, UNE 100.103.

Todos los conductos mayores de 30cm, en cualquier dimensión llevarán matrizados unas diagonales de refuerzo para evitar vibraciones.

Para la obtención de la estanqueidad en los conductos es necesario sellar las uniones transversales.

El tipo de unión longitudinal será Pittsburg (UL.1) que será interior cuando lleve esfuerzo transversal.

Los espesores de las chapas dependerán de la longitud del lado mayor del rectángulo del conducto y según se especifica:

Lado mayor hasta 45cm	Espesor=0,6mm
Lado mayor de 46 a 75cm	Espesor=0,8mm
Lado mayor de 76 a 100cm	Espesor=1mm
Lado mayor de 100cm en adelante	Espesor=1,2mm

El tipo de conexión de unión transversal será la siguiente:

- Lado mayor hasta 450mm, engatillado a doble "S" ribeteada o vaina deslizante a 2,40m entre centros y sin arriostramiento.
- Lado mayor entre 450mm y 750mm engatillado "S" ribeteada o vaina deslizante a 2,40m entre centros y con esfuerzos transversales.
- Lado mayor entre 750mm, o superior engatillado a doble "S" de 25mm, a 2,40 entre centros con arriostramiento mediante angulares de 25x25x3mm, a 1,20m de la unión.

Dimensiones de los tirantes verticales de varilla:

Lado mayor hasta 600mm	varilla=6mm
Lado mayor de 600 a 800mm	varilla=8mm
Lado mayor de 800 a 1200mm	varilla=8mm
Lado mayor de 1200mm en adelante	varilla=10mm

Distancia entre soportes:

Lado mayor hasta 400mm	3,5 metros
Lado mayor de 400 a 1000mm	3 metros
Lado mayor de 1000 a 1300mm	2,4 metros
Lado mayor de 1300mm en adelante	1,5 metros

En los cambios de sección se empleará un ángulo máximo de 20° medido con referencia al eje longitudinal del conducto.

El radio de curvatura a emplear en los codos será como mínimo igual al lado mayor del conducto. Este radio se medirá con referencia al eje del conducto.

El garaje aparcamiento que nos ocupa está formado por una planta bajo rasante que forma un sector único de incendios.

Se instalarán rejillas de extracción uniformemente repartidas de forma que ningún punto del local esté a más de 25m de una de ellas.

Las rejillas se unirán mediante conductos que desembarcarán en extractores centrífugos. De los extractores partirán otros productos hasta la chimenea de evacuación.

6.8.5 Detección de CO

El acondicionamiento de los extractores se realizará de forma manual o automática, mediante la disposición de una Instalación de Detección de Monóxido de Carbono (CO).

La instalación constará de los siguientes elementos:

- Central automática de Detección.
- Detectores de Monóxido de Carbono.

Los detectores situados en las zonas más propicias actuarán cuando la concentración CO, sobrepase los 100 p.p.m (50 si se tratase de un garaje con empleados en su interior), teniendo una densidad de aplicación de 1 unidad por cada 200m². Por lo que en nuestro caso tendremos 4 detectores de CO.

La Central de Detección actúa cuando así lo determina el detector sobre el sistema de ventilación señalado de forma visual y de alarma acústica, la situación de concentración sobre el trazado realizado.

Para el control de la ventilación se instalarán interruptores que pondrán en marcha o paro todos los equipos de extracción e impulsión. Por tanto, en la zona de acceso se instalará un interruptor. Este dispondrá de las posiciones “desconectado”, “marcha”, y “automático” para disponer del control de los equipos de ventilación parte de los servicios de extinción de incendios en caso necesario.

6.8.6 Instalación eléctrica

La línea que alimenta la parte de la instalación de garaje se ha dimensionado según la potencia estimada y sus parámetros se muestran a continuación:

Tensión (V)	Potencia (W)	U(%)	Longitud	cos(φ)	S(mm ²)
400	18,52	3	25	0,85	6

La instalación eléctrica del garaje se ha dividido en 10 circuitos agrupados en 3 ramas. La primera rama consta de los circuitos Alumbrado pulsador 1, Alumbrado pulsador 2, Alumbrado permanente y Emergencias.

La segunda rama está formada por Motor puerta, Motor admisión, Motor extracción 1 y Motor extracción 2. La tercera rama está reservada para dos estaciones de recarga de vehículos eléctricos.

Cada circuito se ha dimensionado en función de sus parámetros y se protege con un interruptor magnetotérmico. Cada rama se protege con un diferencial.

Para el cálculo de la sección en las líneas con motores se ha tenido en cuenta lo que especifica la ITC-BT-47, Instalaciones de receptores. Motores. La línea debe dimensionarse para el 125% de la corriente de utilización a plena carga del motor. Además, debemos tener en cuenta la corriente de arranque que puede generar el motor para dimensionar las protecciones consecuentemente ya que se pueden registrar corrientes transitorias muy superiores a las de utilización.

6.8.6.1 Estación de recarga de vehículos

Se instalarán dos puntos de recarga en el garaje. Esta instalación está regulada por la ITC-BT-52 “Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos”, por lo que se cumplirá todo lo expuesto en ella.

Existen diferentes tipos de recarga:

Modo de carga 1: Conexión del vehículo eléctrico a la red de alimentación de corriente alterna mediante tomas de corriente normalizadas, con una intensidad no superior a los 16A y tensión asignada en el lado de la alimentación no superior a 250 V de corriente alterna en monofásico o 480 V de corriente alterna en trifásico y utilizando los conductores activos y de protección.

Modo de carga 2: Conexión del vehículo eléctrico a la red de alimentación de corriente alterna no excediendo de 32A y 250 V en corriente alterna monofásica o 480 V en trifásico, utilizando tomas de corriente normalizadas monofásicas o trifásicas y usando los conductores activos y de protección junto con una función de control piloto y un sistema de protección para las personas, contra el choque eléctrico (dispositivo de corriente diferencial), entre el vehículo eléctrico y la clavija o como parte de la caja de control situada en el cable.

Modo de carga 3: Conexión directa del vehículo eléctrico a la red de alimentación de corriente alterna usando un SAVE, dónde la función de control piloto se amplía al sistema de control del SAVE, estando éste conectado permanentemente a la instalación de alimentación fija.

Modo de carga 4: Conexión indirecta del vehículo eléctrico a la red de alimentación de corriente alterna usando un SAVE que incorpora un cargador externo en que la función de control piloto se extiende al equipo conectado permanentemente a la instalación de alimentación fija.

* Punto de recarga tipo SAVE: Sistema de alimentación específico del vehículo eléctrico.

En nuestro caso el modo de recarga elegido será el modo de carga 2.

Las instalaciones eléctricas para la recarga de vehículos eléctricos ubicadas en aparcamientos o estacionamientos colectivos en edificios o conjuntos inmobiliarios en régimen de propiedad horizontal seguirán cualquiera de los esquemas descritos anteriormente.

En un mismo edificio se podrán utilizar esquemas distintos siempre que se cumplan todos los requisitos establecidos en esta (ITC) BT-52. El tipo de esquema de conexión elegido, de entre todos los posibles que recoge la ITC-BT-52, será el siguiente:

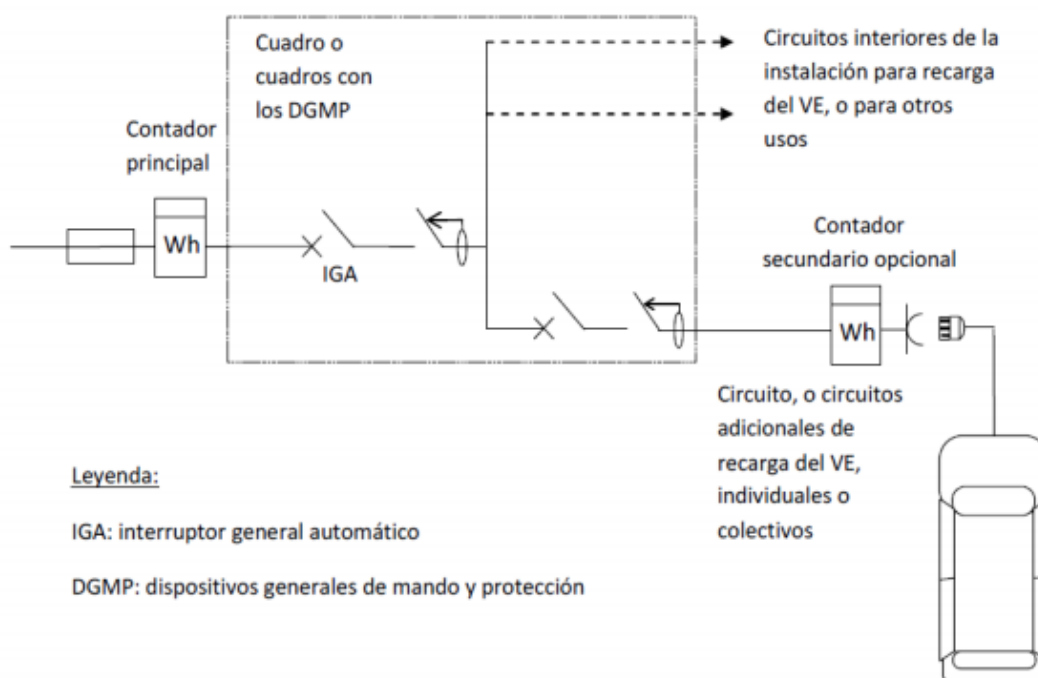


Figura 12. Esquema 4b: instalación con circuito o circuitos adicionales para la recarga del VEHÍCULO ELÉCTRICO.

Según la ITC-BT-52: “El esquema 4b se utilizará cuando la alimentación de las estaciones de recarga se proyecte como parte integrante o ampliación de la instalación eléctrica que atiende a los servicios generales de los garajes. Tanto en instalaciones existentes como en instalaciones nuevas, y con objeto de facilitar la utilización del esquema eléctrico seleccionado, los cuadros con las protecciones generales se podrán ubicar en los cuartos habilitados para ello o en zonas comunes.”

Cada circuito será protegido por un interruptor magnetotérmico, y la rama que agrupa a ambos se protegerá con un diferencial.

Las instalaciones en edificios o conjuntos inmobiliarios de nueva construcción se equiparán como mínimo con una preinstalación eléctrica para la recarga de vehículo eléctrico, de forma que se facilite la utilización posterior de cualquiera de los posibles esquemas de instalación. Para ello se preverán los siguientes elementos:

- Instalación de sistemas de conducción de cables desde la centralización de contadores y por las vías principales del aparcamiento o estacionamiento con objeto de poder alimentar posteriormente las estaciones de recarga que se puedan ubicar en las plazas individuales del aparcamiento o estacionamiento, mediante derivaciones del sistema de conducción de cables de longitud inferior a 20 m. Los sistemas de conducción de cables se dimensionarán de forma que permitan la alimentación de al menos el 15% de las plazas mediante cualquiera de los esquemas posibles de instalación.
- La centralización de contadores se dimensionará de acuerdo al esquema eléctrico escogido para la recarga del vehículo eléctrico y según lo establecido en la (ITC) BT-16. Se instalará como mínimo un módulo de reserva para ubicar un contador principal, y se reservará espacio para los dispositivos de protección contra sobrecargas asociados al contador, bien sea con fusibles o con interruptor automático.

Por tanto se realizará una preinstalación con sistemas de conducción de cables de longitud, de tamaño suficiente para abastecer a 4 plazas más (15% de 26 plazas) y se reservarán los espacios convenientes en la centralización de contadores.

Para la previsión de cargas se ha tenido en cuenta la siguiente tabla:

Tabla 2. Potencias instaladas normalizadas de los circuitos de recarga colectivos destinados a alimentar estaciones de recarga

U_{nominal}	Interruptor automático de protección en origen circuito recarga	Potencia instalada	N.º máximo de estaciones de recarga por circuito
230/400 V	16 A	11.085 W	3
230/400 V	32 A	22.170 W	6
230/400 V	50 A	34.641 W	9
230/400 V	63 A	43.647 W	12

El sistema de iluminación en la zona donde esté prevista la realización de la recarga garantizará que durante las operaciones y maniobras necesarias para el inicio y terminación de la recarga exista un nivel de iluminancia horizontal

mínima a nivel de suelo de 20 lux para estaciones de recarga de exterior y de 50 lux para estaciones de recarga de interior.

La caída de tensión máxima admisible en cualquier circuito desde su origen hasta el punto de recarga no será superior al 5%. Los conductores utilizados serán generalmente de cobre y su sección no será inferior a 2,5 mm², aunque podrán ser de aluminio en instalaciones distintas de las viviendas o aparcamientos colectivos en edificios de viviendas, en cuyo caso la sección mínima será de 4 mm². Siempre que se utilicen conductores de aluminio, sus conexiones deberán realizarse utilizando las técnicas apropiadas que eviten el deterioro del conductor debido a la aparición de potenciales peligrosos, originados por pares galvánicos entre metales distintos.

El circuito que alimenta el punto de recarga debe ser un circuito dedicado y no debe usarse para alimentar ningún otro equipo eléctrico salvo los consumos auxiliares relacionados con el propio sistema de recarga, entre los que se puede incluir la iluminación de la estación de recarga.

La instalación fija para la recarga del vehículo eléctrico deberá contar con las bases de toma de corriente que corresponda según el modo de carga y ubicación de la estación de recarga conforme al apartado 5.4, de forma que se evite la utilización de prolongadores o adaptadores por parte de los usuarios de los servicios de recarga.

La tensión nominal de las instalaciones eléctricas para la recarga de vehículos eléctricos alimentadas desde la red de distribución será de 230/400 V en corriente alterna para los modos de carga 1, 2 y 3. Cuando se requiera instalar una estación de recarga con alimentación trifásica, y la tensión de alimentación existente sea de 127/220 V, se procederá a su conversión a trifásica 230/400 V.

El punto de conexión deberá situarse junto a la plaza a alimentar, e instalarse de forma fija en una envolvente. La altura mínima de instalación de las tomas de corriente y conectores será de 0,6 m sobre el nivel del suelo. Si la estación de recarga está prevista para uso público la altura máxima será de 1,2 m y en las plazas destinadas a personas con movilidad reducida, entre los 0,7 y 1,2 m.

Para garantizar la interconectividad del vehículo eléctrico a los puntos de recarga, para potencias mayores de 3,7 kW y menores o iguales de 22 kW los puntos de recarga de corriente alterna estarán equipados al menos con bases o conectores del tipo 2.

Para potencias mayores de 22 kW los puntos de recarga de corriente alterna estarán equipados al menos con conectores del tipo 2. En modo de carga 4 los puntos de recarga de corriente continua estarán equipados al menos con conectores del tipo combo 2, de conformidad con la norma EN 62196-3.

En el caso de estaciones de recarga monofásicas de corriente alterna potencia menor o igual de 3,7 kW instaladas en viviendas unifamiliares o en aparcamientos para edificios de viviendas en régimen de propiedad horizontal el punto de recarga de corriente alterna podrá estar equipado con cualquiera de las bases de toma de corriente o conectores indicados en la tabla 3.

En modos de carga 3 y 4 las bases y conectores siempre deben estar incorporadas en un SAVE o en un sistema equivalente que haga las funciones del SAVE. Según el modo de carga (1, 2 o 3) las bases de toma de corriente o conectores instalados en cada estación de recarga y sus protecciones deberán ser conformes a alguna de las opciones de la tabla 3, en función de la ubicación de la estación de recarga, y de que la alimentación sea monofásica o trifásica.

Las medidas generales para la protección contra los contactos directos e indirectos serán las indicadas en la (ITC) BT-24 teniendo en cuenta lo indicado a continuación. El circuito para la alimentación de las estaciones de recarga de vehículos eléctricos deberá disponer siempre de conductor de protección, y la instalación general deberá disponer de toma de tierra.

En este tipo de instalaciones se admitirán exclusivamente las medidas establecidas en la (ITC) BT-24 contra contactos directos según los apartados 3.1, protección por aislamiento de las partes activas, o 3.2, protección por medio de barreras o envolventes, así como las medidas protectoras contra contactos indirectos según los apartados 4.1, protección por corte automático de la alimentación, 4.2, protección por empleo de equipos de la clase II o por aislamiento equivalente, o 4.5, protección por separación eléctrica.

Cualquiera que sea el esquema utilizado, la protección de las instalaciones de los equipos eléctricos debe asegurarse mediante dispositivos de protección diferencial. Cada punto de conexión deberá protegerse individualmente mediante un dispositivo de protección diferencial de corriente diferencial-residual asignada máxima de 30 mA, que podrá formar parte de la instalación fija o estar dentro del SAVE.

