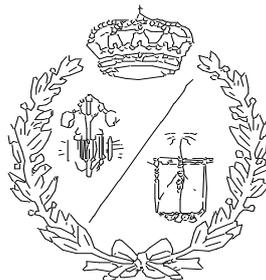


**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS  
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN**

**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**



***Proyecto Fin de Grado***

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN EDIFICIO  
DE VIVIENDAS**

**(Electrical Installation of a Residential  
Building)**

Para acceder al Título de

**GRADUADO EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES**

**Autor: Oscar Elizondo García**

**Junio 2020**



## RESUMEN

|                            |   |              |            |
|----------------------------|---|--------------|------------|
| <b>TÍTULO</b>              | Instalación Eléctrica de un Edificio de Viviendas |              |            |
| <b>AUTOR</b>               | Oscar Elizondo García                             |              |            |
| <b>DIRECTOR/CODIRECTOR</b> | Alfredo Ortiz Fernández                           |              |            |
| <b>TITULACIÓN</b>          | Grado en Tecnologías Industriales                 | <b>FECHA</b> | JUNIO 2020 |

### PLABRAS CLAVE / KEYWORDS

Instalación eléctrica / *Electrical installation.*

Instalación de enlace / *Link Installation.*

Instalación de puesta a tierra / *Grounding installation.*

Instalación interior viviendas / *Home interior installation.*

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA / SCOPE

El incipiente crecimiento de población, y el reciente desarrollo del parque empresarial Alto Asón, en Riancho, término municipal de Ramales de la Victoria, debido a la próxima construcción de una nave destinada a la cría de salmones, proyecto muy ambicioso que tendrá una importante repercusión en el desarrollo de la comarca del Alto Asón, hace que la zona se convierta en un emplazamiento idóneo para la ubicación del edificio de viviendas, cuya instalación eléctrica es objeto del presente proyecto.

*The incipient population growth, and the recent development of the Alto Asón business park, in Riancho, Ramales de la Victoria municipal district, due to the forthcoming construction of a warehouse for salmon farming, a very ambitious project that will have a significant impact In the development of the Alto Asón region, it makes the area an ideal location for the residential building, whose electrical installation is the subject of this project.*

## **DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO / PROJECT DESCRIPTION**

Este proyecto tiene como objeto el diseño, dimensionamiento y cálculo de la instalación eléctrica de un edificio residencial de 16 viviendas, velando por el cumplimiento de las prescripciones técnicas reglamentarias. El estudio contempla tanto la instalación de enlace con el edificio, así como, la instalación interior de baja tensión de cada una de las viviendas interiores, incluyendo los servicios comunitarios y los garajes. Además, dicho estudio, alberga el dimensionamiento de las protecciones de cada uno de los circuitos para garantizar la seguridad frente a sobrecargas y contactos directos. Están incluidos también, todos y cada uno de los planos para poder acometer la obra eléctrica. Otros documentos del presente trabajo, recogen el Pliego de Condiciones Técnicas, donde se proporcionan las características y calidades de todos los elementos que se emplearán para la correcta instalación eléctrica del edificio, y un Estudio Básico de Seguridad y Salud donde se establecen todas las condiciones de trabajo durante y después de la obra, para garantizar la seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, evitar posibles accidentes y enfermedades profesionales. Por último, el estudio recoge un documento donde se detalla el presupuesto de ejecución del proyecto.

*The purpose of this project is to design, dimension and calculate the electrical installation of a residential building with 16 houses, ensuring compliance with the regulatory technical requirements. The study includes both the link installation with the building, as well as the low-voltage interior installation of each of the interior dwellings, including community services and garages. In addition, said study houses the dimensioning of the protections of each of the circuits to guarantee safety against overloads and direct contacts. Each and every plan is also included to be able to undertake the electrical work. Other documents of this work include the Technical Specifications, where the characteristics and qualities of all the elements that will be used for the correct electrical installation of the building are provided, and a Basic Safety and Health Study where all the conditions of work during and after the work, to guarantee the safety of the workers against the electrical risk, to avoid possible accidents and professional illnesses. Finally, the study includes a document detailing the project's execution budget.*

**CONCLUSIONES.PRESUPUESTO / CONCLUSIONS.BUDGET**

Una vez realizado todos los cálculos y habiendo dimensionado la instalación eléctrica del edificio cumpliendo las prescripciones técnicas complementarias, se llega a la conclusión de la viabilidad positiva del presente proyecto.

El presupuesto de ejecución asciende a la cantidad de; cincuenta y dos mil seiscientos cuarenta y nueve euros, con cuarenta y dos céntimos.

**52.649,42 €**

*Once all the calculations have been carried out and the electrical installation of the building has been sized in compliance with the complementary technical requirements, the positive viability of this project is concluded.*

*The execution budget amounts to the amount of; fifty-two thousand six hundred and forty-nine euros, with forty-two cents.*

**52.649,42 €**

**BIBLIOGRAFÍA / REFERENCES****Libros / Books**

- Cabello, Manuel. Instalaciones en Edificio de Viviendas.
- Cabello, Manuel. Instalaciones eléctricas en Viviendas.
- Cabello, Manuel. Protecciones eléctricas.
- González Lezcano, Roberto. Diseño y Cálculo de Instalaciones Eléctricas en Baja Tensión.
- Lagunas Marqués, Ángel. Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión en Edificios de Viviendas.
- Rodríguez Pozueta, Miguel Ángel. Instalaciones Eléctricas en Edificios.

**Normas y reglamentos / Norms and regulations**

- RBT-2002: Reglamento electrotécnico de baja tensión e Instrucciones técnicas complementarias.
- Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace para el Suministro de Baja Tensión. En NÚMERO: NT-IEBT.01. Viesgo (2016).
- Normas UNE de referencia u otras para los materiales que puedan ser objeto de ellas.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo de fecha 9 de marzo de 1971.
- Norma Tecnológica de la Edificación NTE, del Ministerio de la Vivienda, con relación a Instalaciones de Electricidad, Protección y Telefonía.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales. Ley 31/1995 de 8 de noviembre de 1995.
- Norma Básica de la Edificación NBE-CPI/96 Condiciones de protección contra incendios en los edificios (REAL DECRETO 2177/1996, de 4 de octubre, por el que se aprueba la Norma).

**Sitios web / Websites**

- <https://es.rs-online.com/>
- <https://www.ilumitec.es/>
- <https://www.cablesrct.com/>
- <https://www.lighting.philips.es/>
- <https://www.efectoled.com/>

- <https://www.hager.es/>
- <https://www.safybox.com/es/>
- <https://www.topcable.com/es/>
- <https://www.groupe-cahors.com/>

### **Catálogos / Catalogs**

- Catálogo de fusibles df electric

### **Soporte Informático / Informatic support**

- AutoCad 2018.
- Microsoft Word 2010.
- Microsoft PowerPoint 2010.
- Microsoft Excel 2010.

## Índice

|   |    |
|---|----|
| 1. MEMORIA.....                                     | 14 |
| 1.1. ANTECEDENTES.....                              | 14 |
| 1.2. OBJETIVO DEL PROYECTO.....                     | 14 |
| 1.3. TÉCNICO.....                                   | 14 |
| 1.4. UBICACIÓN DEL EDIFICIO.....                    | 14 |
| 1.5. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS.....               | 16 |
| 1.6. NORMATIVA APLICADA.....                        | 17 |
| 1.7. EMPRESA SUMINISTRADORA.....                    | 18 |
| 1.8. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO.....                  | 18 |
| 1.8.1. Características Generales.....               | 18 |
| 1.8.2. Viviendas.....                               | 19 |
| 1.9. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....                     | 19 |
| 1.9.1. Datos generales.....                         | 19 |
| 1.9.2. Suministro.....                              | 20 |
| 1.9.3. Descripción de instalación eléctrica.....    | 20 |
| 1.10. ACOMETIDA.....                                | 22 |
| 1.11. INSTALACIÓN DE ENLACE.....                    | 22 |
| 1.11.1. Caja General de Protección.....             | 23 |
| 1.11.2. Línea General de Alimentación.....          | 26 |
| 1.11.3. Centralización de contadores.....           | 29 |
| 1.11.4. Derivaciones individuales.....              | 33 |
| 1.12. INSTALACIÓN ELÉCTRICA INTERIOR VIVIENDAS..... | 36 |
| 1.12.1. Cuadro general de mando y protección.....   | 36 |
| 1.12.2. Circuitos interiores de la vivienda.....    | 38 |

|   |    |
|---|----|
| 1.13. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE LOS SERVICIOS GENERALES...   | 43 |
| 1.14. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE LOS GARAJES.....             | 45 |
| 1.15. SELECCIÓN DE PROTECCIONES CONTRA SOBRECARGA.....      | 46 |
| 1.15.1. Caja general de protección.....                     | 47 |
| 1.15.2. Centralización de contadores.....                   | 48 |
| 1.15.3. Cuadro de las viviendas.....                        | 49 |
| 1.15.4. Cuadro de los servicios generales.....              | 49 |
| 1.15.5. Cuadro del garaje.....                              | 50 |
| 1.16. CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.....                      | 51 |
| 1.17. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.....                   | 52 |
| <br>  |    |
| 2. CÁLCULOS.....  | 56 |
| 2.1. PREVISIÓN DE CARGAS.....                               | 56 |
| 2.1.1. Previsión de cargas de viviendas.....                | 56 |
| 2.1.2. Previsión de cargas del garaje.....                  | 56 |
| 2.1.3. Previsión de cargas de servicios generales.....      | 58 |
| 2.1.4. Previsión de cargas total.....                       | 60 |
| 2.2. LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN.....                     | 60 |
| 2.3. DERIVACIONES INDIVIDUALES.....                         | 62 |
| 2.4. INSTALACIONES INTERIORES.....                          | 65 |
| 2.4.1. Circuitos en las viviendas.....                      | 65 |
| 2.4.2. Circuitos en el garaje.....                          | 67 |
| 2.4.3. Circuitos de los Servicios Generales.....            | 68 |
| 2.5. CÁLCULO Y SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES.....           | 69 |
| 2.5.1. Caja General de Protección.....                      | 69 |
| 2.5.2. Protecciones de la centralización de contadores..... | 70 |

|   |    |
|---|----|
| 2.5.3. Cuadros de Viviendas.....                        | 71 |
| 2.5.4. Cuadro del Garaje.....                           | 72 |
| 2.5.5. Cuadro de Servicios Generales.....               | 73 |
| 2.6. CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.....                   | 73 |
| 2.6.1. Línea General de Alimentación.....               | 73 |
| 2.6.2. Derivaciones Individuales.....                   | 74 |
| 2.6.3. Circuitos de Viviendas.....                      | 75 |
| 2.6.4. Circuitos del Garaje.....                        | 76 |
| 2.6.5. Circuitos de Servicios Generales.....            | 77 |
| 2.7. Cálculo de la instalación de puesta de tierra..... | 78 |
| 3. ANEXOS.....  | 81 |
| 3.1. ANEXO 1: TIPOS DE CABLES UTILIZADOS.....           | 81 |
| 4. PLANOS.....  | 86 |
| 4.1. PLANO 1.....                                       | 87 |
| 4.2. PLANO 2.....                                       | 88 |
| 4.3. PLANO 3.....                                       | 89 |
| 4.4. PLANO 4.....                                       | 90 |
| 4.5. PLANO 5.....                                       | 91 |
| 4.6. PLANO 6.....                                       | 92 |
| 4.7. PLANO 7.....                                       | 93 |
| 4.8. PLANO 8.....                                       | 94 |
| 4.9. PLANO 9.....                                       | 95 |
| 4.10. PLANO 10.....                                     | 96 |
| 4.11. PLANO 11.....                                     | 97 |

|  |     |
|--|-----|
| 5. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES.....                        | 98  |
| 5.1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES.....                      | 98  |
| 5.1.1. Ámbito de aplicación.....                               | 98  |
| 5.1.2. Disposiciones generales.....                            | 98  |
| 5.1.3. Condiciones facultativas legales.....                   | 98  |
| 5.1.4. Seguridad en el trabajo.....                            | 99  |
| 5.1.5. Seguridad pública.....                                  | 100 |
| 5.1.6. Organización del trabajo.....                           | 100 |
| 5.1.7. Planificación y coordinación.....                       | 102 |
| 5.1.8. Acopio de materiales.....                               | 102 |
| 5.1.9. Inspección y medidas previas al montaje.....            | 103 |
| 5.1.10. Planos, catálogos y muestras.....                      | 103 |
| 5.1.11. Variaciones de proyecto y cambio de materiales.....    | 104 |
| 5.1.12. Cooperación con otros instaladores.....                | 105 |
| 5.1.13. Protección.....  | 105 |
| 5.1.14. Limpieza de la obra.....                               | 105 |
| 5.1.15. Andamios y aparejos.....                               | 106 |
| 5.1.16. Obras de albañilería.....                              | 106 |
| 5.1.17. Energía eléctrica y agua.....                          | 106 |
| 5.1.18. Ruidos y vibraciones.....                              | 107 |
| 5.1.19. Accesibilidad.....                                     | 107 |
| 5.1.20. Canalizaciones.....                                    | 108 |
| 5.1.21. Manguitos pasamuros.....                               | 108 |
| 5.1.22. Protección de partes en movimiento.....                | 109 |
| 5.1.23. Protección de los elementos a temperatura elevada..... | 109 |
| 5.1.24. Cuadros y líneas eléctricas.....                       | 109 |

|   |     |
|---|-----|
| 5.1.25. Pinturas y colores.....                           | 110 |
| 5.1.26. Identificación.....                               | 110 |
| 5.1.27. Pruebas.....                                      | 111 |
| 5.1.28. Pruebas finales.....                              | 111 |
| 5.1.29. Recepción provisional.....                        | 111 |
| 5.1.30. Periodos de garantía.....                         | 112 |
| 5.1.31. Recepción definitiva.....                         | 113 |
| 5.1.32. Permisos.....                                     | 113 |
| 5.1.33. Entrenamiento.....                                | 113 |
| 5.1.34. Repuestos, herramientas y útiles específicos..... | 113 |
| 5.1.35. Subcontratación de las obras.....                 | 114 |
| 5.1.36. Riesgos.....                                      | 114 |
| 5.1.37. Rescisión del contrato.....                       | 114 |
| 5.1.38. Pago de obra.....                                 | 115 |
| 5.1.39. Abono de materiales acopiados.....                | 116 |
| 5.1.40. Disposición final.....                            | 116 |
| 5.2. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS.....                  | 116 |
| 5.2.1. Generalidades.....                                 | 116 |
| 5.2.2. Instalaciones eléctricas.....                      | 117 |
| 5.2.3. Sistemas de instalación.....                       | 120 |
| 5.2.4. Red de Tierra.....                                 | 123 |
| 5.2.5. Cuadro de distribución de baja tensión.....        | 124 |
| 5.2.6. Protección contra incendios.....                   | 124 |

|   |     |
|---|-----|
| 6. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....  | 125 |
| 6.1. OBJETO.....  | 125 |
| 6.2. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS EN LA OBRA.....  | 127 |
| 6.3. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LOS<br>LUGARES DE TRABAJO.....   | 128 |
| 6.3.1. Introducción.....  | 128 |
| 6.3.2. Obligaciones del empresario.....   | 129 |
| 6.4. DISPOSICIONES MÍNIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACIÓN DE<br>SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.....                              | 137 |
| 6.4.1. Introducción.....  | 137 |
| 6.4.2. Obligaciones del empresario.....   | 137 |
| 6.4.3. Señalización en seguridad.....   | 138 |
| 6.5. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA<br>UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE<br>TRABAJO..... | 138 |
| 6.5.1. Introducción.....  | 138 |
| 6.5.2. Obligaciones del empresario.....   | 139 |
| 6.6. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS<br>TRABAJADORES FRENTE AL RIESGO ELÉCTRICO.....                        | 142 |
| 6.6.1. Introducción.....  | 142 |
| 6.6.2. Obligaciones del empresario.....   | 142 |
| 6.6.3. Instalaciones eléctricas.....  | 144 |
| 6.6.4. Técnicas y procedimientos de trabajo.....  | 145 |
| 6.6.5. Formación e información de los trabajadores.....   | 146 |
| 6.7 MEDIDAS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIS).....  | 146 |
| 6.7.1. Caída de personas a distinto nivel.....  | 147 |
| 6.7.2 Golpes/Cortes por objetos o herramientas.....   | 147 |

|  |     |
|--|-----|
| 6.7.3. Proyecciones de fragmentos o partículas.....                    | 147 |
| 6.7.4. Contactos eléctricos.....                                       | 147 |
| 6.7.5. Exposición a sustancias nocivas o tóxicas.....                  | 147 |
| 6.7.6. Incendio.....   | 147 |
| 6.7.7. Accidentes causados por seres vivos.....                        | 147 |
| 6.8. NORMATIVA Y LEGISLACIÓN DE APLICACIÓN EN EL PRESENTE ESTUDIO..... | 148 |
| 7. PRESUPUESTO.....  | 150 |
| 7.1. MATERIALES UTILIZADOS.....  | 150 |
| 7.1.1. Fusibles.....   | 150 |
| 7.1.2. Conductores.....  | 150 |
| 7.1.3. Interruptores diferenciales.....                                | 151 |
| 7.1.4. Interruptores magnetotérmicos.....                              | 151 |
| 7.1.5. Iluminación.....  | 152 |
| 7.1.6. Cajas de protección y centralización de contadores.....         | 152 |
| 7.1.7. Contadores.....   | 153 |
| 7.2. GASTOS MANO DE OBRA.....  | 153 |
| 7.2.1. Mano Obra Materiales.....                                       | 153 |
| 7.2.2. Mano Obra Instalaciones interiores.....                         | 158 |
| 7.4. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA.....                        | 159 |
| 7.3. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL.....                            | 159 |
| 8. BIBLIOGRAFÍA.....   | 160 |

# **1. MEMORIA**

## **1.1. Antecedentes**

El incipiente crecimiento de población, y el reciente desarrollo del parque empresarial Alto Asón, en Riancho, término municipal de Ramales de la Victoria, debido a la próxima construcción de una nave destinada a la cría de salmones, proyecto muy ambicioso que tendrá una importante repercusión en el desarrollo de la comarca del Alto Asón, hace que la zona se convierta en un emplazamiento idóneo para la ubicación del edificio de viviendas objeto del presente proyecto.

## **1.2. Objetivo del Proyecto**

Este proyecto tiene como objetivo el diseño, dimensionamiento y cálculo de la instalación eléctrica de un edificio residencial, velando por el cumplimiento de las prescripciones reglamentarias. Este estudio contemplará la instalación de enlace con el edificio objeto del proyecto, así como, la instalación interior de baja tensión de cada una de las viviendas interiores, incluyendo los servicios comunitarios y los garajes. Comprenderá, por tanto, el estudio desde la caja general de protección hasta los circuitos receptores.

## **1.3. Técnico**

El presente proyecto ha sido realizado por Oscar Elizondo García, alumno de la Universidad de Cantabria para la obtención del título de Grado en Tecnologías Industriales.

## **1.4. Ubicación del edificio**

El edificio estará ubicado en Barrio de Riancho, Nº 18, Código Postal 39809, Ramales de la Victoria (Cantabria). En las siguientes imágenes, se puede observar la ubicación exacta del edificio objeto de estudio eléctrico en el presente trabajo.



Ilustración 1. Ubicación del edificio



Ilustración 2. Ubicación respecto a edificios reconocidos de la zona.



Ilustración 3. Ubicación ampliada.

## 1.5. Definiciones y Abreviaturas.

- REBT: Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- ITC: Instrucción Técnica Complementaria.
- BT: Baja Tensión.
- LGA: Línea General de Alimentación.
- DI: Derivación Individual.
- ITE: Inspección Técnica de Edificios.
- UNE: Una Norma Española.
- CGP: Caja General de Protección.
- C: Circuito.
- ICP: Interruptor de Control de Potencia.
- IG: Interruptor General.
- ID: Interruptor Diferencial.
- PIA: Pequeño Interruptor Automático.
- DGMP: Dispositivo General de Mando y Protección.
- Fu: Factor de utilización.
- Fs: Factor de simultaneidad.