Con objeto de garantizar la selectividad la protección diferencial instalada en el origen del circuito de recarga colectivo será selectiva o retardada con la instalada aguas abajo. Los dispositivos de protección diferencial serán de clase A.

Los circuitos de recarga, hasta el punto de conexión, deberán protegerse contra sobrecargas y cortocircuitos con dispositivos de corte omnipolar, curva C, dimensionados de acuerdo con los requisitos de la (ITC) BT-22. Cada punto de conexión deberá protegerse individualmente. Esta protección podrá formar parte de la instalación fija o estar dentro del SAVE.

En instalaciones previstas para modo de carga 1 o 2 en las que el punto de recarga esté constituido por tomas de corriente conformes con la norma UNE

20315, el interruptor automático que protege cada toma deberá tener una intensidad asignada máxima de 10 A, aunque se podrá utilizar una intensidad asignada de 16 A, siempre que el fabricante de la base garantice que queda protegida por este interruptor automático en las condiciones de funcionamiento previstas para la recarga lenta del vehículo eléctrico con recargas diarias de ocho horas, a la intensidad de 16 A.

Todos los circuitos deben estar protegidos contra sobretensiones temporales y transitorias. Los dispositivos de protección contra sobretensiones temporales estarán previstos para una máxima sobretensión entre fase y neutro hasta 440 V. Los dispositivos de protección contra sobretensiones temporales deben ser adecuados a la máxima sobretensión entre fase y neutro prevista.

6.9 PUESTA A TIERRA

Las puestas a tierra se establecerán con objeto de limitar la tensión que con respecto a tierra pueden presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en el material utilizado. Esta instalación está regulada por la ITC-BT-18 "Instalaciones de puesta 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 grupos de electrodos enterrados en el suelo.

En las edificaciones de nueva construcción, al excavar las zanjas de cimentación del mismo, se instalará un cable rígido de cobre desnudo de sección, que cubra todo el perímetro ocupado por el edificio. A este anillo se deberán unir electrodos hincados en el suelo, a fin de evacuar los defectos de tierra que se originen en la instalación.

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

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

A esta misma toma de tierra deberán conectarse también las partes metálicas de los depósitos de gasóleo, de las instalaciones de calefacción general, de las instalaciones de agua, de las instalaciones de gas canalizado y de las antenas de radio y televisión.

Estas conexiones se establecerán de manera fiable y segura, mediante soldadura aluminotérmica o autógena.

Los puntos de puesta a tierra serán los siguientes:

- En el local o lugar de la centralización de contadores
- En la base de las estructuras metálicas de los ascensores y montacargas
- En el punto de ubicación de la caja general de protección
- En cualquier local donde se prevea la instalación de elementos destinados a servicios generales o especiales, y que por su clase de aislamiento o condiciones de instalación, deban ponerse a tierra

6.9.1 Consideraciones

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, teniendo en cuenta los requisitos generales indicados en la ITCBT-24 y los requisitos particulares de las Instrucciones Técnicas aplicables a cada instalación.
- 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.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022 y la profundidad nunca será inferior a 0,5 m.

Los materiales utilizados y la realización de las tomas de tierra deben ser tales que no se vea afectada la resistencia eléctrica y mecánica por corrosión. Las canalizaciones metálicas de otros servicios (agua, líquidos o gases inflamables, calefacción central, etc.) no deben ser utilizadas como tomas de tierra por razones de seguridad.

6.9.2 Elementos

El conjunto de puesta a tierra en la instalación estará formado por:

- Tomas de tierra. Estas a su vez estarán constituidas por:
 - Electrodo artificiales, a base de "placas enterradas" de cobre con un espesor de 2mm o de hierro galvanizado de 2.5mm y una superficie útil de 0.5m², "picas verticales" de barras de cobre o de acero recubierto de cobre de 14mm de diámetro y 2m de longitud, o "conductores enterrados horizontalmente" de cobre desnudo de 25mm² de sección o de acero galvanizado de 16mm² de sección, enterrados a una profundidad de 50cm.

En nuestro caso se hará con picas verticales de acero cobreado de $\phi = 14\text{mm}$ y $L=2\text{m}$.

Los electrodos se dimensionarán de forma que la resistencia de tierra "R" no pueda dar lugar a tensiones de contacto peligrosas, estando su valor íntimamente relacionado con la sensibilidad "I" del interruptor diferencial:

$$R = 50 / I, \text{ en locales secos. (1)}$$

$$R = 24 / I, \text{ en locales húmedos o mojados. (2)}$$

R Resistencia de tierra

I Sensibilidad del interruptor diferencial

- Línea de enlace con tierra, formada por un conductor de cobre desnudo enterrado de 25mm² de sección.
- Punto de puesta a tierra, situado fuera del suelo, para unir la línea de enlace con tierra y la línea principal de tierra.
- Línea principal de tierra, formada por un conductor lo más corto posible y sin cambios bruscos de dirección, no sometido a esfuerzos mecánicos, protegido contra la corrosión y desgaste mecánico.
- La sección de los conductores de tierra tienen que satisfacer las prescripciones del apartado 3.4 de la ITC-BT-18. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección. con una sección mínima de 16mm². Cuando estén enterrados, deberán estar de acuerdo con los valores de la siguiente tabla:

Tabla 1. Secciones mínimas convencionales de los conductores de tierra

TIPO	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión*	Según apartado 3.4	16 mm ² Cobre 16 mm ² Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión		25 mm ² Cobre 50 mm ² Hierro
* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente		

En nuestro caso será de 16mm² (protegido contra la corrosión y no protegido mecánicamente).

- Derivaciones de la línea principal de tierra, que enlazan ésta con los cuadros de protección, ejecutadas de las mismas características que la línea principal de tierra.
- Conductores de protección, para unir eléctricamente las masas de la instalación a la línea principal de tierra. Dicha unión se realizará en los bornes dispuestos al efecto en los cuadros de protección. Estos conductores serán del mismo tipo que los conductores activos, y tendrán una sección mínima igual a la fijada en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación.

En otros casos reciben igualmente el nombre de conductores de protección, aquellos conductores que unen las masas:

- Al neutro de la red
- A un relé de protección

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 mm², si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm², si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica

Para elegir la sección del conductor de protección, se usará la siguiente tabla:

Tabla 2. Relación entre las secciones de los conductores de protección y los de fase

Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm ²)	Sección mínima de los conductores de protección S_p (mm ²)
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

Cuando el conductor de protección sea común a varios circuitos, la sección de ese conductor debe dimensionarse en función de la mayor sección de los conductores de fase.

Los conductores de protección deben estar convenientemente protegidos contra deterioros mecánicos, químicos y electroquímicos y contra los esfuerzos electrodinámicos y las conexiones deben ser accesibles para la verificación y ensayos, excepto en el caso de las efectuadas en cajas selladas con material de relleno o en cajas no desmontables con juntas estancas.

- Borne principal de tierra, al cual deben ir unidos los siguientes conductores:
 - 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.

Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea eléctricamente continua en la que no podrán incluirse en serie masas o elementos metálicos. Tampoco se intercalarán seccionadores, fusibles o interruptores; únicamente se permite disponer un dispositivo de corte en los puntos de puesta a tierra, de forma que permita medir la resistencia de la toma de tierra.

El valor de la resistencia de tierra será comprobado en el momento de dar de alta la instalación y, al menos, una vez cada cinco años.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección, aunque para los ensayos podrán utilizarse conexiones desmontables

mediante útiles adecuados. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección, con excepción de las envolventes montadas en fábrica o canalizaciones prefabricadas mencionadas anteriormente.

➤ 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 mm², y con un mínimo de 2,5 si el conductor es de cobre.

Por otro lado, si el conductor suplementario de equipotencialidad uniera una masa a un elemento conductor, su sección no será inferior a la mitad de la del conductor de protección unido a esta masa.

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.

➤ Resistencia de las tomas de tierra y revisión.

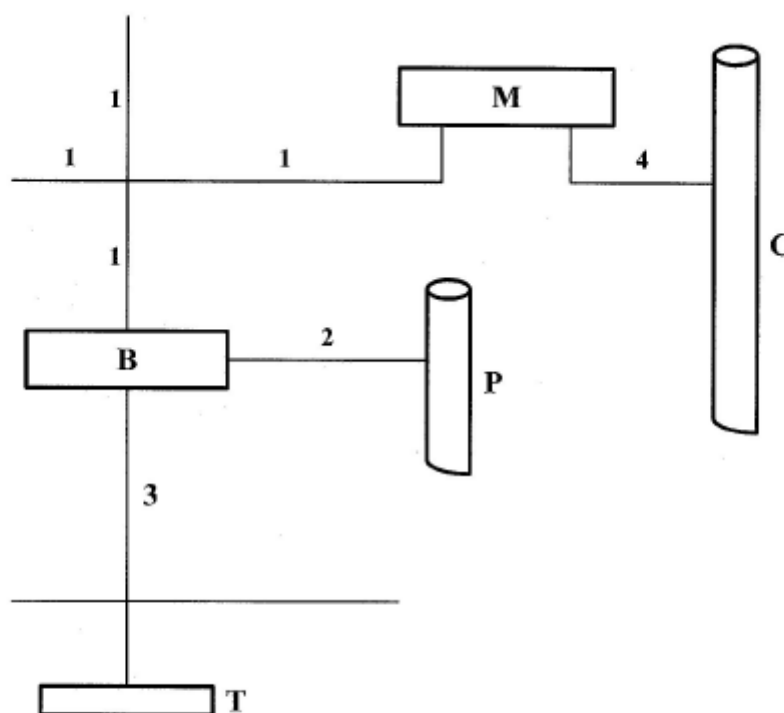
El electrodo se dimensionará de forma que su resistencia de tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior al valor especificado para ella, en cada caso. Este valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 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.

Figura 1. Representación esquemática de un circuito de puesta a tierra



Leyenda

- 1 Conductor de protección.
- 2 Conductor de unión equipotencial principal.
- 3 Conductor de tierra o línea de enlace con el electrodo de puesta a tierra.
- 4 Conductor de equipotencialidad suplementaria.
- B Borne principal de tierra, o punto de puesta a tierra
- M Masa.
- C Elemento conductor.
- P Canalización metálica principal de agua.
- T 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 más 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.

Se puede saber aproximadamente la resistividad que presenta cada tipo de terreno con la siguientes tablas:

Tabla 3. Valores orientativos de la resistividad en función del terreno

Naturaleza terreno	Resistividad en Ohm.m
Terrenos pantanosos	de algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y Arcillas compactas	100 a 200
Margas del Jurásico	30 a 40
Arena arcillosas	50 a 500
Arena silícea	200 a 3.000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 5.00
Suelo pedregoso desnudo	1.500 a 3.000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1.000 a 5.000
Calizas agrietadas	500 a 1.000
Pizarras	50 a 300
Roca de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedente de alteración	1.500 a 10.000
Granito y gres muy alterado	100 a 600

Tabla 4. Valores medios aproximados de la resistividad en función del terreno

Naturaleza terreno	Valor medio de la resistividad en Ohm.m
Terrenos cultivables y fértiles, terraplenes compactos y húmedos	50
Terraplenes cultivables poco fértiles y otros terraplenes	500
Suelos pedregosos desnudos, arenas secas permeables	3.000

Y sabiendo este dato, la resistencia de puesta a tierra se puede determinar, dependiendo del tipo de electrodo utilizado, con la siguiente tabla:

Tabla 5. Fórmulas para estimar la resistencia de tierra en función de la resistividad del terreno y las características del electrodo

Electrodo	Resistencia de Tierra en Ohm
Placa enterrada	$R = 0,8 \rho / P$
Pica vertical	$R = \rho / L$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = 2 \rho / L$
<p>ρ, resistividad del terreno (Ohm.m) P, perímetro de la placa (m) L, longitud de la pica o del conductor (m)</p>	

Se considerará independiente una toma de tierra respecto a otra, cuando una de las tomas de tierra, no alcance, respecto a un punto de potencial cero, una tensión superior a 50 V cuando por la otra circula la máxima corriente de defecto a tierra prevista.

Se verificará que las masas puestas a tierra en una instalación de utilización, así como los conductores de protección asociados a estas masas o a los relés de protección de masa, no están unidas a la toma de tierra de las masas de un centro de transformación, para evitar que durante la evacuación de un defecto a tierra en el centro de transformación, las masas de la instalación de utilización puedan quedar sometidas a tensiones de contacto peligrosas.

Si no se hace el control de independencia consistente en evitar tensiones superiores a 50V (que acabamos de mencionar) entre la puesta a tierra de las masas de las instalaciones de utilización respecto a la puesta a tierra de protección o masas del centro de transformación, se considerará que las tomas de tierra son eléctricamente independientes cuando se cumplan todas y cada una de las condiciones siguientes:

- No exista canalización metálica conductora (cubierta metálica de cable no aislada especialmente, canalización de agua, gas, etc.) que una la zona de tierras del centro de transformación con la zona en donde se encuentran los aparatos de utilización.
- La distancia entre las tomas de tierra del centro de transformación y las tomas de tierra u otros elementos conductores enterrados en los locales de utilización es al menos igual a 15 metros para terrenos cuya resistividad no sea elevada (<100 ohmios.m). Cuando el terreno sea muy mal conductor, la distancia se calculará, aplicando la fórmula:

$$D = \frac{\rho I d}{2\pi U}$$

Siendo:

D: distancia entre electrodos, en metros.

ρ : resistividad media del terreno en ohmios.metro.

I_d : intensidad de defecto a tierra, en amperios, para el lado de alta tensión, que será facilitado por la empresa eléctrica.

U: 1200 V para sistemas de distribución TT, siempre que el tiempo de eliminación del defecto en la instalación de alta tensión sea menor o igual a 5 segundos y 250 V, en caso contrario. Para redes TN, U será inferior a dos veces la tensión de contacto máxima admisible de la instalación definida en el punto 1.1 de la MIE-RAT 13 del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantía de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

- El centro de transformación está situado en un recinto aislado de los locales de utilización o bien, si esta contiguo a los locales de utilización o en el interior de los mismos, está establecido de tal manera que sus elementos metálicos no están unidos eléctricamente a los elementos metálicos constructivos de los locales de utilización.

Sólo se podrán unir la puesta a tierra de la instalación de utilización (edificio) y la puesta a tierra de protección (masas) del centro de transformación, si el valor de la resistencia de puesta a tierra única es lo suficientemente baja para que se cumpla que en el caso de evacuar el máximo valor previsto de la corriente de defecto a tierra (I_d) en el centro de transformación, el valor de la tensión de defecto ($V_d = I_d * R_t$) sea menor que la tensión de contacto máximo aplicada, definida en el punto 1.1 de la MIE-RAT 13 del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantía de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

6.10 PARARRAYOS

El **rayo** es una poderosa **descarga natural** de electricidad estática, producida durante una tormenta eléctrica, que genera un pulso electromagnético. En ocasiones puede llegar a alcanzar la superficie terrestre, pudiendo ocasionar graves daños en seres vivos e infraestructuras.

Entre los diferentes efectos que pueden provocar los rayos, podemos citar algunos como los efectos térmicos, fisiológicos, electrodinámicos, electroquímicos, etc. Debido a su importancia destacaremos los térmicos y los fisiológicos.

Los efectos térmicos son debidos a la alta temperatura que alcanza el canal por donde circula la corriente de un rayo, pudiendo llegar a ser esta de hasta 20.000° C, lo que ocasiona grandes daños cuando dicha descarga eléctrica alcanza por ejemplo un árbol o bien impacta sobre una estructura.

Por otro lado, los efectos fisiológicos afectan a los seres vivos principalmente y son debidos a las tensiones de paso y contacto que aparecen al producirse la

descarga del rayo a tierra. Para combatir y mitigar estos efectos, las normativas de protección contra el rayo establecen medidas de seguridad para las personas y los animales, como por ejemplo las redactadas en el Anexo D de la norma UNE 21186:2011.

También existen normativas internacionales que tratan el tema de los efectos de la corriente de los rayos en el cuerpo humano y en el ganado (IEC TR 60479-4:2011). Y otras normativas, que establecen los procedimientos de seguridad para la reducción de riesgos cuando nos encontramos en el exterior de una estructura o edificio (IEC/TR 62713).

El rayo tiene también dos efectos asociados muy característicos, el relámpago que es su efecto luminoso debido a la circulación de tanta corriente (hasta 200 kA) y el trueno que es el efecto sonoro debido a la onda expansiva del aire al ser este calentado en tiempos de unos pocos micro segundos a altísimas temperaturas.

Un pararrayos, en su definición más básica, es el terminal aéreo que se encarga de la protección externa de un edificio o estructura contra los impactos directos de los rayos, y fue inventado en 1753 por Benjamín Franklin.