## 1.6. Normativa Aplicada

Para la elaboración de este proyecto se ha tenido en cuenta las siguientes reglamentaciones y normas a las que se hace referencia continuación;

- 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 n.º 224 de 18 de septiembre de 2002 de conformidad con el Consejo de Estado. Con respecto a las instrucciones técnicas complementarias (ITC) cabe destacar como de aplicación más importante en este estudio las siguientes:
  - ITC BT 06: Redes aéreas para distribución en baja tensión.
  - ITC BT 07: Redes subterráneas para distribución en baja tensión.
  - ITC BT 10: Previsión de Cargas.
  - ITC BT 12: Instalaciones de enlace. Esquemas.
  - ITC BT 13: Instalaciones de enlace. Cajas de protección.
  - ITC BT 14: Instalaciones de enlace. Línea General de Alimentación.
  - ITC BT 15: Instalaciones de enlace. Derivaciones Individuales.
  - ITC BT 16: Instalaciones de enlace. Contadores.
  - ITC BT 17: Instalaciones de enlace. ICP.
  - ITC BT 18: Instalaciones de puesta a tierra.
  - ITC BT 19: Instalaciones de interiores. Prescripciones generales.
  - ITC BT 20: Instalaciones de interiores. Sistemas de instalación.
  - ITC BT 21: Instalaciones de interiores. Tubos protectores.
  - ITC BT 22: Instalaciones de interiores. Protección contra sobrecargas.
  - ITC BT 23: Instalaciones de interiores. Protección contra sobretensiones.
  - ITC BT 24: Instalaciones de interiores. Protección contra contactos directos e indirectos.
  - ITC BT 25: Instalaciones interiores en viviendas.
  - ITC BT 26: Instalaciones de interiores. Instalación interior en viviendas. Prescripciones generales.
  - ITC BT 29: Instalaciones con riesgo de incendio o explosión.

- Normas UNE de referencia utilizadas en el REBT.
- Normas internas de la compañía suministradora de electricidad.
- Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE), aplicables.
- Código Técnico de la Edificación y los correspondientes Documentos Básicos.

## 1.7. Empresa Suministradora.

La empresa suministradora será Viesgo Distribución España, con una tensión de alimentación 12/20 kV y una frecuencia de 50Hz.

## 1.8. Descripción del edificio.

### 1.8.1. Características generales.

El edificio será destinado a viviendas y a garaje para los propietarios de dichas viviendas. La parcela donde se encuentra ubicado el edificio estará equipada con zonas ajardinadas, un pequeño parque infantil y una zona destinada a aparcamiento exterior.

El edificio contará con cinco plantas, la planta baja destinada a garaje, la primera contará con el portal y cuatro viviendas, a la cual se accederá desde el exterior, a través de unas escaleras o una rampa con barandilla.

Planta del semisótano: Es la planta del garaje, que dispondrá de 14 plazas de aparcamiento de 9,15 m<sup>2</sup> cada una. Además, dispondrá de un cuarto de calderas.

Planta 1ª: Dispondrá del portal, con acceso al ascensor, del cuarto de contadores y de cuatro viviendas.

Planta 2ª a la 4ª: Dispondrán de cuatro viviendas cada una. Todas las viviendas serán iguales, con una pequeña diferencia de extensión entre los balcones de unas y otras.

### 1.8.2. Viviendas.

Las Viviendas de cada piso estarán igualmente repartidas. Sólo tendrán una pequeña diferencia en la superficie útil de su respectivo balcón. Tal reparto, será de la forma siguiente;

| Viviendas A y B |                      | Viviendas C y D |                      |
|-----------------|----------------------|-----------------|----------------------|
| Recibidor       | 3,78 m <sup>2</sup>  | Recibidor       | 3,78 m <sup>2</sup>  |
| Salón-Comedor   | 19,22 m <sup>2</sup> | Salón-Comedor   | 19,22 m <sup>2</sup> |
| Baño            | 5,3 m <sup>2</sup>   | Baño            | 5,3 m <sup>2</sup>   |
| Cocina          | 6,51 m <sup>2</sup>  | Cocina          | 6,51 m <sup>2</sup>  |
| Dormitorio 1    | 10,08 m <sup>2</sup> | Dormitorio 1    | 10,08 m <sup>2</sup> |
| Dormitorio 2    | 6,51 m <sup>2</sup>  | Dormitorio 2    | 6,51 m <sup>2</sup>  |
| Balcón          | 11,13 m <sup>2</sup> | Balcón          | 11,13 m <sup>2</sup> |
| TOTAL           | 62,53 m <sup>2</sup> | TOTAL           | 60,46 m <sup>2</sup> |

## 1.9. Instalación eléctrica.

### 1.9.1 Datos generales.

#### 1.9.1.1 Servicios generales.

Su instalación eléctrica estará formada por los siguientes circuitos generales;

- Ascensor.
- Alumbrado del portal.
- Alumbrado de la escalera.
- Alumbrado en cada planta.
- Alumbrado del cuarto de contadores y caldera.
- Portero automático.
- Tomas de corriente del portal.

#### 1.9.1.2. Garajes

La planta del garaje estará formada por los siguientes circuitos;

- Extracción.
- Iluminación garaje.
- Motor de la puerta.
- Central de detección de CO.

Debido a que la superficie del garaje es superior a 100 metros cuadrados, se hace necesario contar con un sistema de detección de CO por tener de capacidad superior a 5 vehículos.

### 1.9.1.3. Viviendas

Según el REBT en la ITC-BT-10, apartado 2.1, y teniendo en cuenta que ninguna de las viviendas del edificio cuenta con una superficie superior a 160 m<sup>2</sup>, que en ninguna vivienda se dispondrá de sistemas de calefacción eléctrica ni de acondicionamiento de aire, se dotará a dichas viviendas de un **grado de electrificación básico**, asignándole una potencia a cada vivienda de 5.750 W a 230 V

### 1.9.2 Suministro

La Red General de Distribución es propiedad de la compañía suministradora (Viesgo Distribución España). La conexión, a ésta, se realizará mediante la caja general de protección y la línea general de alimentación (LGA).

La corriente eléctrica será trifásica a 3 fases más neutro, con una tensión de 230/400 V, y una frecuencia de 50 Hz.

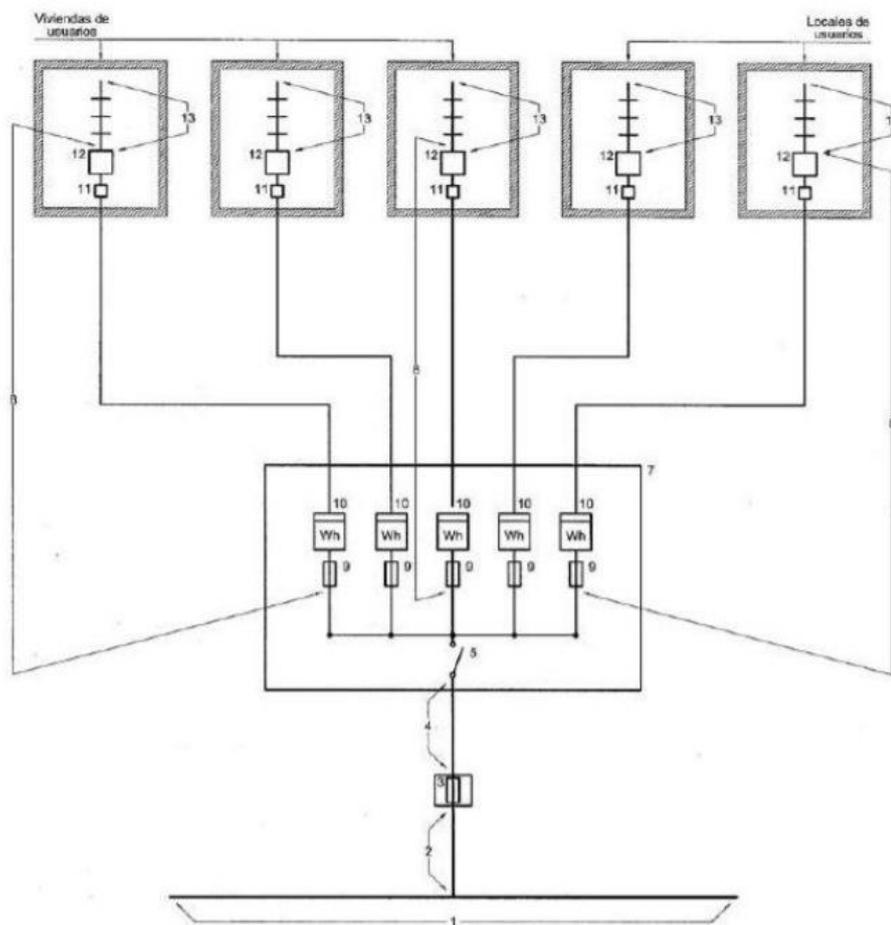
### 1.9.3 Descripción de instalación eléctrica

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:

1. Acometida.
2. Instalación de enlace
  - 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.
3. Instalaciones Interiores o línea que alimenta los equipos eléctricos.

En este proyecto, al tratarse de un edificio con varias viviendas, garajes y servicios generales, hemos considerado poner un cuarto de contadores de forma centralizada. El esquema de colocación referido será el siguiente:



### Leyenda

|   |                                 |    |  |
|---|---------------------------------|----|--|
| 1 | Red de distribución             | 8  | Derivación individual                        |
| 2 | Acometida                       | 9  | Fusible de seguridad                         |
| 3 | Caja general de protección      | 10 | Contador                                     |
| 4 | Línea general de alimentación   | 11 | Caja para ICP                                |
| 5 | Interruptor general de maniobra | 12 | Dispositivos generales de mando y protección |
| 7 | Emplazamiento de contadores     | 13 | Instalación interior                         |

## 1.10. Acometida

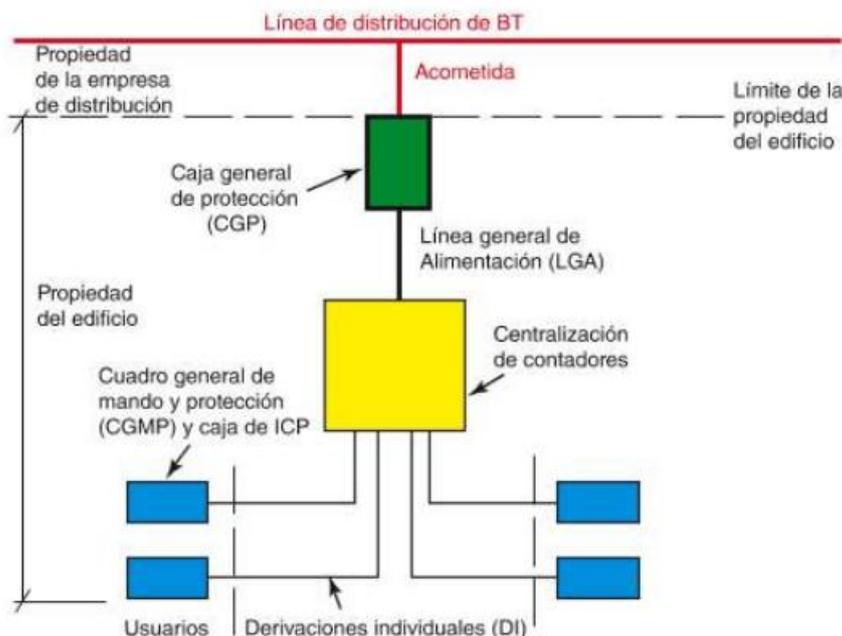
Es parte de la instalación de la red de distribución, que alimenta las cajas generales de protección (CGP). Esta línea está regulada por la ITC-BT-11. Debido a las características de nuestro edificio y a su ubicación, nuestra acometida será de tipo subterráneo, y por lo tanto, siguiendo las directrices de la ITC-BT-11 y de la ITC-BT-07 deberá cumplir con las siguientes prescripciones. Se realizarán utilizando trazados cortos, por lugares de uso común, evitando servidumbres innecesarias y se evitará siempre su paso por patios interiores, garajes, jardines privados, viales de conjuntos privados cerrados, etc... Las conexiones necesarias se realizarán manteniendo el aislamiento de los conductores hasta la CGP desde el origen de la acometida, de acuerdo con la previsión de cargas según ITC-BT-10, así como de las características de la red y del suministro. Se tendrán en cuenta las separaciones mínimas reglamentarias indicadas en el reglamento indicado, en los cruces y paralelismos con otras canalizaciones de agua, gas, líneas de telecomunicación y con otros conductores de energía eléctrica. Los conductores empleados serán de cobre de tensión no inferior a 1.000 V y con una sección no inferior a 6 mm<sup>2</sup>. Cuando las secciones empleadas superen a las indicadas, el neutro tendrá una sección igual a la mitad de la sección de los conductores de fase.

Al ser una línea de la suministradora eléctrica, es su responsabilidad y por tanto, no va a ser objeto de estudio más profundo en el presente proyecto.

## 1.11. Instalación de enlace

Se define como Instalación de enlace a todo conjunto de elementos que unen la red de distribución pública con los puntos de utilización del edificio. Esta instalación tiene su origen en la caja general de protección (CGP) y finaliza en las instalaciones interiores, es decir, en los cuadros generales de mando y protección de los usuarios.

Los elementos que componen una instalación de enlace se detallan en la siguiente ilustración;



### 1.11.1. Caja General de Protección.

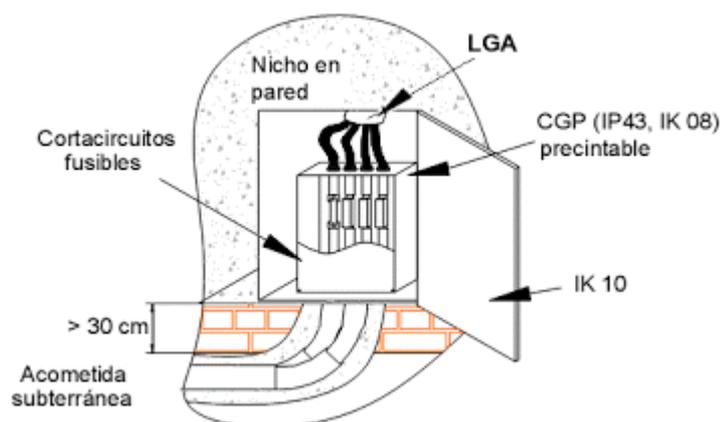
La Caja General de Protección (CGP) aloja los fusibles de protección de la línea general de alimentación, siendo su objetivo principal el de evitar que las averías producidas por clientes se extiendan a la red de distribución. Además, es la parte que separa la instalación correspondiente a la empresa suministradora de la instalación correspondiente al usuario.

Las CGP a instalar corresponden a los tipos especificados por la empresa suministradora, y dentro de ellas se colocan los fusibles de las tres fases y una conexión amovible para el neutro, ubicada en la parte izquierda de dichas fases. Los fusibles instalados deben tener un poder de corte mayor o igual a la corriente de cortocircuito prevista para el punto de red de distribución donde se instala dicha caja. Éstos además, se fabrican con un grado de protección IP43-IK08 de doble aislamiento o de aislamiento reforzado siendo obligatoriamente precintables. El esquema de la CGP es determinado por la empresa de distribución y estará en función de las necesidades del suministro solicitado y del tipo de red de distribución (aérea o subterránea) a la cual acomete el edificio.

Todo lo referente a las Cajas Generales de Protección se encuentra reglamentado en la ITC-BT-13 del REBT. Según dicha instrucción técnica y la normativa de la empresa suministradora (VIESGO Distribución), se dispone lo siguiente;

Se instalará en el lugar más cercano a la red de distribución, siempre de acuerdo entre la propiedad y VIESGO, siendo su emplazamiento en fachadas exteriores del edificio, en lugares libres y de acceso directo y permanente desde la vía pública.

Cómo nuestra acometida es subterránea se instalará siempre en un nicho en pared, que se cerrará con una puerta preferentemente metálica, con grado de protección IK 10 según UNE-EN 50.102, revestida exteriormente de acuerdo con las características del entorno y estará protegida contra la corrosión, disponiendo de una cerradura o candado normalizado por la empresa suministradora. La parte inferior de la puerta se encontrará a un mínimo de 30 cm del suelo.



### CGP de una acometida subterránea

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 la ITC-BT-21 para canalizaciones empotradas.

En todos los casos se procurará que la situación elegida, esté lo más próxima posible a la red de distribución pública y que quede alejada o en su defecto protegida adecuadamente, de otras instalaciones tales como de agua, gas, teléfono, etc..., según se indica en ITC-BT-06 y ITC-BT-07.

Los usuarios o instalador autorizado sólo tendrán acceso y podrán actuar sobre las conexiones con la línea general de alimentación previa comunicación a la empresa suministradora. La CGP a utilizar debe de corresponder a uno de los tipos recogidos en las especificaciones de la empresa suministradora y que hayan sido aprobadas por la Administración Pública competente.

Se utilizarán las cajas fabricadas según las normas UNE recogidas en la ITC-BT 13 y desarrollada en el Anexo I-Cajas Generales de Protección. Los portafusibles a instalar en las CGP serán maniobrables individualmente. Los fusibles serán de alto poder de ruptura, su curva de fusión responderá a las características “gG” y pérdidas reducidas.

El tipo de fusible a utilizar será del tipo NH, ya que cumplen con la premisa de alta capacidad de ruptura y abarcan un rango de intensidades nominales de los 6-1600 A.

Según la NT-IEBT.01 para instalaciones de enlace para el suministro de Baja Tensión de Viesgo Distribución, los valores normalizados de tamaño y calibre de fusibles para la caja general de protección son los siguientes;

| Tamaño    | Calibre  |          |         |         |            |
|-----------|----------|----------|---------|---------|------------|
|           | 100      | 160      | 250     | 400     | 630        |
| Tamaño 00 | BUC – 00 | BUC – 00 |         |         |            |
| Tamaño 0  |          | BUC – 0  |         |         |            |
| Tamaño 1  |          |          | BUC – 1 |         |            |
| Tamaño 2  |          |          |         | BUC – 2 |            |
| Tamaño 3  |          |          |         |         | BUC/NH - 3 |

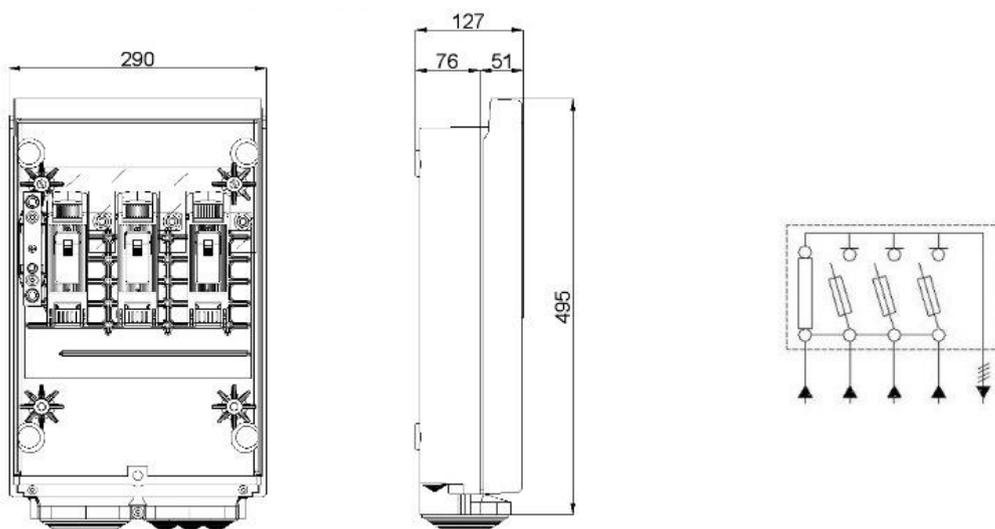
El calibre de nuestros fusibles tiene que ser de 160 A, debido a los cálculos realizados en el apartado 2 del presente proyecto, y el tamaño será del número 00.

En nuestro caso, debido a las características de caja que necesitamos y a los tipos que nuestra suministradora (VIESGO) tiene normalizadas, la CGP por la que nos hemos decantado será una **CGP-8-160/BUC** con las siguientes características;

- Base seccionable en carga, tamaño 00, 160 A.
- Base de neutro rígido.
- Tornillería de acero inoxidable engastada
- Esquema 8
- Dimensiones : Ancho : 495 mm, Espesor : 290 mm, Longitud: 127 mm



Código VIESGO: CGP-8-160/BUC



Esquema 8

### 1.11.2. Línea General de Alimentación (LGA)

Esta línea es la que alimenta el edificio, y se define como la parte de la instalación que enlaza la caja general de protección con la centralización de contadores. Sus prescripciones reglamentarias están reflejadas en la ITC-BT-14 del REBT.