Para proteger dicho edificio o estructura, el pararrayos se debe instalar siempre por encima de la parte más elevada del edificio o estructura a proteger y será encargado de captar y canalizar de forma segura la descarga del rayo a tierra.

Para poder captar dicha descarga, los pararrayos disponen de una punta y un cuerpo metálico, que están conectados mediante una red conductora a un sistema de puesta a tierra de baja impedancia (inferior a 10Ω) en donde se disipa la descarga del rayo.

En condiciones de tormenta, entre el sistema nube – tierra aparece un gran voltaje debido a la gran cantidad de cargas eléctricas que hay presentes tanto en la base de la nube como en el suelo. Ese gran voltaje es el detonante para que se inicie el líder descendiente del rayo, que irá perforando el dieléctrico de aire que se encuentra entre la nube y el terreno.

El campo eléctrico E (kV/m) tan elevado que aparece en esa zona, produce que a través del cuerpo del pararrayos se inicie también una circulación de cargas eléctricas ascendentes y de signo contrario a modo de trazador ascendente, que irán a encontrarse y recombinarse con el líder descendiente, captándolo y descargándolo a tierra.

La única instrucción del RBT que menciona la protección contra el rayo es la ITC-BT-23 “Protección contra sobretensiones”. A su vez, en esta instrucción, concretamente en su versión de la Guía Técnica de Aplicación del RBT, se nos dice que dicha instrucción no trata la protección contra sobretensiones producidas por el rayo, y nos remite al DB-SUA “Seguridad de utilización” del Código Técnico de la Edificación (CTE), apartado SUA 8 “Seguridad frente al

riesgo causado por el impacto del rayo”, y a su Anejo B “Características de las instalaciones de protección contra el rayo”. Esta instalación también está regida por la Norma Tecnológica NTE-IPP “Instalaciones de protección. Pararrayos”.

Al efectuar los cálculos pertinentes indicados en el SUA 8, se concluye que no es obligatorio instalar un sistema de pararrayos. No obstante, se instalará uno por precaución, con un nivel de protección nivel 4.

7 BIBLIOGRAFÍA

Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión

Normas tecnológicas NTE

CTE: DB-HS Salubridad

CTE: DB-SUA Seguridad de utilización

MT 2.51.01

MT 2.80.12

www.nergiza.com

www.voltimum.es

www.domelectra.com

www.soloarquitectura.com

www.soloingenieria.com

8 CÁLCULOS

8.1 GENERALIDADES

En los apartados siguientes se elaboran los cálculos necesarios para el diseño de la instalación y justificación del cumplimiento del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) en:

- Potencias
- Protecciones generales
- Cables
- Alumbrado

La tensión nominal para corriente alterna será de 230V entre fase y neutro, y de 400V entre fases.

8.2 POTENCIA TEÓRICA

La siguiente tabla muestra un resumen de las potencias demandadas por la instalación en cuestión:

Zona	Potencia (KW)
<i>Viviendas 26 viviendas con electrificación elevada</i>	239,2
<i>Garaje 845 m² con ventilación forzada</i>	18,52
<i>Ascensor (ITA-2)</i>	7,5
<i>Alumbrado general 253m²</i>	2,024
<i>Piscina 168,75 m³</i>	1,35
<i>Videoportero</i>	0,1
<i>Toma corriente en cuadro</i>	1,5
<i>Grupo presión</i>	1,5
<i>Descalcificador</i>	0,2
<i>RITI-RITS</i>	3
<i>Contadores agua</i>	0,5
TOTAL	273,77

Para calcular la potencia total de las viviendas, se ha empleado el coeficiente de simultaneidad correspondiente a 26 viviendas, el cual debe ser calculado porque no está tabulado:

$$C.S = 15,3 + \frac{n - 21}{2} = 15,3 + \frac{26 - 21}{2} = 17,8$$

La carga total correspondiente a las viviendas se obtiene multiplicando la media aritmética de las potencias máximas previstas de cada vivienda por el coeficiente de simultaneidad:

$$P_{viviendas} = 9200 * 17,8 = 163,76 \text{ W}$$

Para la piscina se han tomado 8W por m³ y para el alumbrado general del edificio, también 8 W por m². Por tanto la demanda final de potencia del edificio quedará de la siguiente forma:

Zona	Potencia (KW)
<i>Viviendas 26 viviendas con electrificación elevada</i>	163,76
<i>Garaje 845 m² con ventilación forzada</i>	16,896
<i>Ascensor (ITA-2)</i>	7,5
<i>Alumbrado general 253m²</i>	2,024
<i>Piscina 168,75 m³</i>	1,35
<i>Videoportero</i>	0,1
<i>Toma corriente en cuadro</i>	1,5
<i>Grupo presión</i>	1,5
<i>Descalcificador</i>	0,2
<i>RITI-RITS</i>	3
<i>Contadores agua</i>	0,5
TOTAL	198,33

La potencia teórica a suministrar al edificio es de 198,33 KW. Se ha usado un factor de simultaneidad de 1 a todas las zonas (según la ITC-BT-10), excluyendo a viviendas, donde se ha usado un valor de 17,8 como ya se ha establecido anteriormente.

8.3 LINEAS

8.3.1 ACOMETIDA

8.3.1.1 Sección

Dado que tenemos más de 150 KW de previsión de potencia, y el interruptor general de maniobra máximo a colocar antes de los contadores es de 150 KW, se necesitarán 2 LGA y 2 interruptores generales de maniobra. Al tener 2 LGA, puesto que no se puede proteger más de una LGA con la misma CGP, tendremos 2 CGP, y por tanto tendremos la potencia prevista repartida en 2 acometidas. Por tanto calcularemos una acometida para la mitad de nuestra potencia prevista, y usaremos dos unidades de la acometida calculada.

Por tanto haremos los cálculos para un abastecer un receptor de 99,165 KW de potencia prevista.

Se han tomado 20 m para la longitud de la acometida, se ha considerado una caída máxima de tensión de 0,5% y un $\cos\phi$ de 0,8.

Lo primero es conocer la corriente que demanda el receptor:

$$I_c = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos\phi} = \frac{99165}{\sqrt{3} * 400 * 0,8} = 178,92 A$$

I_c =Intensidad demandada por el receptor (A).

P=Potencia teórica total a suministrar al edificio (W).

V=Tensión entre fases (V).

Ahora calculamos la máxima caída de tensión permitida en la línea, en voltios, y con estos datos ya podemos calcular la caída de tensión unitaria, que es la caída de tensión por unidad de longitud y por unidad de corriente que circula por el cable.

$$e_u = \frac{e}{L * I_c} = \frac{0,005 * 400}{0,02 * 178,92} = 0,5589 \frac{V}{A * km}$$

L=Longitud de la acometida (km).



e=Máxima caída de tensión permitida en nuestro caso 2 V.

A continuación llevamos este dato a la tabla 5 de la Guía-BT, Anexo 2, y teniendo en cuenta la temperatura máxima admisible para conductores unipolares con nivel de aislamiento 0,6/1Kv, es decir 90°C, tal y como establece la ITC-BT-11, Redes de distribución de energía eléctrica, Acometidas.

Comprobamos el valor más cercano en dicha tabla, el cual es 0,564 y corresponde a una sección de 70 mm². Así que esta sería nuestra sección en una primera aproximación.

Ahora debemos comprobar la intensidad admisible de esta sección en conductores de aluminio. En servicio permanente y en función de las condiciones de instalación, se debe calcular que los conductores cuya sección se ha calculado por caída de tensión, son capaces de soportar la intensidad de servicio prevista.

Tabla 4. Intensidad máxima admisible, en amperios, para cables con conductores de aluminio en instalación enterrada (servicio permanente)

SECCIÓN NOMINAL mm ²	Terna de cables unipolares (1) (2)			1 cable tripolar o tetrapolar (3)		
						
	TIPO DE AISLAMIENTO					
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
16	97	94	86	90	86	76
25	125	120	110	115	110	98
35	150	145	130	140	135	120
50	180	175	155	165	160	140
70	220	215	190	205	220	170
95	260	255	225	240	235	210
120	295	290	260	275	270	235
150	330	325	290	310	305	265
185	375	365	325	350	345	300
240	430	420	380	405	395	350
300	485	475	430	460	445	395
400	550	540	480	520	500	445
500	615	605	525	-	-	-
630	690	680	600	-	-	-

Además, según ITC-BT-07, cuando tengamos agrupaciones de dos o más cables trifásicos, se deberá aplicar un factor de corrección a la intensidad admisible de dicho cable:

Tabla 8. Factor de corrección para agrupaciones de cables trifásicos o ternas de cables unipolares

Factor de corrección								
Separación entre los cables o ternas	Número de cables o ternas de la zanja							
	2	3	4	5	6	8	10	12
D=0 (en contacto)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,56	0,53	0,50	0,47
d= 0,07 m	0,85	0,75	0,68	0,64	0,6	0,56	0,53	0,50
d= 0,10 m	0,85	0,76	0,69	0,65	0,62	0,58	0,55	0,53
d= 0,15 m	0,87	0,77	0,72	0,68	0,66	0,62	0,59	0,57
d= 0,20 m	0,88	0,79	0,74	0,70	0,68	0,64	0,62	0,60
d= 0,25 m	0,89	0,80	0,76	0,72	0,70	0,66	0,64	0,62

En nuestro caso (2 cables en contacto) el coeficiente de corrección será 0,8.

En nuestro caso vemos que la intensidad admisible para 70 mm² con el factor de corrección aplicado sería:

$$220 \times 0,8 = 176 A$$

Se queda muy cerca de cumplir, pero la sección de 70mm² no cumple por intensidad admisible:

$$176 A < 178,92 A$$

La sección disponible siguiente es $S=95\text{mm}^2$, la cual cumplirá el criterio de caída de tensión anterior por ser superior a 70mm^2 , y al comprobar su intensidad admisible, vemos que sí cumple:

$$260 \times 0,8 = 208 A > 178,92$$

8.3.1.2 Protecciones

La acometida está protegida de sobrecargas con un fusible cuyo calibre deber ser seleccionado siguiendo los criterios que se explican a continuación.

La primera condición que se debe cumplir para la selección del calibre de la protección es la siguiente:

$$I_c \leq I_n \leq I_{max}$$

I_c =Intensidad demandada.

I_n =Intensidad nominal del fusible (A).

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

En nuestro caso, esta vez tomaremos la intensidad admisible real y nominal del conductor, sin tener en cuenta factores de corrección.

$$I_c = 178,92 \leq I_n \leq I_{max} = 260 A$$

De forma que el valor de corriente nominal elegido para nuestro fusible, I_n , estará comprendido entre estos dos valores. Elegimos un calibre de $I_n=200$ para el fusible (el anterior disponible, 160 A, no nos sirve).

Para que la selección sea óptima, se debe cumplir una segunda condición:

$$I_2 \leq 1,45 * I_{max}$$

I_2 =Corriente que asegura la actuación del dispositivo de protección (A).

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

Esta expresión se particulariza dependiendo del dispositivo de protección que se trate. Para fusibles, el valor de I_2 se conoce con el nombre de intensidad de funcionamiento o I_f , y su valor depende de la corriente nominal escogida para el dispositivo de protección en la condición anterior, como se muestra en las siguientes expresiones:

$$\text{Para } I_n \leq 4 A, I_f = 2,1 * I_n$$

$$\text{Para } 4 A < I_n < 16 A, I_f = 1,9 * I_n$$

$$\text{Para } I_n \geq 16 \text{ A, } I_f = 1,6 * I_n$$

I_f =Corriente de funcionamiento del dispositivo de protección (A).

I_n = Corriente nominal del dispositivo de protección (A).

En nuestro caso,

$$\begin{aligned} I_2 = I_f &= 1,6 * I_n = 1,6 * 200 = 320 \text{ A} \\ 1,45 * I_{max} &= 1,45 * 260 = 377 \text{ A} \end{aligned}$$

Por tanto se cumple que:

$$320 \text{ A} \leq 377 \text{ A}$$

Así que no será necesario subir a un calibre de sección superior, y estamos ya en disposición de concretar las características de nuestra acometida.

Para la acometida se usará una acometida doble con conductores de aluminio, 3 de fase con 95 mm² y, según la ITC-BT07, 1 neutro de 50 mm², unipolares y aislados, de tensión asignada de 0,6/1Kv. La notación de la acometida será por tanto 2x(3x95mm²+1x50mm²). Se canaliza en dos tubos enterrado de 160 mm de diámetro, acorde a la tabla 9 de la ITC-BT-21. Se usarán fusibles del calibre 200 A.

8.3.2 LGA

Puesto que debemos proporcionar más de 150 KW a nuestra vivienda, nos vemos obligados a partir en 2 la concentración de contadores. Esto nos obliga a tener dos LGA diferentes como ya hemos comentado, que a su vez deberán ir protegidas por dos CGP diferentes. El motivo es que el RBT nos obliga a tener una CGP por cada LGA.

Para los cálculos de la LGA se ha considerado una caída máxima de tensión de 0,5% por tratarse de centralización única de contadores, tal y como indica el REBT.

El método de cálculo para la LGA es idéntico al de la acometida. Se tiene la misma potencia prevista para el receptor, y la longitud será de 10,2 m. Esta vez la forma de canalización será el tipo B1 (cables unipolares en el interior de tubos empotrados o en superficie). Se tomará el mismo factor de potencia (0,8) y se tiene la misma tensión (400 V). El cable deberá ser no propagador de incendios y de opacidad de emisión reducida.

8.3.2.1 Sección

Calculamos la máxima caída de tensión permitida en la línea, en voltios, y con estos datos ya podemos calcular la caída de tensión unitaria, que es la caída de tensión por unidad de longitud y por unidad de corriente que circula por el cable:

$$e_u = \frac{e}{L * I_c} = \frac{0,005 * 400}{0,0102 * 178,92} = 1,095 \frac{V}{A * km}$$

L=Longitud de la acometida (km).

e=Máxima caída de tensión permitida en nuestro caso 2 V.

A continuación llevamos este dato a la tabla 5 de la Guia-BT, Anexo 2, y teniendo en cuenta la temperatura máxima admisible para conductores unipolares con nivel de aislamiento 0,6/1KV, es decir 90°C, tal y como establece el RBT.

Comprobamos el valor más cercano en dicha tabla, el cual es 1,02 y corresponde a una sección de 35 mm². Al tener menos la longitud que en la acometida es más sencillo cumplir por caída de tensión, con una sección menor.

En nuestro caso las LGA salen ya separadas de las CGP y por tanto no se debe aplicar ningún coeficiente de corrección.

Ahora debemos comprobar la intensidad admisible de esta sección en conductores de cobre. En servicio permanente y en función de las condiciones de instalación, se debe calcular que los conductores cuya sección se ha calculado por caída de tensión, son capaces de soportar la intensidad de servicio prevista. La tabla de intensidades admisibles no será la misma que la usada para la acometida, al ser un montaje de tipo diferente (la LGA no va enterrada en nuestro caso) además de que será de cobre, a diferencia de la acometida (aluminio).

Tabla A
Intensidad max. admisible (A) en el conductor de cobre (cable unipolar RZ1-K)
(en función de la sección del cable y del tipo de instalación)

tipo de instalación	Sección nominal del conductor (Cu), mm ²										
	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240
tubos empotrados en pared de obra ⁽¹⁾	60	80	106	131	159	202	245	284	338	386	455
tubos en montaje superficial											
canal protectora											
conductos cerrados de obra de fábrica	77	100	128	152	184	224	268	304	340	384	440
tubos enterrados ⁽²⁾											

Nota 1: Según tabla 1 de la ITC-19, método B, columna 8, temperatura ambiente 40 °C.
Nota 2: ITC-BT 07 Apto. 3.1.2.1 y factor de corrección 0,8 según aptdo. 3.1.3

En nuestro caso vemos que la intensidad admisible para 35 mm² queda muy lejos de la intensidad que debe pasar por el conductor:

$$135 A < 178,92 A$$

La sección disponible siguiente es $S=50\text{mm}^2$, la cual al comprobar su intensidad admisible, vemos que tampoco nos sirve:

$$159 A < 178,92 A$$

La siguiente sección disponible, que sí cumple por intensidad admisible, es $S=70\text{mm}^2$.

$$202 A > 178,92 A$$

8.3.2.2 Protecciones LGA

La LGA está protegida de sobrecargas con un fusible cuyo calibre deber ser seleccionado siguiendo los criterios que se explican a continuación.

La primera condición que se debe cumplir para la selección del calibre de la protección es la siguiente:

$$I_c \leq I_n \leq I_{max}$$

I_c =Intensidad demandada por el edificio (A).