La LGA Se puede instalar de diferentes formas:

- Conductores aislados en el interior de tubos empotrados, enterrados o en montaje superficial.
- Conductores aislados en el interior de canales protectoras cuya tapa sólo se pueda abrir con la ayuda de un útil.

- Conductores aislados en canalizaciones prefabricadas.
- Conductores aislados en el interior de canales protectores con tapa desmontable sólo con herramienta.
- Conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica proyectados y construidos para la canalización de dicha línea.

En los casos anteriores, los tubos y canales así como su instalación, cumplirán lo indicado en la ITC-BT-21, salvo en lo indicado en la presente instrucción. Las canalizaciones incluirán en cualquier caso, el conductor de protección.

En cuanto a la instalación de dicha línea y tal y como marca la ITC-BT14 del REBT, el trazado de la LGA será lo más corto y rectilíneo posible discurriendo por zonas de uso común. Cuando se instalen en el interior de tubos, su diámetro en función de la sección del cable a instalar será el que se indica en la tabla 1. Las uniones de los tubos rígidos serán roscadas o embutidas, de modo que no puedan separarse los extremos. Las canalizaciones incluirán, en cualquier caso, el conductor de protección.

| Secciones (mm <sup>2</sup> ) |        | Diámetro exterior de los tubos (mm) |
|------------------------------|--------|-------------------------------------|
| FASE                         | NEUTRO |                                     |
| 10 (Cu)                      | 10     | 75                                  |
| 16 (Cu)                      | 10     | 75                                  |
| 16 (Al)                      | 16     | 75                                  |
| 25                           | 16     | 110                                 |
| 35                           | 16     | 110                                 |
| 50                           | 25     | 125                                 |
| 70                           | 35     | 140                                 |
| 95                           | 50     | 140                                 |
| 120                          | 70     | 160                                 |
| 150                          | 70     | 160                                 |
| 185                          | 95     | 180                                 |
| 240                          | 120    | 200                                 |

**Tabla 1. Diámetro exterior tubos en función de la sección del cable**

En la misma ITC también hay unas directrices en lo referente a los cables y elementos de conducción:

- Los conductores a utilizar, tres de fase y uno de neutro, serán de Cobre, unipolares y aislados con polietileno reticulado (XLPE), siendo su tensión asignada 0,6/1 kV.

- Los cables y sistemas de conducción de cables deben instalarse de manera que no se reduzcan las características de la estructura del edificio en la seguridad contra incendios.
- Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Serán los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21.123 parte 4 ó 5 con la denominación genérica RZ1-K 0,6/1 KV los que cumplen con esta prescripción.
- Los elementos de conducción de cables con características equivalentes a los “no propagadores de la llama” de las normas UNEEN 50085-1 y UNEEN 50086-1.

Cómo la carga máxima a transportar por la LGA no supera los 150 kw, tal y cómo se ha calculado en el apartado 2 de cálculos, la centralización de contadores se realizará en un solo punto. Esto significa que en nuestro caso solamente necesitamos una LGA.

Para el cálculo de la sección de los cables se tendrá en cuenta, tanto la máxima caída de tensión, como la intensidad máxima admisible. La caída de tensión máxima permitida será de 0,5%, tal y cómo marca la ITC-BT14, cuando la línea general de alimentación este destinada a contadores totalmente centralizados, que es el caso de nuestro edificio.

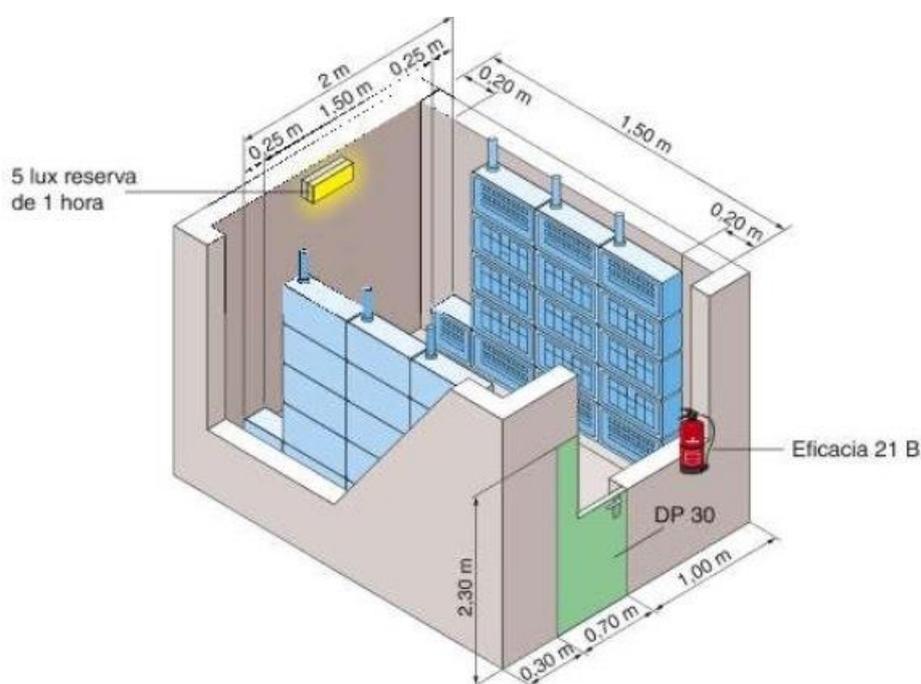
Teniendo en cuenta las condiciones y los resultados obtenidos descritos en el apartado de cálculos del presente proyecto, nuestra LGA tendrá las siguientes características:

| <b>Características de la LGA</b> |                        |              |                         |   |                      |
|----------------------------------|------------------------|--------------|-------------------------|---|----------------------|
| <b>POTENCIA<br/>(W)</b>          | <b>Tensión<br/>(V)</b> | <b>I (A)</b> | <b>Longitud<br/>(m)</b> | <b>Secciones<br/>Conductores<br/>(mm<sup>2</sup>)</b> | <b>Φe-t<br/>(mm)</b> |
| 87170 W                          | 400 V                  | 139,8 A      | 25 m                    | 3x70 + 35   | 140                  |

### 1.11.3 Centralización de contadores.

En edificios con varios abonados, tales como edificios de viviendas, como el nuestro caso particular, se hace necesario realizar una centralización de contadores. Cuando el número de viviendas sea superior a 16 los contadores contarán con un local habilitado para ello que deberá estar provisto de alumbrado de emergencia y de al menos una base de enchufe de 16 A 2p+T para servicios de mantenimiento.

Al tener el edificio menos de 12 plantas, los contadores se colocarán en la planta baja, entresuelo o primer sótano. La siguiente figura muestra las dimensiones que debe tener un local destinado a centralización de contadores.



Una vez conocidas las dimensiones, el local deberá cumplir con otra serie de condiciones:

- Estará situado en un lugar próximo a la entrada del edificio y a la canalización de las derivaciones individuales.
- Será de fácil y libre acceso.
- No servirá nunca de paso ni acceso a otros locales. En nuestro caso, dada la distribución de la planta no hemos conseguido evitar del todo este punto.

- Las paredes serán de clase M0 y los suelos de clase M1 (La clase M0 indica que un material es no combustible ante la acción térmica normalizada del ensayo correspondiente. Un material clase M1 es combustible, pero no inflamable, lo que implica que su combustión no se mantiene cuando cesa la aportación de calor desde un foco exterior).
- Estará separado de otros locales que tengan riesgo de incendio o produzcan vapores corrosivos, a la vez que no estará expuesto a vibraciones ni humedades.
- Dispondrá de ventilación e iluminación suficiente para comprobar el buen funcionamiento de todos sus componentes.
- La puerta de acceso abrirá siempre hacia el exterior y estará equipada con la cerradura que tenga normalizada la empresa distribuidora.
- 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.
- 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.
- Cada derivación individual debe llevar 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 se instalarán antes del contador y se colocarán 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.

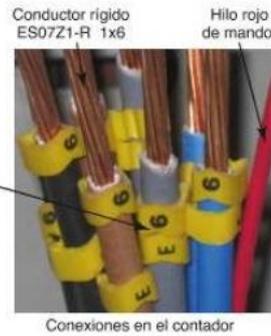
#### Conexión de las centralizaciones (Cableado)

El cableado se realiza con conductores de cobre unipolares, de 450/750V, de tipo HO7Z-R, libres de halógenos y discurren por los conductos situados en la parte posterior de las placas de fijación de los contadores. Deberán tener una sección mínima de 6 mm<sup>2</sup> (1,5 mm<sup>2</sup> para conductor rojo de mando si no hubiese contador inteligente). Todos los conductores deberán de estar identificados mediante anillas amarillas que permitirán determinar de qué abonado es



Figura 8.18. Conductores para la conexión de un contador.

**E** = Entrada: conductor procedente del embarrado principal que se conectará a la entrada del contador.  
**S** = Salida: conductor que se conectará a la salida del contador, por un extremo, y a un borne de salida, por el otro.  
**6**: identifica al abonado nº 6 de la centralización.



Conexiones en el contador



Conexiones en los bornes de salida

Figura 8.19. Detalle de identificación de conductores y conexiones.

### Centralización de contadores:

- Las concentraciones de contadores estarán concebidas para albergar los aparatos de medida, mando, control (ajeno al ICP) y protección de todas y cada una de las derivaciones individuales que se alimentan desde la propia concentración.
- Las envolventes estarán dotadas de precintos que impidan la manipulación interior.
- La propiedad del edificio o el usuario tendrán la responsabilidad del quebranto de los precintos que se coloquen y de la alteración de los elementos instalados que quedan bajo su custodia en el local en que se ubique la concentración de contadores.
- Las concentraciones permitirán la instalación de los elementos necesarios para la aplicación de las disposiciones tarifarias vigentes y permitirán la incorporación de los avances tecnológicos del momento.
- La colocación de la concentración de contadores, se realizará de tal forma que desde la parte inferior de la misma al suelo haya como mínimo una altura de 0,25 m y el cuadrante de lectura del aparato de medida situado más alto, no supere el 1,80 m.
- El cableado que efectúa las uniones embarrado-contador-borne de salida podrá ir bajo tubo o conducto.

Partes que componen una centralización de contadores.