I_n =Intensidad nominal del fusible (A).

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

En nuestro caso,

$$I_c = 178 \leq I_n \leq I_{max} = 202$$

El primer fusible que cumple esta característica es el de 200 A.

Fusibles de cuchillas sistema NH													
Talla	Calibre en amperios												
00	50	63	80	100	125	160							
0		63	80	100	125	160							
1						160	200	250					
2								250	315	400			
3											500	630	
4												800	1000

Para que la selección sea óptima, se debe cumplir una segunda condición:

$$I_2 \leq 1,45 * I_{max}$$

I_2 =Corriente que asegura la actuación del dispositivo de protección (A).

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

Esta expresión se particulariza dependiendo del dispositivo de protección que se trate. Para fusibles, el valor de I_2 se conoce con el nombre de intensidad de funcionamiento o I_f , y su valor depende de la corriente nominal escogida para el dispositivo de protección en la condición anterior, como se muestra en las siguientes expresiones:

$$\text{Para } I_n \leq 4 \text{ A, } I_f = 2,1 * I_n$$

$$\text{Para } 4 \text{ A} < I_n < 16 \text{ A, } I_f = 1,9 * I_n$$

$$\text{Para } I_n \geq 16 \text{ A, } I_f = 1,6 * I_n$$

I_f =Corriente de funcionamiento del dispositivo de protección (A).

I_n = Corriente nominal del dispositivo de protección (A).

En nuestro caso,

$$I_2 = I_f = 1,6 * I_n = 1,6 * 200 = 320 \text{ A}$$
$$1,45 * I_{max} = 1,45 * 202 = 292,9 \text{ A}$$

No cumplimos la segunda condición ya que $292,9 \text{ A} \leq 320 \text{ A}$.

Por tanto aumentamos la sección a 90mm^2 , y repetimos los cálculos.

$$I_c = 178,92 \leq I_n \leq I_{max} = 245$$

Elegiremos fusibles de 250 A, ya que de elegir un calibre de 400 A, no cumpliríamos la segunda condición, y nos veríamos obligados a elevar la sección de la LGA a 120mm^2 , **cuando realmente no se trata de una instalación con tantas necesidades.**

Además al elevar la sección de la LGA, deberíamos elevar también la sección de la acometida, ya que no es correcto tener secciones superiores a las que se tienen aguas arriba, con lo que tendríamos una instalación sobredimensionada.

Para la LGA servirá una sección de 95 mm^2 para las fases. No obstante, Iberdrola impone normas más restrictivas para esta parte de la instalación.

La tabla que Iberdrola proporciona en su MT 2.80.12 nos indica que para la LGA, para potencias de hasta 125 KW, la sección debe ser 95mm^2 con un tubo de 140 mm como mínimo.

No obstante indica una intensidad máxima de fusibles de 200 A para la CGP que corresponde, por lo que esto entra en conflicto con lo calculado. Se proyectará una CGP con fusibles de 250 A, y se aclarará este tema con la compañía suministradora antes de realizarse los trabajos.

Potencia prevista (≤ kW)	Sección mínima conductores (mm ²) 3 Fases+Neutro+Protec.			Longitud máxima para potencia máxima (m)		Diámetro mínimo del tubo (mm)	Caja general de protección	
	Fases	Neutro	Protec.	Centralización			Intensidad nominal mínima (A)	Intensidad nominal máxima de los fusibles (A)
				Total cdt=0,5%	Por plantas cdt=1%			
39	16	10	10	14	28	75	100	63
50	25	16	16	17	33	110	100	80
78	50	25	25	20	41	125	160	125
125	95	50	50	22	44	140	250	200
156	150	95	95	27	53	180	250 - 400	250
196	240	150	150	29	57	225	400	315

Por tanto, para las LGA se usarán conductores de cobre, 3 de fase con 95 mm² y 1 neutro de 50 mm², unipolares y aislados, de tensión asignada de 0,6/1Kv, y un conductor de protección de la misma sección que el neutro. Se canaliza en tubo de 140 mm de diámetro. La notación de la LGA completa será 2x(3x95mm²+1x50mm²+1x50mm²).

8.3.3 Derivaciones individuales

8.3.3.1 Secciones

Podríamos calcular las derivaciones individuales siguiendo un método idéntico al utilizado anteriormente para las LGA, pero dado que sería demasiado largo, hemos cambiado la forma de proceder.

Vamos a calcular para cada derivación individual una sección provisional, mediante la siguiente expresión, que sólo es válida para suministros monofásicos (para suministros trifásicos bastaría con quitar el 2 que multiplica en el numerador):

$$S = \frac{2 * P * L}{\gamma * e * U}$$

P=Potencia prevista en la vivienda a alimentar (W).

L=Longitud de la derivación individual (m).

γ =Conductividad del cobre a la temperatura de servicio prevista.

e=Caída de tensión máxima permitida en la línea (V).

U=Tensión de servicio en la línea (V).

Esta expresión nos proporciona la sección mínima que debe tener el conductor para no superar la c.d.t máxima permitida, para una tensión de servicio y una potencia a abastecer dadas.

Sabiendo que tenemos una tensión de servicio de 230 V por estar en un suministro monofásico, que la conductividad del conductor previsto a utilizar, a

la temperatura de servicio prevista (70°C) es 48, y sabiendo que nuestra caída de tensión máxima es el 1% de 230 V, es decir 2.3 V, tenemos los siguientes resultados:

	P(W)	V	L(m)	e _{max} (%)	I(A)	S _{calc} (mm ²)	S(mm ²)	I _{max} (A)	e(V)	Conductor	∅ _{min} tubo(mm)
1ºA	9200	230	29,47	1	40	21,14799831	25	84	1,945615845	2x(1x25)+(1x16)	40
1ºB	9200	230	22,09	1	40	15,8520286	16	66	2,278729111	2x(1x16)+(1x16)	32
1ºC	9200	230	30,88	1	40	22,15982993	25	84	2,038704353	2x(1x25)+(1x16)	40
1ºD	9200	230	23,50	1	40	16,86386021	25	84	1,551475139	2x(1x25)+(1x16)	40
1ºE	9200	230	7,43	1	40	5,33185027	6	36	2,043875937	2x(1x6)+(1x6)	25
1ºF	9200	230	13,96	1	40	10,01785058	16	66	1,44006602	2x(1x16)+(1x16)	32
1ºG	9200	230	8,82	1	40	6,329329662	10	50	1,455745822	2x(1x10)+(1x10)	25
1ºH	9200	230	15,35	1	40	11,01532997	16	66	1,583453683	2x(1x16)+(1x16)	32
2ºA	9200	230	30,41	1	40	21,82255272	25	84	2,00767485	2x(1x25)+(1x16)	40
2ºB	9200	230	23,89	1	40	17,14372853	25	84	1,577223025	2x(1x25)+(1x16)	40
2ºC	9200	230	31,78	1	40	22,80567989	25	84	2,09812255	2x(1x25)+(1x16)	40
2ºD	9200	230	25,25	1	40	18,11967959	25	84	1,667010522	2x(1x25)+(1x16)	40
2ºE	9200	230	8,44	1	40	6,056637454	10	50	1,393026614	2x(1x10)+(1x10)	25
2ºF	9200	230	14,96	1	40	10,73546165	16	66	1,543222612	2x(1x16)+(1x16)	32
2ºG	9200	230	9,72	1	40	6,975179627	10	50	1,604291314	2x(1x10)+(1x10)	25
2ºH	9200	230	16,25	1	40	11,66117993	16	66	1,676294615	2x(1x16)+(1x16)	32
2ºI	9200	230	14,26	1	40	10,2331339	16	66	1,471012998	2x(1x16)+(1x16)	32
3ºA	9200	230	34,41	1	40	24,69299701	25	84	2,271755725	2x(1x25)+(1x16)	40
3ºB	9200	230	27,89	1	40	20,01417282	25	84	1,841303899	2x(1x25)+(1x16)	40
3ºC	9200	230	35,78	1	40	25,67612418	35	104	1,687288161	2x(1x25)+(1x16)	40
3ºD	9200	230	29,25	1	40	20,99012388	25	84	1,931091397	2x(1x25)+(1x16)	40
3ºE	9200	230	12,44	1	40	8,927081745	10	50	2,053228801	2x(1x10)+(1x10)	25
3ºF	9200	230	18,96	1	40	13,60590594	16	66	1,955848979	2x(1x16)+(1x16)	32
3ºG	9200	230	13,72	1	40	9,845623918	10	50	2,264493501	2x(1x10)+(1x10)	25
3ºH	9200	230	20,25	1	40	14,53162422	16	66	2,088920982	2x(1x16)+(1x16)	32
3ºI	9200	230	18,26	1	40	13,10357819	16	66	1,883639365	2x(1x16)+(1x16)	32

Las longitudes son exactas y se han medido en plano.

En una primera aproximación, estas serían las secciones mínimas para cumplir con la caída de tensión máxima permitida. Lo siguiente debería ser comprobar si estas secciones soportan los 40 A que corresponden a una potencia contratada de 9200 W en un suministro monofásico, ya que $\frac{9200 W}{230 V} = 40 A$.

Dado que aún falta poder compensar las secciones de las Derivaciones individuales con las instalaciones interiores, se debe esperar a haber hecho dicha compensación para terminar de comprobar si las secciones cumplen por corriente máxima.

Tras haber calculado los circuitos interiores de las viviendas, tenemos que en el circuito más desfavorable de los circuitos interiores en cuanto a caída de tensión, nos sobran 1,55V de los 6,9V que son permisibles tener como caída de tensión (3% de 230V). Estos 1,55V los podemos añadir a la caída de tensión permitida en las DI, donde en un principio teníamos permitida como máxima caída de tensión 2,3V (1% de 230V). En total, la máxima c.d.t permitida en las DI pasa de ser 2,3V a 3,85V en nuestro caso. Las nuevas secciones de cálculo de las DI quedarían de la siguiente manera:

	$S_{\text{calc}}(\text{mm}^2)$	$S_{\text{calc}}(\text{mm}^2) e_{\text{MAX } 3,85\text{V}}$	$S(\text{mm}^2)$	$I(\text{A})$	$I_{\text{max}}(\text{A})$
1ºA	21,14799831	12,65662411	16	40	66
1ºB	15,8520286	9,487099649	10	40	50
1ºC	22,15982993	13,26218366	16	40	66
1ºD	16,86386021	10,0926592	16	40	66
1ºE	5,33185027	3,190998207	6	40	36
1ºF	10,01785058	5,99546904	6	40	36
1ºG	6,329329662	3,787968262	6	40	36
1ºH	11,01532997	6,592439095	10	40	50
2ºA	21,82255272	13,06033048	16	40	66
2ºB	17,14372853	10,2601544	16	40	66
2ºC	22,80567989	13,64871104	16	40	66
2ºD	18,11967959	10,84424021	16	40	66
2ºE	6,056637454	3,624767815	6	40	36
2ºF	10,73546165	6,4249439	10	40	50
2ºG	6,975179627	4,174495635	6	40	36
2ºH	11,66117993	6,978966469	10	40	50
2ºI	10,2331339	6,124311498	10	40	50
3ºA	24,69299701	14,77822992	16	40	66
3ºB	20,01417282	11,97805383	16	40	66
3ºC	25,67612418	15,36661048	16	40	66
3ºD	20,99012388	12,56213964	16	40	66
3ºE	8,927081745	5,342667254	6	40	36
3ºF	13,60590594	8,142843338	10	40	50
3ºG	9,845623918	5,892395074	6	40	36
3ºH	14,53162422	8,696865907	10	40	50
3ºI	13,10357819	7,842210937	10	40	50

Hemos conseguido una reducción de secciones muy notable. No obstante, tal como se puede ver, las secciones con 6mm² no cumplen por intensidad máxima, por lo que se debe aumentar estas secciones a 10mm². Las secciones de las DI quedarán definitivamente de la siguiente manera:

	$S_{\text{calc}}(\text{mm}^2)$	$S_{\text{calc}}(\text{mm}^2) e_{\text{MAX } 3,85\text{V}}$	$S(\text{mm}^2)$	$I(\text{A})$	$I_{\text{max}}(\text{A})$
1ºA	21,14799831	12,65662411	16	40	66
1ºB	15,8520286	9,487099649	10	40	50
1ºC	22,15982993	13,26218366	16	40	66
1ºD	16,86386021	10,0926592	16	40	66
1ºE	5,33185027	3,190998207	10	40	50
1ºF	10,01785058	5,99546904	10	40	50
1ºG	6,329329662	3,787968262	10	40	50
1ºH	11,01532997	6,592439095	10	40	50
2ºA	21,82255272	13,06033048	16	40	66
2ºB	17,14372853	10,2601544	16	40	66
2ºC	22,80567989	13,64871104	16	40	66
2ºD	18,11967959	10,84424021	16	40	66
2ºE	6,056637454	3,624767815	10	40	50
2ºF	10,73546165	6,4249439	10	40	50
2ºG	6,975179627	4,174495635	10	40	50
2ºH	11,66117993	6,978966469	10	40	50
2ºI	10,2331339	6,124311498	10	40	50
3ºA	24,69299701	14,77822992	16	40	66
3ºB	20,01417282	11,97805383	16	40	66
3ºC	25,67612418	15,36661048	16	40	66
3ºD	20,99012388	12,56213964	16	40	66
3ºE	8,927081745	5,342667254	10	40	50
3ºF	13,60590594	8,142843338	10	40	50
3ºG	9,845623918	5,892395074	10	40	50
3ºH	14,53162422	8,696865907	10	40	50
3ºI	13,10357819	7,842210937	10	40	50

8.3.3.2 Protecciones

Cada derivación individual tendrá asignados sus fusibles de protección, que se encontraran justo antes de cada contador, y cuyo calibre será seleccionado a continuación.

Los criterios para que los fusibles seleccionados cumplan las mínimas condiciones exigidas son los mismos que los expuestos anteriormente. Las protecciones quedan de la siguiente forma:

FUSIBLES	$I_c(A)$	$I_n(A)$	$I_{max}(A)$	$1,6 \times I_n(A)$	$1,45 \times I_{max}(A)$
1ºA	40	40	66	64	95,7
1ºB	40	40	50	64	72,5
1ºC	40	40	66	64	95,7
1ºD	40	40	66	64	95,7
1ºE	40	40	50	64	72,5
1ºF	40	40	50	64	72,5
1ºG	40	40	50	64	72,5
1ºH	40	40	50	64	72,5
2ºA	40	40	66	64	95,7
2ºB	40	40	66	64	95,7
2ºC	40	40	66	64	95,7
2ºD	40	40	66	64	95,7
2ºE	40	40	50	64	72,5
2ºF	40	40	50	64	72,5
2ºG	40	40	50	64	72,5
2ºH	40	40	50	64	72,5
2ºI	40	40	50	64	72,5
3ºA	40	40	66	64	95,7
3ºB	40	40	66	64	95,7
3ºC	40	40	66	64	95,7
3ºD	40	40	66	64	95,7
3ºE	40	40	50	64	72,5
3ºF	40	40	50	64	72,5
3ºG	40	40	50	64	72,5
3ºH	40	40	50	64	72,5
3ºI	40	40	50	64	72,5

Y por tanto se seleccionan fusibles del calibre 40A para todas las DI.

8.3.4 Instalaciones interiores

En las instalaciones interiores de cada vivienda, es necesario conocer que corriente máxima se espera en cada circuito de la vivienda, para poder determinar su sección. También es necesario conocer la longitud aproximada de cada línea, para asegurarse de que este conductor cumplirá por caídas de tensión (recordamos que la c.d.t máxima permitida en el interior de viviendas es del 3%, es decir, 6.9V).

Lo habitual es que los circuitos interiores presenten menos restricciones que las DI de cada vivienda (menos longitud habitualmente, menos potencia a transportar, etc). Por tanto la c.d.t permitida en el circuito interior más desfavorable, siempre y cuando no se llegue a apurar al 100%, puede ser usada como colchón para disminuir secciones en las DI, tal como se ha explicado anteriormente.

Para conocer que corriente máxima se espera en cada circuito de la vivienda, se ha usado la siguiente expresión:

$$I = n \times I_a \times F_s \times F_u$$

- N** n.º de tomas o receptores
- I_a** Intensidad prevista por toma o receptor
- F_s** (factor de simultaneidad) Relación de receptores conectados simultáneamente sobre el total
- F_u** (factor de utilización) Factor medio de utilización de la potencia máxima del receptor

Los factores de simultaneidad y utilización vienen establecidos por la ITC-BT-25 “Circuitos interiores y características”.

Los circuitos interiores de cada vivienda quedarían de la siguiente forma:

	Potencia	F _s	F _u	Tipo de toma	Interruptor autc	Max puntos	Puntos	Sección mínima	L	I	S	e	Conductores	Diametro tubo
C1 Iluminación	200	0,75	0,5	Punto de luz	10	30	6	1,5	17,31	8	0,828123178	3,809366619	2x(1x1,5)+1,5	20
C2 Tomas y frigorífico	3450	0,2	0,25	Base 16A 2p+T	16	20	10	2,5	25,3	11,25	1,702083763	4,697751186	2x(1x2,5)+2,5	20
C3 Cocina+horno	5400	0,5	0,75	Base 25A 2p+T	25	2	1	6	6	9,375	0,33638019	0,386837219	2x(1x6)+6	25
C4.1 Lavadora	3450	0,66	0,75	Base 16A 2p+T	16	1	1	2,5	6	7,92	0,284173985	0,784320198	2x(1x2,5)+2,5	20
C4.2 Lavavajillas					16	1	1	2,5	6				2x(1x2,5)+2,5	20
C4.3 Termo					16	1	1	2,5	6				2x(1x2,5)+2,5	20
C5 Tc Baño+T _{ca} cocina	3450	0,4	0,5	Base 16A 2p+T	16	6	5	2,5	7,63	16	0,730049665	2,014937074	2x(1x2,5)+2,5	20
C6 Aire acondicionado	5750	-	-	-	25	-	1	6	10	5	0,299004614	0,343855306	2x(1x6)+6	25
C7 Secadora	5750	-	-	-	25	-	1	6	10	25	1,495023068	1,719276528	2x(1x6)+6	25
C8 Automatización	3450	1	0,75	Base 16A 2p+T	16	1	1	2,5	-	1	2,5	-	2x(1x2,5)+2,5	20

La c.d.t sobrante en el circuito más desfavorable se ha utilizado para poder reducir secciones en las DI, tal como hemos explicado anteriormente.

8.3.5 Garaje

8.3.5.1 Instalación eléctrica

El método utilizado para calcular la DI del garaje ha sido el mismo que el empleado para las DI de las viviendas, con la diferencia de que la DI del garaje será trifásica. La DI para el garaje será de 4x6mm²+TT.

Los circuitos interiores del garaje y su derivación individual han sido calculados de la misma forma que se han calculado anteriormente las derivaciones individuales de las viviendas, y paralelamente han sido también calculados con el software DMelect confirmando que los cálculos son correctos. Los circuitos quedan de la siguiente manera:

	P(W)	L(m)	e(%)	V	S(mm2)	Conductor (mm ²)	Tubo(mm)
Alumbrado Puls. 1	800	80	2,98	230	2	2x(1x1,5)+1,5	16
Alumbrado Puls. 2	800	75	2,86	230	2,5	2x(1x1,5)+1,5	16
Alumbrado permanente	800	70	2,74	230	2,5	2x(1x1,5)+1,5	16
Detección CO	500	65	2,69	230	1,5	2x(1x1,5)+1,5	16
Motor puerta	370	42	1,65	230	2,5	2x(1x2,5)+2,5	20
Motor Admisión	2200	35	1,56	400	2,5	4x(1x2,5)+2,5	20
Motor Extracción 1	1500	40	1,45	400	2,5	4x(1x2,5)+2,5	20
Motor extracción 2	1500	25	1,31	400	2,5	4x(1x2,5)+2,5	20
Recarga vehículo 1	3695	40	1,81	400	2,5	4x(1x2,5)+2,5	25
Recarga vehículo 2	3695	45	1,9	400	2,5	4x(1x2,5)+2,5	20

Otra de las partes a calcular es la iluminación. Se ha utilizado el método de los lúmenes al ser un lugar que no requiere una gran precisión en cuanto a la iluminación, más bien es suficiente con una iluminación que permita las tareas básicas a realizar en el lugar.

Para empezar los cálculos lo primero es fijarse en las dimensiones del lugar a calcular. Estas dimensiones nos sirven para calcular el factor K, que se halla de la siguiente expresión:

$$K = \frac{a \times b}{h \times (a + b)}$$

K= Factor basado en las proporciones del local.
a=ancho del local a calcular.
b=longitud del local a calcular
h=altura desde la luminaria al plano de trabajo (suelo en nuestro caso).

	Sistema de iluminación	Índice del local
	Iluminación directa, semidirecta, directa-indirecta y general difusa	$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$
	Iluminación indirecta y semiindirecta	$k = \frac{3 \cdot a \cdot b}{2 \cdot (h + 0.85) \cdot (a + b)}$

Sustituyendo:

$$K = \frac{15,74 \times 43,39}{2,60 \times (15,74 + 43,39)} = 4,44$$

Es momento de elegir un factor de utilización usando el factor K, mediante la siguiente tabla:

Tipo de aparato de alumbrado	Índice del local k	Factor de utilización (γ)								
		Factor de reflexión del techo								
		0.7			0.5			0.3		
		Factor de reflexión de las paredes								
		0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1
	1	.28	.22	.16	.25	.22	.16	.26	.22	.16
	1.2	.31	.27	.20	.30	.27	.20	.30	.27	.20
	1.5	.39	.33	.26	.36	.33	.26	.36	.33	.26
	2	.45	.40	.35	.44	.40	.35	.44	.40	.35
	2.5	.52	.46	.41	.49	.46	.41	.49	.46	.41
	3	.54	.50	.45	.53	.50	.45	.53	.50	.45
	4	.54	.50	.45	.53	.50	.45	.53	.50	.45
	5	.63	.60	.56	.63	.60	.56	.62	.60	.56
	6	.68	.63	.60	.66	.63	.60	.65	.63	.60
	8	.71	.67	.64	.69	.67	.64	.68	.67	.64
10	.72	.70	.67	.71	.70	.67	.71	.70	.67	

Ejemplo de tabla del factor de utilización

El factor de reflexión de las paredes se puede elegir con la siguiente tabla:

	Color	Factor de reflexión (ρ)
Techo	Blanco o muy claro	0.7
	claro	0.5
	medio	0.3
Paredes	claro	0.5
	medio	0.3
	oscuro	0.1
Suelo	claro	0.3
	oscuro	0.1

Nosotros hemos tomado 0,3 para paredes y 0,5 para techos. También se debe elegir un factor de mantenimiento, que mide lo sucio que se espera que estará un lugar. Nosotros tomamos $f_m=0,8$. El factor de utilización f_u elegido mediante la tabla, interpolando, es $f_u=0,58$.

Ambiente	Factor de mantenimiento (f_m)
Limpio	0.8
Sucio	0.6

Ya estamos en disposición de calcular los lúmenes totales que necesitamos para calcular el garaje. Hemos elegido una iluminancia media requerida de 100 lux.

$$\Phi_T = \frac{E_m \times S}{f_u \times f_m} = \frac{100 \times 682,8}{0,8 \times 0,56} = 147155,2 \text{ lm}$$

E_m =iluminancia media deseada (lux)

Φ_T =flujo total de luz necesario (lm)

S =superficie a iluminar (m²)

f_u =factor de utilización

f_m =factor de mantenimiento

Ahora debemos elegir una luminaria para poder repartir los lúmenes requeridos entre los lúmenes que produce una luminaria, para poder hallar el número óptimo de luminarias a colocar.

Hemos elegido para el garaje una luminaria Core Pro LED Tube Universal, de 1500 mm y 2700 lúmenes, de Philips. Se elegirá en su temperatura de color más próxima a 5000 K, por ser la más cercana a la luz natural.

$$n = \frac{147155,2}{2700} = 54,5 \text{ luminarias}$$

En un principio se deberán colocar 55 luminarias. Como las colocaremos en forma de cuadrícula (todas equidistantes entre si), usaremos las siguiente expresiones para hallar el la disposición óptima.

$$N_{ancho} = \sqrt{ancho \times \frac{n}{largo}}$$

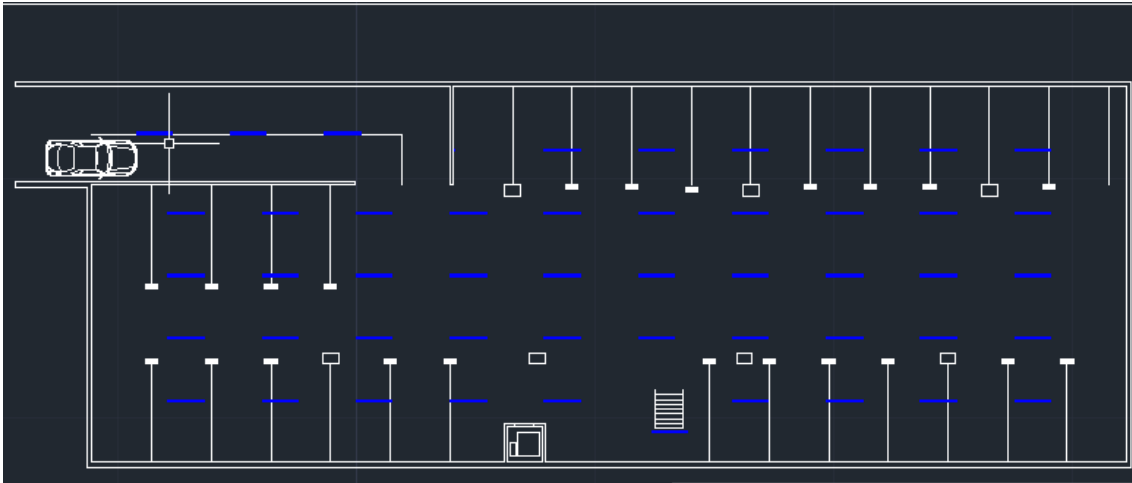
$$N_{largo} = N_{ancho} \times \frac{largo}{ancho}$$

Sustituyendo:

$$N_{ancho} = \sqrt{55 \times \frac{15,74}{43,39}} = 4,46 \text{ luminarias}$$

$$N_{largo} = 4,46 \times \frac{43,39}{15,74} = 12,29 \text{ luminarias}$$

Analizando la forma geométrica del garaje, se concluye que la mejor forma de disponer las luminarias es la que se muestra a continuación:



8.3.5.2 Ventilación

Para calcular las necesidades en cuanto a ventilación de un garaje, lo primero es conocer qué necesidades de caudales de aire se tiene, tanto en la admisión como en la impulsión. Se considerará un caudal mínimo exigido para los trasteros y sus zonas comunes 0,7 l/s por cada m² y para la zona de garajes 120 l/s por plaza para la impulsión y de 150 l/s por plaza para la extracción.

8.3.5.2.1 Red de admisión

En nuestro caso tendremos un caudal de aire de admisión de:

$$Q_v = 120 \frac{l}{s} \times 26$$

Así que la admisión de aire quedará superficialmente asegurada con:

$$Q_v = 120 \times 26 \times 3,6 = 11232 \frac{m^3}{h}$$

Para conseguir el caudal expresado así como vencer la pérdida de carga obtenida en la distribución de conductos se instalará un ventilador en planta sótano, según planos, de 11.232 m³/h de caudal útil.

8.3.5.2.2 Red de extracción

El sistema será capaz de extraer un caudal de aire que corresponde a:

$$Q_v = 150 \frac{l}{s} \times 26$$

Así que la extracción de aire quedará superficialmente asegurada con:

$$Q_v = 150 \times 26 \times 3,6 = 14.040 \frac{m^3}{h}$$

El sistema de extracción debe garantizar, por otro lado, 6 renovaciones de aire por cada hora:

$$Q_v = 844,8 \times 2,6 \times 6 = 13.178,88 \frac{m^3}{h}$$

Por tanto esta cantidad mínima sí habría quedado garantizada con nuestro cálculo anterior.

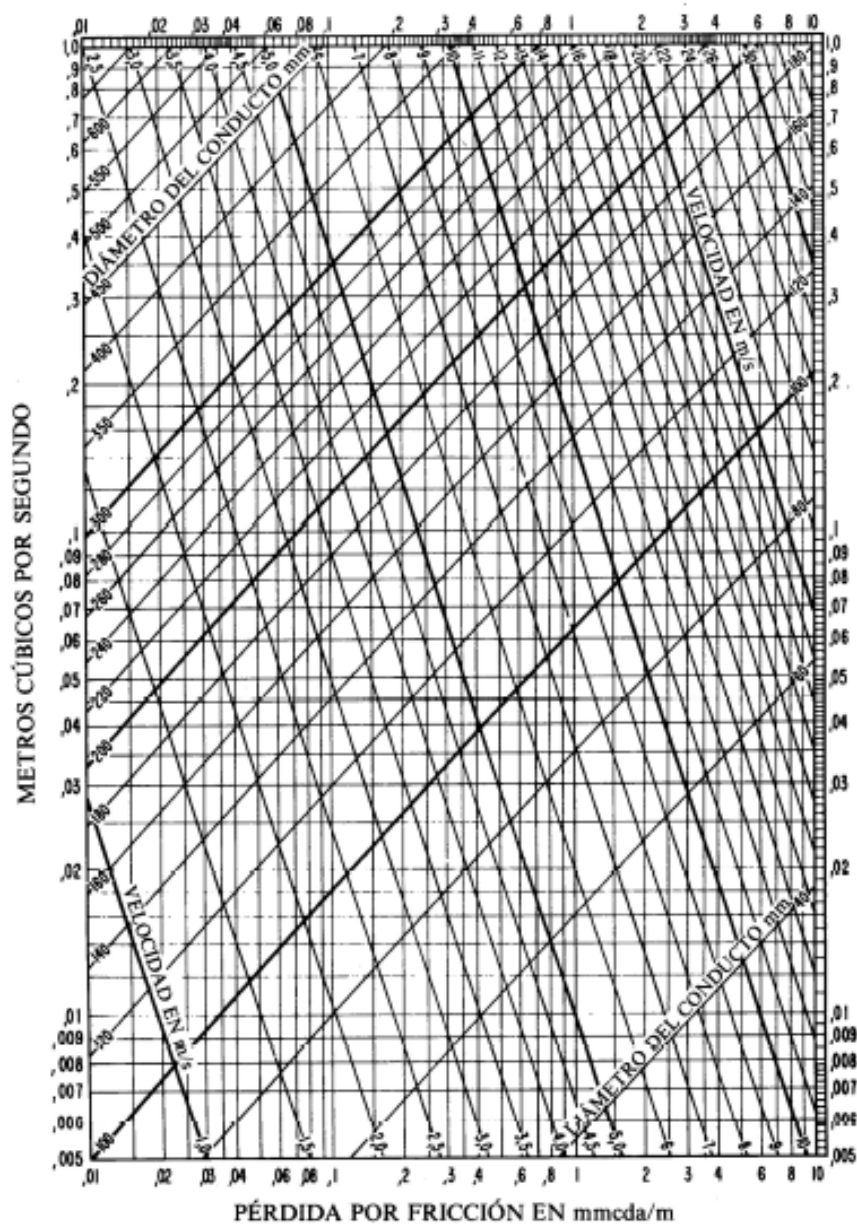
El hecho de extraer más aire del que se introduce se basa en la idea de querer crear una ligera sobrepresión en el interior del garaje, de forma que el aire tienda a salir de él.

Ahora que ya conocemos los caudales que necesitamos para ventilar el garaje, estamos en disposición de dimensionar los conductos. Dado que el garaje cuenta con más de 15 plazas, tendremos dos redes de extracción, y una red de admisión. Al tener dos redes de extracción, cada una deberá ser capaz de extraer:

$$\frac{14040}{2} = 7020 \frac{m^3}{h}$$

Para dimensionar los conductos de ventilación, nos hacemos servir de un nomograma como el de la siguiente imagen:

PÉRDIDA POR FRICCIÓN EN mmcda / m



El procedimiento es el siguiente: se parte de dos variables de entrada, que son el caudal necesario y la velocidad del aire dentro del conducto. Se tira una línea horizontal donde se encuentre el caudal deseado, y en su punto de encuentro con la línea de la velocidad escogida (10m/s máximo en garajes).

La línea oblicua que parte del punto de encuentro entre estas dos líneas, y que termina cortando con el margen superior derecho de la tabla, nos permite seleccionar un diámetro de conducto. La línea vertical que baja desde dicho punto de encuentro hasta cortar con el eje de abscisas nos permite seleccionar una pérdida de carga por cada metro, en pascales.

Esta pérdida de carga, combinada con la longitud total de la conducción, nos dirá que presión total deberá ser capaz de vencer el ventilador para llevar el aire hasta el punto deseado.