- **Interruptor general de maniobra:** Su misión es dejar fuera de servicio a toda la concentración de contadores en caso de ser necesario (avería, mantenimiento, incendio, etc...). Mínimo de 250A, en nuestro caso por tener una previsión de potencia entre 80 y 150 kW. Será obligatorio para concentraciones de más de 2 contadores.
- **Embarrado general y fusibles de seguridad:** Se trata de la envolvente que aloja el embarrado general de la centralización, así como los fusibles de seguridad correspondientes a todos los usuarios del edificio.
- **Unidad funcional de medida:** Contiene los contadores, interruptores horarios y/o dispositivos de mando para la medida de la energía eléctrica.
- **Unidad funcional de mando:** Contiene el mando para el cambio de tarifa de cada suministro.
- **Embarrado de protección y bornes de salida:** Contiene el embarrado de protección donde se conectarán los cables de protección de cada derivación individual, así como los bornes de salida de las derivaciones individuales. El embarrado de protección, deberá estar señalizado con el símbolo normalizado de puesta a tierra y conectado a tierra.
- **Unidad funcional de telecomunicaciones:** Contiene el espacio para el equipo de comunicación y adquisición de datos.



Figura 8.11. Interruptor general de maniobra.

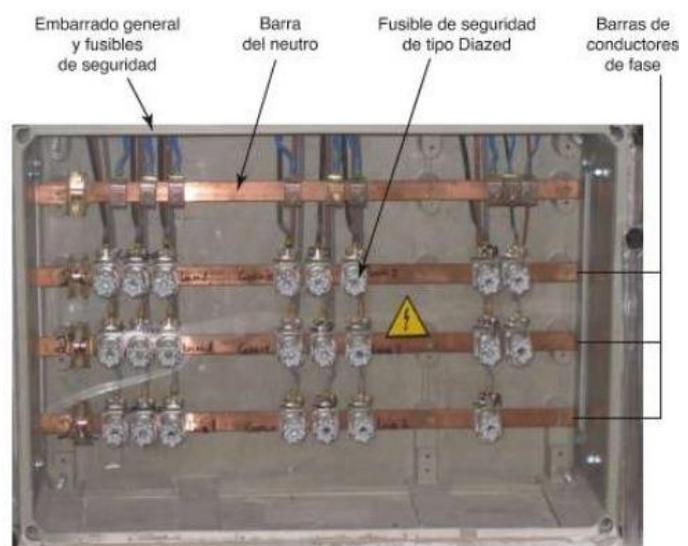
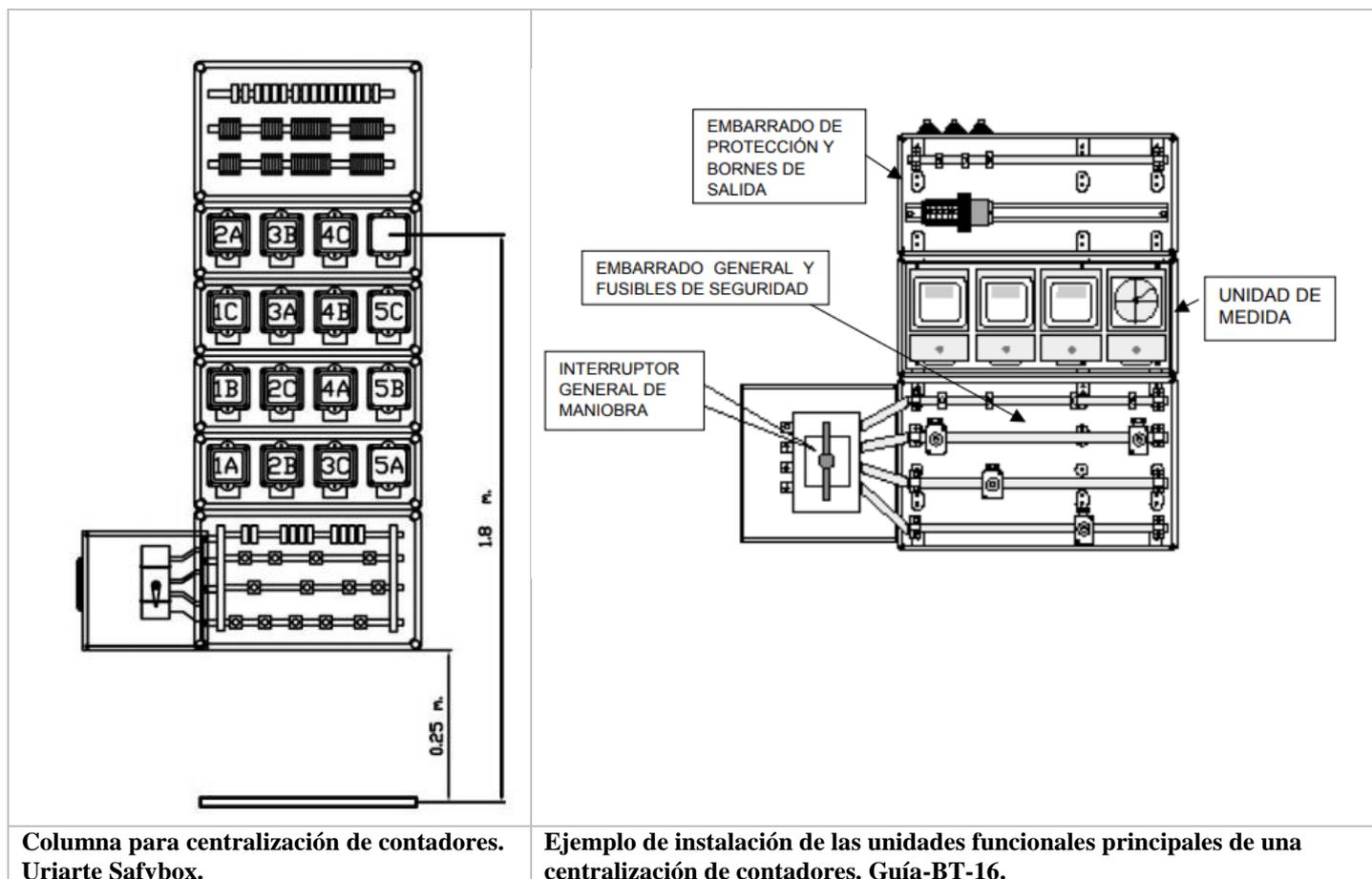


Figura 8.12. Embarrado general y fusibles de seguridad.

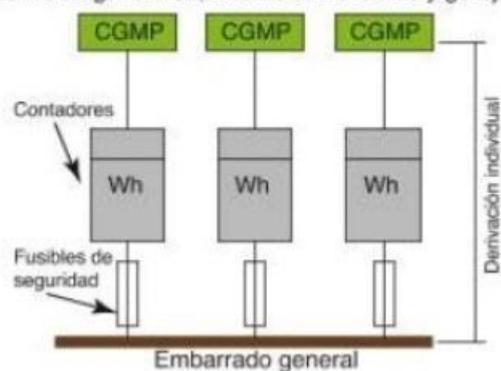
A continuación se adjuntan dos imágenes que ayudan a visualizar mejor cada una de las partes de una centralización de contadores:



#### 1.11.4 Derivaciones individuales (DI)

La derivación individual es la parte de la instalación que, partiendo de la línea general de alimentación suministra energía eléctrica a una instalación de usuario. Esta línea tiene su origen en el embarrado general y comprende los fusibles de seguridad ubicados en dicho embarrado, los equipos de medida y los conductores que parten desde la centralización hasta los dispositivos de mando y protección de cada abonado, incluyendo el conductor de protección en las instalaciones colectivas y el hilo rojo de mando si así está proyectado. Todas las prescripciones reglamentarias relativas a las derivaciones individuales están contempladas en la ITC-BT 15.

Cuadros generales de mando y protección de viviendas,  
servicios generales, locales comerciales y garajes



Para varios usuarios con contadores centralizados

Figura 8.20. Esquemas de conexión de derivaciones individuales

Los conductores de la derivación individual serán aislados y podrán ir bajo tubo empotrado, enterrado o en montaje superficial, en el interior de canales protectoras cuya tapa solo se pueda abrir con herramientas, en canalizaciones prefabricadas o bien en conductos prefabricados que hayan sido proyectados y construidos para canalizar dicha línea, aunque siempre es recomendable el uso de tubos o canales, para facilitar el mantenimiento y las ampliaciones. Tanto los tubos como los canales se dimensionarán para una posible ampliación de la sección del 100%, siendo el diámetro mínimo de los tubos de 32 mm. Cuando las derivaciones individuales discurren de forma vertical, se alojarán en un conducto de obra fabricado únicamente para este fin y cada tres plantas se colocarán tapas cortafuegos y tapas de registro precintables. En cualquier caso, todos los conductores de una derivación serán independientes de las derivaciones individuales de otros usuarios.

El número de conductores vendrá fijado por el número de fases necesarias para la utilización de los receptores de la derivación correspondiente y según su potencia, llevando cada línea su correspondiente conductor neutro así como el conductor de protección.

Los conductores pueden ser de cobre o aluminio aislados, y normalmente unipolares. La tensión mínima de aislamiento será de 450/750 V, salvo si se utilizan mangueras en huecos de la construcción o en el interior de tubos enterrados, en cuyo caso será de 0,6/1 kV. Los cables serán no propagadores de incendio y con baja emisión de humos (libres de halógenos), siendo la sección mínima de 6 mm<sup>2</sup> para los conductores de fase y neutro y de 1.5 mm<sup>2</sup> para el cable rojo de mando, no presentarán empalmes y su sección será uniforme, exceptuándose en este caso las conexiones realizadas en la ubicación de los contadores y en los dispositivos de protección. Deberán de cumplir

con la norma UNE 21.123-4. En nuestro caso hemos elegido un cable del tipo RZ1-K (AS), que disponen de un recubrimiento de polietileno reticulado (XLPE).

En el presente proyecto habrá 16 derivaciones monofásicas destinadas a las viviendas, una por cada vivienda y 2 derivaciones individuales trifásicas destinadas a los servicios generales y los garajes.

Para el cálculo de la sección, se tendrá en cuenta la potencia prevista de cada derivación y la caída de tensión máxima calculada para cada vivienda, que será del 1% por existir centralización de contadores.