Los resultados obtenidos para los 3 conductos a dimensionar son los siguientes:

	Caudal (m ³ /h)	Velocidad (m/s)	Diámetro (mm)	Pérdida de carga (Pa/m)
Extracción 1	7020	10	500	2
Extracción 2	7020	10	500	2
Admisión	11232	10	630	1.5

No obstante, estos diámetros seleccionados, son para conductos circulares. Si queremos colocar conducto rectangular, debemos seleccionar las dimensiones equivalentes de los lados en base al diámetro circular elegido, que a las condiciones de trabajo calculadas produzcan la misma pérdida de carga que dicho diámetro circular.

Existe también un nomograma para seleccionar las dimensiones equivalentes según el conducto circular que sea, no obstante es demasiado impreciso, por lo que lo calcularemos de otro modo.

Existe una expresión matemática que relaciona ambos lados del conducto rectangular, con el diámetro equivalente del conducto circular. Es la siguiente:

$$D_{equiv} = 1,3 \times \frac{(a \times b)^{0,625}}{(a + b)^{0,25}}$$

Para la extracción se ha decidido imponer a=2b, mientras que para la admisión se ha decidido imponer que a=2,5b, donde a es la anchura interior del conducto, y b es la altura interior del conducto. Estas premisas se han elegido por meros motivos de espacio, a la hora de integrar el conducto con el resto de instalaciones presentes en el techo del garaje.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

	Diámetro equivalente (mm)	a (mm)	b (mm)	espesor (mm)	A (mm)	B (mm)
Extracción 1	500	656,44	328,22	25	706,44	378,22
Extracción 2	500	656,44	328,22	25	706,44	378,22
Admisión	630	934,65	373,86	25	984,65	423,86

Dado que el conducto tendrá un espesor de 25 mm, se le ha sumado 50 mm a cada lado interior del conducto, para tener el lado exterior. Sólo queda redondear hacia arriba para elegir una medida más normalizada. Las medidas elegidas para los conductos serán las siguientes:

	A (mm)	B (mm)	espesor (mm)
Extracción 1	750	450	25
Extracción 2	750	450	25
Admisión	1000	450	25

El área mínima de extracción y admisión mediante rejillas para cada red será, según el CTE, $A=4 \times Q_v$, siendo Q_v el caudal de ventilación mínimo, en l/s:

$$A_{ext} = 4 \times 7020 \times \frac{1}{3,6} = 7800 \text{ cm}^2$$

$$A_{adm} = 4 \times 11232 \times \frac{1}{3,6} = 12480 \text{ cm}^2$$

Sabemos que debemos tener como mínimo una rejilla de extracción y otra de admisión por cada 100m². Por tanto en las dos redes de extracción tendremos 8 rejillas por cada red. En la de admisión hemos subido a 10 rejillas, ya que de lo contrario en el cálculo nos salen rejillas demasiado grandes.

La máxima separación entre rejillas de la misma red es de 10 metros. Además una rejilla de extracción no puede estar a menos de 3 metros de distancia de una rejilla de admisión. Sabiendo esto, tendremos las siguientes áreas mínimas de rejillas.

	Área extracción /admisión (cm ²)	Nº de rejillas	Área por rejilla (cm ²)	Área por rejilla (m ²)
Extracción 1	7800	8	975	0,0975
Extracción 2	7800	8	975	0,0975
Admisión	11232	10	1248	0,1248

Las áreas elegidas de extracción y admisión para las características de la instalación que nos ocupa son las siguientes:

	Ak (m ²)	Vk (m/s)	P (Pa)	Medidas elegibles (mm)
Extracción 1	0,1173	2,1	3,2	1000x200
Extracción 2	0,1173	2,1	3,2	800x300 600x400

Admisión	11232	2,14	2,81	1000x300 750x400
----------	-------	------	------	---------------------

Esta información ha sido tomada en su totalidad del catálogo de selección de rejillas de KOOLAIR. Para un caudal determinado y un área efectiva de rejilla, corresponde una velocidad del aire que pasa por ella, y al mismo tiempo esto determinará la pérdida de carga que presentará la rejilla en esas condiciones. Dado que nuestros conductos tendrán 45 cm de altura: las rejillas finalmente elegidas serán las siguientes:

Red	Medidas rejilla (mm)
Extracción 1	800x300
Extracción 2	800x300
Admisión	1000x300

Las 3 rejas situadas en el exterior para toma y expulsión de aire que se han elegido serán de 1000x600 mm, con las siguientes características:

	Ak (m ²)	Vk (m/s)	P (Pa)	Medidas elegibles (mm)
TAE	0,3002	3,7	22	1000X600

Al seleccionar las rejillas y haber dimensionado el conducto, ya estaríamos en disposición de poder seleccionar los puntos de trabajo de los ventiladores. Los ventiladores tendrán que vencer la pérdida de carga que presenta la propia longitud del conducto, por cada metro.

Además deberán ser capaces de vencer también las pérdidas de carga que presentan los codos y finales de conducto, la que presenta la rejilla de aire exterior, y la que presenta la rejilla más alejada de la red de dicho ventilador.

Para los codos se toman 1,04 m adicionales de longitud, y para los finales de conducto, 0,93 m adicionales. Las características de las 3 redes de conducto serán las siguientes:

	Longitud total (m)	Número de codos	Finales de conducto	Subida (m)	Longitud total (m)
Extracción 1	46,31	4	1	5	56,4
Extracción 2	45,98	4	1	5	56,07
Admisión	44,94	4	1	5	55,03

Ahora es el momento de usar las pérdidas de carga por metro que hemos averiguado al dimensionar los conductos. Las pérdidas de carga a vencer en cada red serán:

$$P_{ext1} = 56,4 \times 2 \frac{Pa}{m} + 3,2 + 22 = 138 Pa$$

$$P_{ext2} = 56,07 \times 2 \frac{Pa}{m} + 3,2 + 22 = 137,34 Pa$$

$$P_{adm} = 55,03 \times 1,5 \frac{Pa}{m} + 2,81 + 22 = 107,36 Pa$$

El punto de trabajo y los ventiladores y extractores elegidos serán los siguientes:

	Presión (Pa)	Caudal (m ³ /h)	Elección	Pot. Absorbida (W)
Extracción 1	138	7020	CHAT/4-560 N	1500
Extracción 2	137,34	7020	CHAT/4-560 N	1500
Admisión	107,36	11232	CVTT 15/15	2200

Para la extracción se han elegido dos extractores CHAT/4-560 N, y para la admisión, un ventilador CVTT 15/15, de Soler&Palau.

La distribución de toda la instalación calculada puede consultarse en los planos adjuntos.

8.3.6 Servicios generales

Los circuitos de servicios generales han sido calculados de la misma forma que se ha empleado para calcular las derivaciones individuales de cada vivienda, y paralelamente han sido calculados con DMelect, confirmando que los cálculos son correctos.

Los circuitos quedan de la siguiente forma:

	P(W)	L(m)	e(%)	V	S(mm ²)	Conductor (mm ²)	Tubo(mm)
Alumbrado escaleras	300	50	0,74	230	1,5	2x(1x1,5)+1,5	16
Alumbrado Planta baja	600	75	2,22	230	1,5	2x(1x1,5)+1,5	16
Alumbrado Planta 1	500	80	1,97	230	1,5	2x(1x1,5)+1,5	16
Alumbrado Planta 2	500	85	2,09	230	1,5	2x(1x1,5)+1,5	16
Videoportero	100	25	0,08	230	2,5	2x(1x2,5)+2,5	20
TC en cuadro	1500	5	0,23	230	2,5	2x(1x2,5)+2,5	20
Contadores agua	500	20	0,3	230	2,5	2x(1x2,5)+2,5	20
RITI-RITS	3000	40	2,26	230	4	2x(1x4)+4	20
Ascensor	7500	20	0,31	400	6	4x(1x6)+6	25
Grupo presión	1500	20	0,15	400	2,5	4x(1x2,5)+2,5	20
DI a Garaje	18,82	30	1,5	400	2,5	4x(1x6)+6	20

8.3.7 Pararrayos

Lo primero es comprobar como de necesaria es la instalación de un pararrayos en el edificio. Esto depende de la eficacia E de protección contra el rayo del edificio.

$$E = 1 - \frac{N_a}{N_e}$$

N_e es la frecuencia esperada de impactos, y N_a es el riesgo admisible. Se calculan mediante las siguientes expresiones:

$$N_e = N_g A_e C_1 10^{-6}$$
$$N_a = \frac{5,5}{C_2 C_3 C_4 C_5} 10^{-3}$$

Para calcular N_e , debemos seleccionar el valor N_g , que depende de la zona de España donde se encuentre el edificio:



Para nosotros el valor N_g será 1,5 (zona de Alicante). A_e es la superficie de captura equivalente del edificio aislado en m^2 , que es la delimitada por una línea trazada a una distancia $3H$ de cada uno de los puntos del perímetro del edificio, siendo H la altura del edificio en el punto del perímetro considerado.

La altura de nuestro edificio es $H=18\text{m}$, y por lo tanto $3H=54\text{m}$. Por otro lado, la longitud del edificio es $L=43.8\text{m}$ y su anchura es $A=11,94\text{m}$, así que el valor de A_e será:

$$A_e = (A + 2 * 54)(L + 2 * 54) = (A + 108)(L + 108) = 18.207\text{m}^2$$

Por otro lado C_1 es un valor que depende del entorno del edificio.

C_1 : coeficiente relacionado con el entorno, según la tabla 1.1.

Tabla 1.1 Coeficiente C_1

Situación del edificio	C_1
Próximo a otros edificios o árboles de la misma altura o más altos	0,5
Rodeado de edificios más bajos	0,75
Aislado	1
Aislado sobre una colina o promontorio	2

Nosotros tomaremos $C_1=0,5$. Ya podemos calcular N_e :

$$N_e = 1,5 * 18207 * 0,5 * 10^{-6} = 0,0136$$

Para calcular los coeficientes C_2 , C_3 , C_4 y C_5 necesarios para saber el valor N_a , se recurre a tablas proporcionadas por el SUA 8:

Tabla 1.2 Coeficiente C_2

	Cubierta metálica	Cubierta de hormigón	Cubierta de madera
Estructura metálica	0,5	1	2
Estructura de hormigón	1	1	2,5
Estructura de madera	2	2,5	3

Tabla 1.3 Coeficiente C_3

Edificio con contenido inflamable	3
Otros contenidos	1

Tabla 1.4 Coeficiente C_4

Edificios no ocupados normalmente	0,5
<i>Usos Pública Concurrencia, Sanitario, Comercial, Docente</i>	3
Resto de edificios	1

Tabla 1.5 Coeficiente C_5

Edificios cuyo deterioro pueda interrumpir un servicio imprescindible (hospitales, bomberos, ...) o pueda ocasionar un impacto ambiental grave	5
Resto de edificios	1

Nosotros tomaremos los siguientes valores:

$C_2=1$

C3=1
C4=1
C5=1

Y por tanto tenemos:

$$N_a = \frac{5,5}{1 * 1 * 1 * 1} 10^{-3} = 0,0055$$

Así que nuestro valor E sería

$$E = 1 - \frac{0,0055}{0,0136} = 0,6$$

Tabla 2.1 Componentes de la instalación

<i>Eficiencia requerida</i>	<i>Nivel de protección</i>
$E \geq 0,98$	1
$0,95 \leq E < 0,98$	2
$0,80 \leq E < 0,95$	3
$0 \leq E < 0,80$ ⁽¹⁾	4

⁽¹⁾ Dentro de estos límites de *eficiencia* requerida, la instalación de protección contra el rayo no es obligatoria.

Según la tabla, para nuestro caso correspondería un nivel de protección 4, aunque no sería obligatorio instalar pararrayos. No obstante, cabe destacar que se tienen dudas respecto al coeficiente C3 usado para calcular Na. En un principio es complicado determinar hasta qué punto el edificio contiene contenido inflamable o no.

En la edición del SUA 8 con comentarios del Ministerio de Fomento, se aclara en primer lugar se refiere a material inflamable y no explosivo. En segundo lugar, pone como ejemplo de edificio con contenido inflamable un edificio con "grandes cantidades de papel".

Dado que en nuestro edificio existirá cierto material inflamable (mobiliario y carpintería por ejemplo), si eligiéramos para este coeficiente un valor de 3, nuestra nueva E sería de 0,86, por lo que en este caso correspondería un nivel de protección 3, y esta vez sí sería obligatorio la instalación de un pararrayos, por lo que la diferencia en este aspecto para el caso que nos aborda es grande.

Nosotros entenderemos que en esta parte, el SUA 8 se refiere, aunque de una forma un tanto ambigua, a otro tipo de edificios distinto a una vivienda convencional, y por lo tanto al tomar un valor C3=1, se instalará un pararrayos nivel de protección 4, por precaución pese a no ser obligatorio en este supuesto tal como hemos comentado previamente.

Por tanto, se instalará un pararrayos tipo "PDC" con dispositivo de cebado electropulsante, avance en el cebado de 15 μ s y radio de protección de 52 m

para un nivel de protección 4 según DB SUA Seguridad de utilización y accesibilidad (CTE), de 1 m de altura, según UNE 21186.

Este pararrayos irá unido a un mástil de acero galvanizado en caliente, de 1 1/2" de diámetro y 6 m de longitud, mediante una pieza de adaptación cabezal-mástil y acoplamiento cabezal-mástil-conductor, de latón. El mástil irá anclado a un trípode con placa base de 500x500x10 mm, de acero galvanizado en caliente, de 1 m de longitud, para fijar con tornillos a cubierta.

De esta estructura partirán dos bajadas (tal como establece la Norma Tecnológica NTE-IPP) compuestas por pletina conductora de cobre estañado, desnuda, de 30x2mm. Dicha pletina discurrirá a ser posible por las aristas del edificio, y se fijará al paramento mediante grapas. Se le conectará la antena parabólica mediante una vía de chispas.

Se instalará también un contador mecánico de los impactos de rayo recibidos por el sistema de protección. Para la protección de las bajadas de la pletina conductora, a pie de calle se le instalará un tubo de acero galvanizado, de 2 m de longitud, tanto para la protección de la instalación, como de los seres vivos.

8.3.8 Puesta a tierra

Para elegir la resistividad del terreno se ha hecho servir la tabla 4 de la ITC-BT-18 Instalaciones de puesta a tierra. Se ha elegido una resistividad de 500 ohm.m, la correspondiente a "Terraplenes cultivables poco fértiles y otros terraplenes".

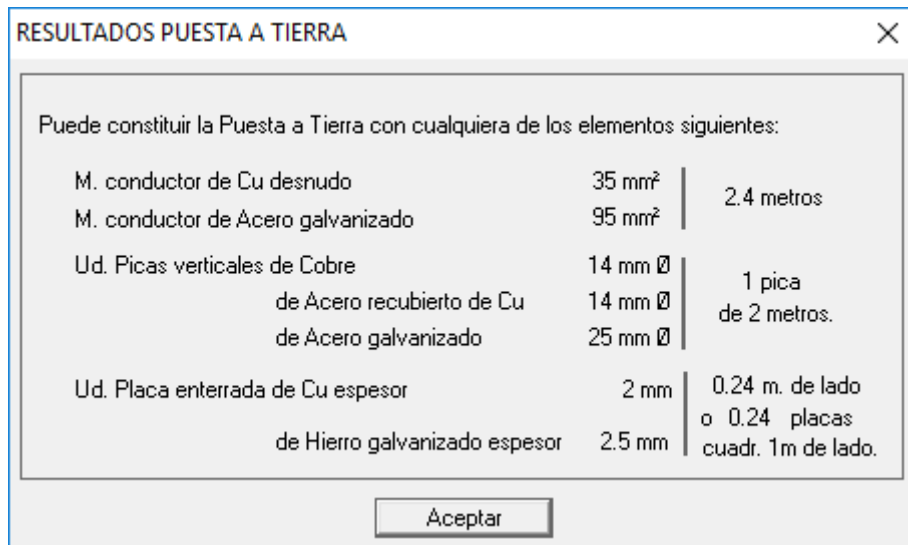
Se instalará un conductor de cobre desnudo de 35mm² de sección, en forma de anillo y a lo largo de todo el perímetro del edificio. Se unirá por soldadura a las cimentaciones, y además se instalarán 4 picas de puesta a tierra en las 4 esquinas del edificio, de acero cobreado, 2 metros de longitud y 14mm de diámetro, soldadas también al anillo, y en arquetas. La longitud total de conductor enterrado será de 125 m.

La instalación de puesta a tierra ha sido calculada con DMelect, introduciendo los valores de la resistividad del terreno, y de la resistencia de las picas.

La resistencia de las picas se calcula de la siguiente forma:

$$R = \frac{\text{Resistividad terreno}}{\text{Longitud pica}} = \frac{500}{2} = 250$$

Los resultados que obtenemos con el software son los siguientes:



Por lo que con nuestra instalación de puesta a tierra cumplimos con las exigencias muy holgadamente.

8.3.9 Software

Los cálculos de todas las líneas eléctricas se han realizado paralelamente con el programa DMelect. La protección contra cortocircuitos se ha calculado también con este software, cumpliendo todas las secciones elegidas con este requisito.

Tras los cálculos con DMelect se ha verificado que los resultados coinciden en su totalidad.

9 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

9.1. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.

9.1.1. Introducción.

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

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

Estas normas complementarias quedan resumidas a continuación:

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

9.1.2. Derechos y obligaciones.

9.1.2.1. Derecho a la protección frente a los riesgos laborales.

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

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

9.1.2.2. Principios de la acción preventiva.

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

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

9.1.2.3. Evaluación de los riesgos.

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

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

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

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

- Se puede producir un accidente o deterioro de una máquina si se pone en marcha sin conocer su modo de funcionamiento.
- La lubricación deficiente conduce a un desgaste prematuro por lo que los puntos de engrase manual deben ser engrasados regularmente.
- Puede haber ciertos riesgos si alguna palanca de la máquina no está en su posición correcta.

- El resultado de un trabajo puede ser poco exacto si las guías de las máquinas se desgastan, y por ello hay que protegerlas contra la introducción de virutas.
- Puede haber riesgos mecánicos que se deriven fundamentalmente de los diversos movimientos que realicen las distintas partes de una máquina y que pueden provocar que el operario:
 - Entre en contacto con alguna parte de la máquina o ser atrapado entre ella y cualquier estructura fija o material.
 - Sea golpeado o arrastrado por cualquier parte en movimiento de la máquina.
 - Ser golpeado por elementos de la máquina que resulten proyectados.
 - Ser golpeado por otros materiales proyectados por la máquina.
- Puede haber riesgos no mecánicos tales como los derivados de la utilización de energía eléctrica, productos químicos, generación de ruido, vibraciones, radiaciones, etc.

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

- Movimientos de rotación. Son aquellos movimientos sobre un eje con independencia de la inclinación del mismo y aún cuando giren lentamente. Se clasifican en los siguientes grupos:
 - Elementos considerados aisladamente tales como árboles de transmisión, vástagos, brocas, acoplamientos.
 - Puntos de atrapamiento entre engranajes y ejes girando y otras fijas o dotadas de desplazamiento lateral a ellas.
 - Movimientos alternativos y de traslación. El punto peligroso se sitúa en el lugar donde la pieza dotada de este tipo de movimiento se aproxima a otra pieza fija o móvil y la sobrepasa.
 - Movimientos de traslación y rotación. Las conexiones de bielas y vástagos con ruedas y volantes son algunos de los mecanismos que generalmente están dotadas de este tipo de movimientos.
 - Movimientos de oscilación. Las piezas dotadas de movimientos de oscilación pendular generan puntos de "tijera" entre ellas y otras piezas fijas.

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

9.1.2.4. Equipos de trabajo y medios de protección.

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

- La utilización del equipo de trabajo quede reservada a los encargados de dicha utilización.

- Los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento o conservación sean realizados por los trabajadores específicamente capacitados para ello.

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

9.1.2.5. Información, consulta y participación de los trabajadores

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

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

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

9.1.2.6. Formación de los trabajadores.

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

9.1.2.7. Medidas de emergencia.

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

9.1.2.8. Riesgo grave e inminente.

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

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

medios técnicos puestos a su disposición, de adoptar las medidas necesarias para evitar las consecuencias de dicho peligro.

9.1.2.9. Vigilancia de la salud.

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

9.1.2.10. Documentación.

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

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

9.1.2.11. Coordinación de actividades empresariales.

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

9.1.2.12. Protección de trabajadores especialmente sensibles a determinados riesgos.

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

9.1.2.13. Protección de la maternidad.

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

9.1.2.14. Protección de los menores.

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

9.1.2.15. Relaciones de trabajo temporales, de duración determinada y en empresas de trabajo temporal.

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

9.1.2.16. Obligaciones de los trabajadores en materia de prevención de riesgos.

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

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

- Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad.
- Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario.
- No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes.
- Informar de inmediato un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente.

9.1.3. Servicios de prevención.

9.1.3.1. Protección y prevención de riesgos profesionales.

En cumplimiento del deber de prevención de riesgos profesionales, el empresario designará uno o varios trabajadores para ocuparse de dicha

actividad, constituirá un servicio de prevención o concertará dicho servicio con una entidad especializada ajena a la empresa.

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

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

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

9.1.3.2. Servicios de prevención.

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

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

9.1.4. Consulta y participación de los trabajadores.

9.1.4.1. Consulta de los trabajadores.

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

- La planificación y la organización del trabajo en la empresa y la introducción de nuevas tecnologías, en todo lo relacionado con las consecuencias que éstas pudieran tener para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- La organización y desarrollo de las actividades de protección de la salud y prevención de los riesgos profesionales en la empresa, incluida la designación de los trabajadores encargados de dichas actividades o el recurso a un servicio de prevención externo.

- La designación de los trabajadores encargados de las medidas de emergencia.
- El proyecto y la organización de la formación en materia preventiva.

9.1.4.2. *Derechos de participación y representación.*

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

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

9.1.4.3. *Delegados de prevención.*

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

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

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

9.2. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LOS LUGARES DE TRABAJO.

9.2.1. Introducción.

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

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las **normas reglamentarias** las que fijarán y concretarán los aspectos más técnicos de las medidas preventivas, a través de normas mínimas que garanticen la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran necesariamente las

destinadas a *garantizar la seguridad y la salud en los lugares de trabajo*, de manera que de su utilización no se deriven riesgos para los trabajadores.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **486/1997** de 14 de Abril de 1.997 establece las ***disposiciones mínimas de seguridad y de salud aplicables a los lugares de trabajo***, entendiéndose como tales las áreas del centro de trabajo, edificadas o no, en las que los trabajadores deban permanecer o a las que puedan acceder en razón de su trabajo, sin incluir las obras de construcción temporales o móviles.

9.2.2. Obligaciones del empresario.

El empresario deberá adoptar las medidas necesarias para que la utilización de los lugares de trabajo no origine riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores.

En cualquier caso, los lugares de trabajo deberán cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el presente Real Decreto en cuanto a sus condiciones constructivas, orden, limpieza y mantenimiento, señalización, instalaciones de servicio o protección, condiciones ambientales, iluminación, servicios higiénicos y locales de descanso, y material y locales de primeros auxilios.

9.2.2.1. Condiciones constructivas.

El diseño y las características constructivas de los lugares de trabajo deberán ofrecer seguridad frente a los riesgos de resbalones o caídas, choques o golpes contra objetos y derrumbaciones o caídas de materiales sobre los trabajadores, para ello el pavimento constituirá un conjunto homogéneo, llano y liso sin solución de continuidad, de material consistente, no resbaladizo o susceptible de serlo con el uso y de fácil limpieza, las paredes serán lisas, guarnecidas o pintadas en tonos claros y susceptibles de ser lavadas y blanqueadas y los techos deberán resguardar a los trabajadores de las inclemencias del tiempo y ser lo suficientemente consistentes.

El diseño y las características constructivas de los lugares de trabajo deberán también facilitar el control de las situaciones de emergencia, en especial en caso de incendio, y posibilitar, cuando sea necesario, la rápida y segura evacuación de los trabajadores.

Todos los elementos estructurales o de servicio (cimentación, pilares, forjados, muros y escaleras) deberán tener la solidez y resistencia necesarias para soportar las cargas o esfuerzos a que sean sometidos.

Las dimensiones de los locales de trabajo deberán permitir que los trabajadores realicen su trabajo sin riesgos para su seguridad y salud y en condiciones ergonómicas aceptables, adoptando una superficie libre superior a 2 m² por trabajador, un volumen mayor a 10 m³ por trabajador y una altura

mínima desde el piso al techo de 2,50 m. Las zonas de los lugares de trabajo en las que exista riesgo de caída, de caída de objetos o de contacto o exposición a elementos agresivos, deberán estar claramente señalizadas.

El suelo deberá ser fijo, estable y no resbaladizo, sin irregularidades ni pendientes peligrosas. Las aberturas, desniveles y las escaleras se protegerán mediante barandillas de 90 cm de altura.

Los trabajadores deberán poder realizar de forma segura las operaciones de abertura, cierre, ajuste o fijación de ventanas, y en cualquier situación no supondrán un riesgo para éstos.

Las vías de circulación deberán poder utilizarse conforme a su uso previsto, de forma fácil y con total seguridad. La anchura mínima de las puertas exteriores y de los pasillos será de 100 cm.

Las puertas transparentes deberán tener una señalización a la altura de la vista y deberán estar protegidas contra la rotura.

Las puertas de acceso a las escaleras no se abrirán directamente sobre sus escalones, sino sobre descansos de anchura al menos igual a la de aquellos.

Los pavimentos de las rampas y escaleras serán de materiales no resbaladizos y caso de ser perforados la abertura máxima de los intersticios será de 8 mm. La pendiente de las rampas variará entre un 8 y 12 %. La anchura mínima será de 55 cm para las escaleras de servicio y de 1 m. para las de uso general.

Caso de utilizar escaleras de mano, éstas tendrán la resistencia y los elementos de apoyo y sujeción necesarios para que su utilización en las condiciones requeridas no suponga un riesgo de caída, por rotura o desplazamiento de las mismas. En cualquier caso, no se emplearán escaleras de más de 5 m de altura, se colocarán formando un ángulo aproximado de 75° con la horizontal, sus largueros deberán prolongarse al menos 1 m sobre la zona a acceder, el ascenso, descenso y los trabajos desde escaleras se efectuarán frente a las mismas, los trabajos a más de 3,5 m de altura, desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, sólo se efectuarán si se utiliza cinturón de seguridad y no serán utilizadas por dos o más personas simultáneamente.

Las vías y salidas de evacuación deberán permanecer expeditas y desembocarán en el exterior. El número, la distribución y las dimensiones de las vías deberán estar dimensionadas para poder evacuar todos los lugares de trabajo rápidamente, dotando de alumbrado de emergencia aquellas que lo requieran.

La instalación eléctrica no deberá entrañar riesgos de incendio o explosión, para ello se dimensionarán todos los circuitos considerando las sobreintensidades previsibles y se dotará a los conductores y resto de aparataje eléctrica de un nivel de aislamiento adecuado.

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

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección conectados a las carcasas de los receptores eléctricos, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada al tipo de local, características del terreno y constitución de los electrodos artificiales).

9.2.2.2. Orden, limpieza y mantenimiento. señalización.

Las zonas de paso, salidas y vías de circulación de los lugares de trabajo y, en especial, las salidas y vías de circulación previstas para la evacuación en casos de emergencia, deberán permanecer libres de obstáculos.

Las características de los suelos, techos y paredes serán tales que permitan dicha limpieza y mantenimiento. Se eliminarán con rapidez los desperdicios, las manchas de grasa, los residuos de sustancias peligrosas y demás productos residuales que puedan originar accidentes o contaminar el ambiente de trabajo.

Los lugares de trabajo y, en particular, sus instalaciones, deberán ser objeto de un mantenimiento periódico.

9.2.2.3. Condiciones ambientales.

La exposición a las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no debe suponer un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.

En los locales de trabajo cerrados deberán cumplirse las condiciones siguientes:

- La temperatura de los locales donde se realicen trabajos sedentarios propios de oficinas o similares estará comprendida entre 17 y 27 °C. En los locales donde se realicen trabajos ligeros estará comprendida entre 14 y 25 °C.
- La humedad relativa estará comprendida entre el 30 y el 70 por 100, excepto en los locales donde existan riesgos por electricidad estática en los que el límite inferior será el 50 por 100.

- Los trabajadores no deberán estar expuestos de forma frecuente o continuada a corrientes de aire cuya velocidad exceda los siguientes límites:
 - Trabajos en ambientes no calurosos: 0,25 m/s.
 - Trabajos sedentarios en ambientes calurosos: 0,5 m/s.
 - Trabajos no sedentarios en ambientes calurosos: 0,75 m/s.
- La renovación mínima del aire de los locales de trabajo será de 30 m³ de aire limpio por hora y trabajador en el caso de trabajos sedentarios en ambientes no calurosos ni contaminados por humo de tabaco y 50 m³ en los casos restantes.
- Se evitarán los olores desagradables.

9.2.2.4. Iluminación.

La iluminación será natural con puertas y ventanas acristaladas, complementándose con iluminación artificial en las horas de visibilidad deficiente. Los puestos de trabajo llevarán además puntos de luz individuales, con el fin de obtener una visibilidad notable. Los niveles de iluminación mínimos establecidos (lux) son los siguientes:

- Áreas o locales de uso ocasional: 50 lux
- Áreas o locales de uso habitual: 100 lux
- Vías de circulación de uso ocasional: 25 lux.
- Vías de circulación de uso habitual: 50 lux.
- Zonas de trabajo con bajas exigencias visuales: 100 lux.
- Zonas de trabajo con exigencias visuales moderadas: 200 lux.
- Zonas de trabajo con exigencias visuales altas: 500 lux.
- Zonas de trabajo con exigencias visuales muy altas: 1000 lux.

La iluminación anteriormente especificada deberá poseer una uniformidad adecuada, mediante la distribución uniforme de luminarias, evitándose los deslumbramientos directos por equipos de alta luminancia.

Se instalará además el correspondiente alumbrado de emergencia y señalización con el fin de poder iluminar las vías de evacuación en caso de fallo del alumbrado general.

9.2.2.5. Servicios higiénicos y locales de descanso.

En el local se dispondrá de agua potable en cantidad suficiente y fácilmente accesible por los trabajadores.

Se dispondrán vestuarios cuando los trabajadores deban llevar ropa especial de trabajo, provistos de asientos y de armarios o taquillas individuales con llave, con una capacidad suficiente para guardar la ropa y el calzado. Si los vestuarios no fuesen necesarios, se dispondrán colgadores o armarios para colocar la ropa.

Existirán aseos con espejos, retretes con descarga automática de agua y papel higiénico y lavabos con agua corriente, caliente si es necesario, jabón y toallas individuales u otros sistema de secado con garantías higiénicas. Dispondrán además de duchas de agua corriente, caliente y fría, cuando se realicen habitualmente trabajos sucios, contaminantes o que originen elevada sudoración. Llevarán alicatados los paramentos hasta una altura de 2 m. del suelo, con baldosín cerámico esmaltado de color blanco. El solado será continuo e impermeable, formado por losas de gres rugoso antideslizante.

Si el trabajo se interrumpiera regularmente, se dispondrán espacios donde los trabajadores puedan permanecer durante esas interrupciones, diferenciándose espacios para fumadores y no fumadores.

9.2.2.6. *Material y locales de primeros auxilios.*

El lugar de trabajo dispondrá de material para primeros auxilios en caso de accidente, que deberá ser adecuado, en cuanto a su cantidad y características, al número de trabajadores y a los riesgos a que estén expuestos.

Como mínimo se dispondrá, en lugar reservado y a la vez de fácil acceso, de un botiquín portátil, que contendrá en todo momento, agua oxigenada, alcohol de 96, tintura de yodo, mercurocromo, gasas estériles, algodón hidrófilo, bolsa de agua, torniquete, guantes esterilizados y desechables, jeringuillas, hervidor, agujas, termómetro clínico, gasas, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas, antiespasmódicos, analgésicos y vendas.

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

9.3.1. Introducción.

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

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

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **485/1997** de 14 de Abril de 1.997 establece las **disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y de salud en el trabajo**, entendiendo como tales aquellas

señalizaciones que referidas a un objeto, actividad o situación determinada, proporcionen una indicación o una obligación relativa a la seguridad o la salud en el trabajo mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminosa o acústica, una comunicación verbal o una señal gestual.

9.3.2. Obligación general del empresario.

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

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

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

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

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

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

La señalización dirigida a alertar a los trabajadores o a terceros de la aparición de una situación de peligro y de la consiguiente y urgente necesidad de actuar de una forma determinada o de evacuar la zona de peligro, se realizará mediante una señal luminosa, una señal acústica o una comunicación verbal.

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

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

9.4.1. Introducción.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de

garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

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

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

9.4.2. OBLIGACIÓN GENERAL DEL EMPRESARIO.

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

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

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

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

Adoptará las medidas necesarias para que, mediante un mantenimiento adecuado, los equipos de trabajo se conserven durante todo el tiempo de utilización en unas condiciones adecuadas. Todas las operaciones de mantenimiento, ajuste, desbloqueo, revisión o reparación de los equipos de trabajo se realizará tras haber parado o desconectado el equipo. Estas operaciones deberán ser encomendadas al personal especialmente capacitado para ello.