Teniendo en cuenta las condiciones y los resultados obtenidos descritos en el apartado de cálculos del presente proyecto, nuestras DI constarán de las siguientes propiedades:

| D.I. | P (W)  | Tensión (V) | I (A)   | Longitud (m) | S. Fase (mm <sup>2</sup> ) | S. Neutro (mm <sup>2</sup> ) | S. Protección (mm <sup>2</sup> ) | Φe-t (mm) |
|------|--------|-------------|---------|--------------|----------------------------|------------------------------|----------------------------------|-----------|
| 1ºA  | 5750 W | 230 V       | 25 A    | 2 m          | 6                          | 6                            | 6                                | 32        |
| 1ºB  | 5750 W | 230 V       | 25 A    | 3 m          | 6                          | 6                            | 6                                | 32        |
| 1ºC  | 5750 W | 230 V       | 25 A    | 4 m          | 6                          | 6                            | 6                                | 32        |
| 1ºD  | 5750 W | 230 V       | 25 A    | 5,2 m        | 6                          | 6                            | 6                                | 32        |
| 2ºA  | 5750 W | 230 V       | 25 A    | 5 m          | 6                          | 6                            | 6                                | 32        |
| 2ºB  | 5750 W | 230 V       | 25 A    | 6 m          | 6                          | 6                            | 6                                | 32        |
| 2ºC  | 5750 W | 230 V       | 25 A    | 7 m          | 6                          | 6                            | 6                                | 32        |
| 2ºD  | 5750 W | 230 V       | 25 A    | 8,2 m        | 6                          | 6                            | 6                                | 32        |
| 3ºA  | 5750 W | 230 V       | 25 A    | 8 m          | 6                          | 6                            | 6                                | 32        |
| 3ºB  | 5750 W | 230 V       | 25 A    | 9 m          | 6                          | 6                            | 6                                | 32        |
| 3ºC  | 5750 W | 230 V       | 25 A    | 10 m         | 6                          | 6                            | 6                                | 32        |
| 3ºD  | 5750 W | 230 V       | 25 A    | 11,2 m       | 6                          | 6                            | 6                                | 32        |
| 4ºA  | 5750 W | 230 V       | 25 A    | 11 m         | 6                          | 6                            | 6                                | 32        |
| 4ºB  | 5750 W | 230 V       | 25 A    | 12 m         | 6                          | 6                            | 6                                | 32        |
| 4ºC  | 5750 W | 230 V       | 25 A    | 13 m         | 10                         | 10                           | 10                               | 32        |
| 4ºD  | 5750 W | 230 V       | 25 A    | 14,2 m       | 10                         | 10                           | 10                               | 32        |
| S.G. | 8718 W | 400V        | 15,72 A | 9 m          | 6                          | 6                            | 6                                | 32        |
| GA.  | 6581 W | 400V        | 11,87 A | 5 m          | 6                          | 6                            | 6                                | 32        |

## 1.12. Instalación Eléctrica Interior en Viviendas

A continuación se describen las partes y las principales características de la instalación eléctrica en las viviendas.

### 1.12.1. Cuadro general de mando y protección (CGMP)

Toda instalación eléctrica en viviendas necesita un cuadro donde se ubiquen todos los dispositivos de protección, tanto de los conductores, como de las personas. Este cuadro está formado por los siguientes dispositivos:

- Un Interruptor General Automático (IGA) que permite la desconexión y la protección de todos los circuitos de la instalación en la vivienda (circuitos destinados exclusivamente para alumbrado, para tomas de corriente, etc.).
- Uno o varios interruptores diferenciales cuya misión es proteger a las personas.
- Una serie de interruptores automáticos (PIAs) que permiten separar cada uno de los circuitos que posee la vivienda protegiéndolos de forma individual.
- Un Interruptor de Control de Potencia (ICP) cuya única misión es controlar la potencia consumida por el conjunto de la vivienda, realizando el corte cuando el consumo supere la potencia contratada. Este último es instalado por la empresa suministradora, y su calibre es determinado por la potencia que el usuario desee contratar.
- Dispositivos de protección contra sobretensiones, si fuese necesario. Por ejemplo, instalaciones en viviendas que, por su ubicación geográfica, sean susceptibles a sobretensiones producidas por rayos, o bien por maniobras o defectos en la red de distribución.

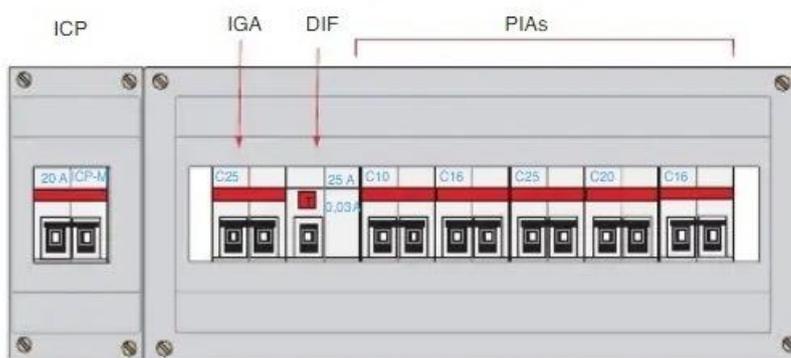
#### ➤ Ubicación del CGMP

Es importante tener en cuenta que las compañías eléctricas tienen su propia normativa sobre la ubicación de estos cuadros, que el instalador deberá conocer en el momento de ubicarlos. Pero por lo general, los dispositivos generales de mando y protección se situarán lo más cerca posible del punto de entrada y no podrán colocarse en dormitorios, baños, aseos, etc...

Se colocará una caja para el interruptor de control de potencia (ICP), inmediatamente antes de los demás dispositivos, en compartimiento independiente y precintable, de forma que no se pueda manipular ni el ICP ni su conexionado. La instalación de estas

cajas será también obligatoria en el caso de cambio de usuario o en caso de modificación de las características técnicas de la instalación, que requiera nuevo certificado de la misma.

Los dispositivos individuales de mando protección de cada uno de los circuitos, que son el origen de la instalación interior, podrán instalarse en cuadros separados y en otros lugares. La altura a la cual se situarán los dispositivos generales e individuales de mando y protección de los circuitos, medida desde el nivel del suelo, estará comprendida entre 1,4 y 2 m, para viviendas.



↑ Figura 4.2. Cuadro General de Mando y Protección (CGMP)

La envolvente del cuadro general de distribución se ajustará a las normas UNE 20.451 y UNE-EN 60.436-3, con un grado de protección mínimo IP-30 según UNE 20.324 e IK 07 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. Protegerá contra contactos indirectos, sobreintensidades y cortocircuitos.

➤ Características significativas de los dispositivos de mando y protección

Cuando hablamos de calibre estamos indicando la máxima intensidad que un dispositivo puede soportar, de forma que un interruptor automático con un calibre de 10 A, por poner un ejemplo, cortará el circuito cuando la intensidad sobrepase este valor en un tiempo determinado

Los diferenciales tienen dos características fundamentales: la primera es el calibre, que es la máxima intensidad que puede soportar, y segunda es la sensibilidad, es decir, la intensidad de defecto a tierra a la cual el dispositivo cortará el circuito o grupo

de circuitos que estén conectados al diferencial. Si existe la conexión de un conductor activo con la parte metálica de un receptor, el usuario corre el riesgo de un contacto eléctrico a través de la masa metálica; ahora bien, si dicho dispositivo está conectado a tierra, el diferencial podrá detectar la corriente derivada y, si ésta supera la sensibilidad del diferencial, cortara la corriente para evitar un riesgo eléctrico antes de producirse el contacto con la masa del aparato.

Otra protección que ofrece es que si por accidente una persona entra en contacto con un conductor activo (contacto directo), el diferencial detectará la corriente que pasa a través del cuerpo de la persona y si ésta supera el valor de la sensibilidad de disparo el diferencial cortará de forma automática la alimentación.

### **1.12.2. Circuitos interiores de la vivienda**

Como se dijo anteriormente todas las viviendas tendrán un grado de electrificación básico y los circuitos interiores correspondientes a este grado de electrificación según la ITC-BT-25 del REBT son los siguientes:

- C1: Destinado a alimentar puntos de iluminación. Interruptor Automático de 10 A.
- C2: Destinado a tomas de corriente de uso general y de frigorífico. Interruptor Automático de 16 A.
- C3: Destinado a alimentar la cocina y horno. Interruptor Automático de 25 A.
- C4: Destinado a alimentar la lavadora, lavavajillas y termo eléctrico. Interruptor Automático de 20 A.
- C5: Destinado a alimentar las tomas de corriente de los cuartos de baño, así como las bases auxiliares de la cocina. Interruptor Automático de 16 A.

Todos estos circuitos irán protegidos por un interruptor automático de corte omnipolar (con corte manual), además de dispositivos contra sobreintensidades para cada uno de ellos. Los dispositivos de protección contra sobreintensidades están provistos internamente de dos elementos: uno que efectúa el corte térmico (por calentamiento) que protegerá al circuito frente a sobrecargas, y otro elemento de tipo magnético que actúa de forma inmediata protegiendo al circuito frente a cortocircuitos donde las intensidades son elevadas. Si es necesario instalar en una vivienda un dispositivo general contra sobretensiones éste se ubicará entre el IGA y el diferencial, de forma que dicho dispositivo descargará a tierra las sobreintensidades derivadas de una sobretensión

➤ Los conductores

Los conductores serán de cobre, y su sección será como mínimos establecidos en la Tabla 1 de la ITC-BT 25 del REBT. El conductor por el que nos hemos decantado es el de clase H07V-K. Son cables diseñados bajo la norma internacional UNE-EN 50525 y cumplen con las secciones del REBT correspondientes. Se instalarán conductores de protección acompañando a los conductores activos en todos los circuitos de la vivienda hasta los puntos de utilización.