El empresario deberá garantizar que los trabajadores reciban una formación e información adecuadas a los riesgos derivados de los equipos de

trabajo. La información, suministrada preferentemente por escrito, deberá contener, como mínimo, las indicaciones relativas a:

- Las condiciones y forma correcta de utilización de los equipos de trabajo, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, así como las situaciones o formas de utilización anormales y peligrosas que puedan preverse.
- Las conclusiones que, en su caso, se puedan obtener de la experiencia adquirida en la utilización de los equipos de trabajo.

9.4.2.1. Disposiciones mínimas generales aplicables a los equipos de trabajo.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

9.4.2.2. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo móviles.

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

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

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

9.4.2.3. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para elevación de cargas.

Deberán estar instalados firmemente, teniendo presente la carga que deban levantar y las tensiones inducidas en los puntos de suspensión o de fijación. En cualquier caso, los aparatos de izar estarán equipados con limitador del recorrido del carro y de los ganchos, los motores eléctricos estarán provistos de limitadores de altura y del peso, los ganchos de sujeción serán de

acero con "pestillos de seguridad" y los carriles para desplazamiento estarán limitados a una distancia de 1 m de su término mediante topes de seguridad de final de carrera eléctricos.

Deberá figurar claramente la carga nominal.

Deberán instalarse de modo que se reduzca el riesgo de que la carga caiga en picado, se suelte o se desvíe involuntariamente de forma peligrosa.

En cualquier caso, se evitará la presencia de trabajadores bajo las cargas suspendidas. Caso de ir equipadas con cabinas para trabajadores deberá evitarse la caída de éstas, su aplastamiento o choque.

Los trabajos de izado, transporte y descenso de cargas suspendidas, quedarán interrumpidos bajo régimen de vientos superiores a los 60 km/h.

9.4.2.4. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para movimiento de tierras y maquinaria pesada en general.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

9.4.2.5. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a la maquinaria herramienta.

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

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

Las que se utilicen en ambientes inflamables o explosivos estarán protegidas mediante carcasas antideflagrantes. Se prohíbe la utilización de

máquinas accionadas mediante combustibles líquidos en lugares cerrados o de ventilación insuficiente.

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

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

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

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

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

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

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

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

En la soldadura oxiacetilénica (oxicorte) no se mezclarán botellas de gases distintos, éstas se transportarán sobre bateas enjauladas en posición vertical y atadas, no se ubicarán al sol ni en posición inclinada y los mecheros estarán dotados de válvulas antirretroceso de la llama. Si se desprenden

pinturas se trabajará con mascarilla protectora y se hará al aire libre o en un local ventilado.

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

9.5.1. Introduccion.

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

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

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

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

Al tratarse de una obra con las siguientes condiciones:

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

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

9.5.2. Estudio básico de seguridad y salud.

9.5.2.1. Riesgos más frecuentes en las obras de construcción.

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

- Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.
- Relleno de tierras.
- Encofrados.
- Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.
- Trabajos de manipulación del hormigón.
- Montaje de estructura metálica
- Montaje de prefabricados.
- Albañilería.
- Cubiertas.
- Alicatados.
- Enfoscados y enlucidos.
- Solados con mármoles, terrazos, plaquetas y asimilables.
- Carpintería de madera, metálica y cerrajería.
- Montaje de vidrio.
- Pintura y barnizados.
- Instalación eléctrica definitiva y provisional de obra.
- Instalación de fontanería, aparatos sanitarios, calefacción y aire acondicionado.
- Instalación de antenas y pararrayos.

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

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

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

9.5.2.2. Medidas preventivas de carácter general.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Se recomienda evitar los barrizales, en prevención de accidentes.

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

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

Es conveniente que los vestidos estén configurados en varias capas al comprender entre ellas cantidades de aire que mejoran el aislamiento al frío.

Empleo de guantes, botas y orejeras. Se resguardará al trabajador de vientos mediante apantallamientos y se evitará que la ropa de trabajo se empape de líquidos evaporables.

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

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

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

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

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

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

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

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

9.5.2.3. Medidas preventivas de carácter particular para cada oficio

Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.

Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.

Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación, para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno, señalizándose además mediante una línea esta distancia de seguridad.

Se eliminarán todos los bolos o viseras de los frentes de la excavación que por su situación ofrezcan el riesgo de desprendimiento.

La maquinaria estará dotada de peldaños y asidero para subir o bajar de la cabina de control. No se utilizará como apoyo para subir a la cabina las llantas, cubiertas, cadenas y guardabarros.

Los desplazamientos por el interior de la obra se realizarán por caminos señalizados.

Se utilizarán redes tensas o mallazo electrosoldado situadas sobre los taludes, con un solape mínimo de 2 m.

La circulación de los vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de la excavación no superior a los 3 m. para vehículos ligeros y de 4 m para pesados.

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

El acceso y salida de los pozos y zanjas se efectuará mediante una escalera sólida, anclada en la parte superior del pozo, que estará provista de zapatas antideslizantes.

Cuando la profundidad del pozo sea igual o superior a 1,5 m., se entibará (o encamisará) el perímetro en prevención de derrumbamientos.

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

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

Se procederá a solicitar de la compañía propietaria de la línea eléctrica el corte de fluido y puesta a tierra de los cables, antes de realizar los trabajos.

La línea eléctrica que afecta a la obra será desviada de su actual trazado al límite marcado en los planos.

La distancia de seguridad con respecto a las líneas eléctricas que cruzan la obra, queda fijada en 5 m, en zonas accesibles durante la construcción.

Se prohíbe la utilización de cualquier calzado que no sea aislante de la electricidad en proximidad con la línea eléctrica.

Relleno de tierras.

Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en el interior.

Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar las polvaredas. Especialmente si se debe conducir por vías públicas, calles y carreteras.

Se instalará, en el borde de los terraplenes de vertido, sólidos topes de limitación de recorrido para el vertido en retroceso.

Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5 m. en torno a las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento.

Los vehículos de compactación y apisonado, irán provistos de cabina de seguridad de protección en caso de vuelco.

Encofrados.

Se prohíbe la permanencia de operarios en las zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado de tablonés, sopandas, puntales y ferralla; igualmente se procederá durante la elevación de viguetas, nervios, armaduras, pilares, bovedillas, etc.

El ascenso y descenso del personal a los encofrados, se efectuará a través de escaleras de mano reglamentarias.

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

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

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

Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.

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

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

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

Se prohíbe trepar por las armaduras en cualquier caso.

Se prohíbe el montaje de zunchos perimetrales, sin antes estar correctamente instaladas las redes de protección.

Se evitará, en lo posible, caminar por los fondillos de los encofrados de jácenas o vigas.

Trabajos de manipulación del hormigón.

Se instalarán fuertes topes final de recorrido de los camiones hormigonera, en evitación de vuelcos.

Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigoneras a menos de 2 m. del borde de la excavación.

Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.

Se procurará no golpear con el cubo los encofrados, ni las entibaciones.

La tubería de la bomba de hormigonado se apoyará sobre caballetes, arriostrándose las partes susceptibles de movimiento.

Para vibrar el hormigón desde posiciones sobre la cimentación que se hormigona, se establecerán plataformas de trabajo móviles formadas por un mínimo de tres tablones, que se dispondrán perpendicularmente al eje de la zanja o zapata.

El hormigonado y vibrado del hormigón de pilares, se realizará desde "castilletes de hormigonado"

En el momento en el que el forjado lo permita, se izará en torno a los huecos el peto definitivo de fábrica, en prevención de caídas al vacío.

Se prohíbe transitar pisando directamente sobre las bovedillas (cerámicas o de hormigón), en prevención de caídas a distinto nivel.

Montaje de estructura metálica.

Los perfiles se apilarán ordenadamente sobre durmientes de madera de soporte de cargas, estableciendo capas hasta una altura no superior al 1'50 m.

Una vez montada la "primera altura" de pilares, se tenderán bajo ésta redes horizontales de seguridad.

Se prohíbe elevar una nueva altura, sin que en la inmediata inferior se hayan concluido los cordones de soldadura.

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

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

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

Se prohíbe trepar directamente por la estructura y desplazarse sobre las alas de una viga sin atar el cinturón de seguridad.

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

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

Montaje de prefabricados.

El riesgo de caída desde altura, se evitará realizando los trabajos de recepción e instalación del prefabricado desde el interior de una plataforma de trabajo rodeada de barandillas de 90 cm., de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm., sobre andamios (metálicos, tubulares de borriquetas).

Se prohíbe trabajar o permanecer en lugares de tránsito de piezas suspendidas en prevención del riesgo de desplome.

Los prefabricados se acopiarán en posición horizontal sobre durmientes dispuestos por capas de tal forma que no dañen los elementos de enganche para su izado.

Se paralizará la labor de instalación de los prefabricados bajo régimen de vientos superiores a 60 Km/h.

Albañilería.

Los grandes huecos (patios) se cubrirán con una red horizontal instalada alternativamente cada dos plantas, para la prevención de caídas.

Se prohíbe concentrar las cargas de ladrillos sobre vanos. El acopio de palets, se realizará próximo a cada pilar, para evitar las sobrecargas de la estructura en los lugares de menor resistencia.

Los escombros y cascotes se evacuarán diariamente mediante trompas de vertido montadas al efecto, para evitar el riesgo de pisadas sobre materiales.

Las rampas de las escaleras estarán protegidas en su entorno por una barandilla sólida de 90 cm. de altura, formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm.

Cubiertas.

El riesgo de caída al vacío se controlará instalando redes de horca alrededor del edificio. No se permiten caídas sobre red superiores a los 6 m. de altura.

Se paralizarán los trabajos sobre las cubiertas bajo régimen de vientos superiores a 60 km/h., lluvia, helada y nieve.

Alicatados.

El corte de las plaquetas y demás piezas cerámicas se ejecutará en vía húmeda, para evitar la formación de polvo ambiental durante el trabajo.

El corte de las plaquetas y demás piezas cerámicas se ejecutará en locales abiertos o a la intemperie, para evitar respirar aire con gran cantidad de polvo.

Enfoscados y enlucidos.

Las "miras", reglas, tablones, etc., se cargarán a hombro en su caso, de tal forma que al caminar, el extremo que va por delante, se encuentre por encima de la altura del casco de quién lo transporta, para evitar los golpes a otros operarios, los tropezones entre obstáculos, etc.

Se acordonará la zona en la que pueda caer piedra durante las operaciones de proyección de "garbancillo" sobre morteros, mediante cinta de banderolas y letreros de prohibido el paso.

Solados con mármoles, terrazos, plaquetas y asimilables.

El corte de piezas de pavimento se ejecutará en vía húmeda, en evitación de lesiones por trabajar en atmósferas pulverulentas.

Las piezas del pavimento se izarán a las plantas sobre plataformas emplintadas, correctamente apiladas dentro de las cajas de suministro, que no se romperán hasta la hora de utilizar su contenido.

Los lodos producto de los pulidos, serán orillados siempre hacia zonas no de paso y eliminados inmediatamente de la planta.

Carpintería de madera, metálica y cerrajería.

Los recortes de madera y metálicos, objetos punzantes, cascotes y serrín producidos durante los ajustes se recogerán y se eliminarán mediante las tolvas de vertido, o mediante bateas o plataformas emplintadas amarradas del gancho de la grúa.

Los cercos serán recibidos por un mínimo de una cuadrilla, en evitación de golpes, caídas y vuelcos.

Los listones horizontales inferiores contra deformaciones, se instalarán a una altura en torno a los 60 cm. Se ejecutarán en madera blanca, preferentemente, para hacerlos más visibles y evitar los accidentes por tropiezos.

El "cuelgue" de hojas de puertas o de ventanas, se efectuará por un mínimo de dos operarios, para evitar accidentes por desequilibrio, vuelco, golpes y caídas.

Montaje de vidrio.

Se prohíbe permanecer o trabajar en la vertical de un tajo de instalación de vidrio.

Los tajos se mantendrán libres de fragmentos de vidrio, para evitar el riesgo de cortes.

La manipulación de las planchas de vidrio se ejecutará con la ayuda de ventosas de seguridad.

Los vidrios ya instalados, se pintarán de inmediato a base de pintura a la cal, para significar su existencia.

Pintura y barnizados.

Se prohíbe almacenar pinturas susceptibles de emanar vapores inflamables con los recipientes mal o incompletamente cerrados, para evitar accidentes por generación de atmósferas tóxicas o explosivas.

Se prohíbe realizar trabajos de soldadura y oxicorte en lugares próximos a los tajos en los que se empleen pinturas inflamables, para evitar el riesgo de explosión o de incendio.

Se tenderán redes horizontales sujetas a puntos firmes de la estructura, para evitar el riesgo de caída desde alturas.

Se prohíbe la conexión de aparatos de carga accionados eléctricamente (puentes grúa por ejemplo) durante las operaciones de pintura de carriles, soportes, topes, barandillas, etc., en prevención de atrapamientos o caídas desde altura.

Se prohíbe realizar "pruebas de funcionamiento" en las instalaciones, tuberías de presión, equipos motobombas, calderas, conductos, etc. durante los trabajos de pintura de señalización o de protección de conductos.

Instalación eléctrica provisional de obra.

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

El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar.

Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos.

La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios o de planta, se efectuará mediante manguera eléctrica antihumedad.

El tendido de los cables y mangueras, se efectuará a una altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m. en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.

Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad.

Las mangueras de "alargadera" por ser provisionales y de corta estancia pueden llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los paramentos verticales.

Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.

Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.

Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a "pies derechos" firmes.

Las maniobras a ejecutar en el cuadro eléctrico general se efectuarán subido a una banqueta de maniobra o alfombrilla aislante.

Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie.

La tensión siempre estará en la clavija "hembra", nunca en la "macho", para evitar los contactos eléctricos directos.

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

- 300 mA Alimentación a la maquinaria.
- 30 mA Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.
- 30 mA Para las instalaciones eléctricas de alumbrado.

Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.

El neutro de la instalación estará puesto a tierra.

La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.

El hilo de toma de tierra, siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos.

La iluminación mediante portátiles cumplirá la siguiente norma:

- Portalámparas estanco de seguridad con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada estanca de seguridad, alimentados a 24 V.
- La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 m., medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.
- La iluminación de los tajos, siempre que sea posible, se efectuará cruzada con el fin de disminuir sombras.
- Las zonas de paso de la obra, estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.

No se permitirá las conexiones a tierra a través de conducciones de agua.

No se permitirá el tránsito de carretillas y personas sobre mangueras eléctricas, pueden pelarse y producir accidentes.

No se permitirá el tránsito bajo líneas eléctricas de las compañías con elementos longitudinales transportados a hombro (pértigas, reglas, escaleras de mano y asimilables). La inclinación de la pieza puede llegar a producir el contacto eléctrico.

Instalación de fontanería, aparatos sanitarios, calefacción y aire acondicionado.

El transporte de tramos de tubería a hombro por un solo hombre, se realizará inclinando la carga hacia atrás, de tal forma que el extremo que va por delante supere la altura de un hombre, en evitación de golpes y tropiezos con otros operarios en lugares poco iluminados o iluminados a contra luz.

Se prohíbe el uso de mecheros y sopletes junto a materiales inflamables.

Se prohíbe soldar con plomo, en lugares cerrados, para evitar trabajos en atmósferas tóxicas.

Instalación de antenas y pararrayos.

Bajo condiciones meteorológicas extremas, lluvia, nieve, hielo o fuerte viento, se suspenderán los trabajos.

Se prohíbe expresamente instalar pararrayos y antenas a la vista de nubes de tormenta próximas.

Las antenas y pararrayos se instalarán con ayuda de la plataforma horizontal, apoyada sobre las cuñas en pendiente de encaje en la cubierta, rodeada de barandilla sólida de 90 cm. de altura, formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié, dispuesta según detalle de planos.

Las escaleras de mano, pese a que se utilicen de forma "momentánea", se anclarán firmemente al apoyo superior, y estarán dotados de zapatas antideslizantes, y sobrepasarán en 1 m. la altura a salvar.

Las líneas eléctricas próximas al tajo, se dejarán sin servicio durante la duración de los trabajos.

9.5.3. Disposiciones específicas de seguridad y salud durante la ejecución de las obras.

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

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

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

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

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

9.6.1. Introducción.

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

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

9.6.2. Obligaciones generales del empresario.

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

9.6.2.1. Protectores de la cabeza.

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

9.6.2.2. Protectores de manos y brazos.

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

9.6.2.3. Protectores de pies y piernas.

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

- Rodilleras.

9.6.2.4. Protectores del cuerpo.

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