➤ Características eléctricas de los circuitos en viviendas

El reglamento establece, como hemos visto, la denominación de cada circuito, las secciones de los conductores, pero la sección mínima está calculada para un número limitado de puntos de utilización, de forma que de aumentarse el número de puntos de utilización, será necesaria la instalación de circuitos adicionales. Ahora bien, en una vivienda pueden instalarse circuitos no reflejados por el reglamento, en tal caso se deberá realizar el cálculo de la sección y calibre de los automáticos para dichos circuitos teniendo en cuenta que la caída de tensión máxima en instalaciones de viviendas para cualquier circuito no debe ser superior al 3% de la tensión nominal, es decir, la pérdida de tensión desde el CGMP hasta el punto final de dicha línea no puede ser mayor de 6,9 V a 230 V (3% de 230 V).

| Circuito de utilización                     | Potencia prevista por toma (W) | Factor simultaneidad $F_s$ | Factor utilización $F_u$ | Tipo de Toma <sup>(7)</sup>  | Interruptor Automático (A) | Máx. nº de puntos de utilización o tomas por circuito | Conductores sección mín. (mm <sup>2</sup> ) <sup>(5)</sup> | Tubos o conducto Diámetro (mm) <sup>(3)</sup> |
|---|--------------------------------|----------------------------|--------------------------|--|----------------------------|---|--|---|
| C1 Iluminación                              | 200                            | 0,75                       | 0,5                      | Punto de Luz <sup>(8)</sup>  | 10                         | 30  | 1,5  | 16  |
| C2 Tomas de uso Gral                        | 3.450                          | 0,2                        | 0,25                     | Base 16 A 2p+T   | 16                         | 20  | 2,5  | 20  |
| C3 Cocina y horno                           | 5.400                          | 0,5                        | 0,75                     | Base 25 A 2p+T   | 25                         | 2   | 6  | 25  |
| C4 Lavadora, lavavajillas y termo eléctrico | 3.450                          | 0,66                       | 0,75                     | Base 16 A 2p+T<br>Combinadas con fusibles o interruptores automáticos de 16 A <sup>(8)</sup> | 20                         | 3   | 4 <sup>(6)</sup>   | 20  |
| C5 Baño y cuarto de cocina                  | 3.450                          | 0,4                        | 0,5                      | Base 16 A 2p+T   | 16                         | 6   | 2,5  | 20  |

En la tabla anterior (Tabla 1 de la ITC-BT 25) se determinan las características eléctricas de los circuitos a instalar en instalaciones domésticas, cuya interpretación es la siguiente:

- Circuito de utilización: nos indica los circuitos reglamentados a los cuales se les debe aplicar las características que describiremos a continuación.

- Potencia prevista por toma: Para entender esto pongamos un ejemplo de la tabla. Para el circuito de alumbrado o iluminación se determina 200 W en cada punto de luz, que es la máxima potencia que se estima para cada uno de los puntos de luz de la vivienda.
- Factor de simultaneidad (Fs): Evidentemente, es lógico pensar que no todas las tomas o puntos de luz, por poner un ejemplo, estarán siendo utilizadas al mismo tiempo, por tanto la tabla estima un factor de simultaneidad para cada circuito, por ejemplo, para alumbrado estima 0,75, lo que indica que podrán estar un 75% de puntos de luz de la vivienda encendidos.
- Factor de utilización (Fu): Este factor nos indica el porcentaje de potencia que se hace de cada punto de utilización, por ejemplo, para las tomas de uso general se estiman 3.450 W por toma, sin embargo una toma puede estar haciendo un uso menor de los 3.450 W, supongamos un taladro de 850 W conectado en un momento determinado a una toma de uso general, esto supone una utilización del 24,6% (0,24). El reglamento estima un 25% (0,25) de factor de utilización para este circuito.
- Tipo de toma: Nos indica en el caso de circuitos de fuerza (todos los que no sean de alumbrado) el tipo de base, por ejemplo para los circuitos de uso general las bases de enchufe serán de dos polos, 16 A con toma de tierra (16A 2p + T), y para la cocina de 2 polos 25A con toma de tierra (25A 2p + T). Para el circuito de alumbrado, esto es importante, deberá incluir el circuito siempre un conductor de tierra de forma que si el punto de alumbrado es plafón, luminaria, etc., deberá conectarse al conector de tierra que dispone dicha luminaria
- Interruptor Automático: indica el calibre en Amperios del automático que protege el circuito.
- Máximo número de puntos de utilización o tomas por circuito: Este número indicado en la tabla no puede ser sobrepasado, en caso de que se necesiten más tomas, deberá realizarse un circuito adicional, como vimos anteriormente. Si el número de tomas de alumbrado sobrepasa los 30 puntos de luz, deberá crearse un circuito adicional, que como sabemos es C6, pasando una vivienda si es de grado básico a elevado,

en el caso de que fuese de grado elevado, simplemente tendría un circuito más.

- Mínima sección de conductores: Es la sección mínima del circuito, pero esto no indica que sea siempre la sección de este circuito, puede darse el caso que en longitudes muy largas la caída de tensión nos obligue a subir la sección de dicho conductor.
- Diámetro del tubo: Nos indica el diámetro exterior que deben tener los tubos en mm para cada uno de los circuitos

➤ Reparto de puntos de luz y tomas de corriente (Puntos de utilización)

Se realizará conforme a lo dispuesto en la Tabla 2 de la ITC-BT-25.

| Estancia                      | Circuito        | Mecanismo                   | nº mínimo | Superf./Longitud  |
|-------------------------------|-----------------|-----------------------------|-----------|---|
| Acceso                        | C <sub>1</sub>  | Pulsador timbre             | 1         | -   |
| Vestíbulo                     | C <sub>1</sub>  | Punto de luz                | 1         | -   |
|                               |                 | Interruptor 10 A            | 1         | -   |
|                               | C <sub>2</sub>  | Base 16 A 2p+T              | 1         | -   |
| Sala de estar o Salón         | C <sub>1</sub>  | Punto de luz                | 1         | Hasta 10 m <sup>2</sup> (dos si S>10 m <sup>2</sup> ) uno por cada punto de luz |
|                               |                 | Interruptor 10 A            | 1         | -   |
|                               | C <sub>2</sub>  | Base 16 A 2p+T              | 3         | Una por cada 6 m <sup>2</sup> , redondeado al entero superior                   |
|                               | C <sub>B</sub>  | Toma de calefacción         | 1         | Hasta 10 m <sup>2</sup> (dos si S>10 m <sup>2</sup> )                           |
|                               | C <sub>9</sub>  | Toma de aire acondicionado  | 1         | Hasta 10 m <sup>2</sup> (dos si S>10 m <sup>2</sup> )                           |
| Dormitorios                   | C <sub>1</sub>  | Punto de luz                | 1         | Hasta 10 m <sup>2</sup> (dos si S>10 m <sup>2</sup> ) uno por cada punto de luz |
|                               |                 | Interruptor 10 A            | 1         | -   |
|                               | C <sub>2</sub>  | Base 16 A 2p+T              | 3         | Una por cada 6 m <sup>2</sup> , redondeado al entero superior                   |
|                               | C <sub>B</sub>  | Toma de calefacción         | 1         | -   |
|                               | C <sub>9</sub>  | Toma de aire acondicionado  | 1         | -   |
| Baños                         | C <sub>1</sub>  | Punto de luz                | 1         | -   |
|                               |                 | Interruptor/Conmutador 10 A | 1         | -   |
|                               | C <sub>5</sub>  | Base 16 A 2p+T              | 1         | -   |
|                               | C <sub>B</sub>  | Toma de calefacción         | 1         | -   |
| Pasillos o distribuidores     | C <sub>1</sub>  | Punto de luz                | 1         | Uno cada 5 m de longitud  |
|                               |                 | Interruptor/Conmutador 10 A | 1         | Uno en cada acceso  |
|                               | C <sub>2</sub>  | Base 16 A 2p+T              | 1         | Hasta 5 m <sup>2</sup> (dos si L > 5 m)   |
|                               | C <sub>B</sub>  | Toma de calefacción         | 1         | -   |
| Cocina                        | C <sub>1</sub>  | Punto de luz                | 1         | Hasta 10 m <sup>2</sup> (dos si S>10 m <sup>2</sup> ) uno por cada punto de luz |
|                               |                 | Interruptor 10 A            | 1         | -   |
|                               | C <sub>2</sub>  | Base 16 A 2p+T              | 2         | Extractor y frigorífico   |
|                               | C <sub>3</sub>  | Base 25 A 2p+T              | 1         | Cocina/horno  |
|                               | C <sub>4</sub>  | Base 16 A 2p+T              | 3         | Lavadora, lavavajillas y termo  |
|                               | C <sub>5</sub>  | Base 16 A 2p+T              | 3         | Encima del plano de trabajo   |
|                               | C <sub>B</sub>  | Toma calefacción            | 1         | -   |
|                               | C <sub>10</sub> | Base 16 A 2p+T              | 1         | Secadora  |
| Terrazas y vestidores         | C <sub>1</sub>  | Punto de luz                | 1         | Hasta 10 m <sup>2</sup> (dos si S>10 m <sup>2</sup> ) uno por cada punto de luz |
| Garajes unifamiliares y otros | C <sub>1</sub>  | Punto de luz                | 1         | Hasta 10 m <sup>2</sup> (dos si S>10 m <sup>2</sup> ) uno por cada punto de luz |
|                               |                 | Interruptor 10 A            | 1         | -   |
|                               | C <sub>2</sub>  | Base 16 A 2p+T              | 1         | Hasta 10 m <sup>2</sup> (dos si S>10 m <sup>2</sup> )                           |

➤ Condiciones generales de la instalación interior de las viviendas

En nuestro edificio todas las viviendas son iguales, por lo tanto podré hacer una instalación interior que servirá para todas y cada una de ellas.

**Circuitos Interiores de las Viviendas**

|           | POTENCIA por toma(W) | F <sub>s</sub> | F <sub>u</sub> | Nº Tomas | Nº Tomas permitido | Potencia circuito | L (m) | Tipo de Toma      | Int. Auto (A) | Sección Conducto r (mm <sup>2</sup> ) | Φ <sub>e-t</sub> (mm) |
|-----------|----------------------|----------------|----------------|----------|--------------------|-------------------|-------|-------------------|---------------|---------------------------------------|-----------------------|
| <b>C1</b> | 200 W                | 0,75           | 0,5            | 9        | 30                 | 675 W             | 9 m   | Punto de Luz      | 10 A          | 1,5 mm <sup>2</sup>                   | 16 mm                 |
| <b>C2</b> | 3450 W               | 0,2            | 0,25           | 14       | 20                 | 2415 W            | 12 m  | Base 16 A<br>2p+T | 16 A          | 2,5 mm <sup>2</sup>                   | 20 mm                 |
| <b>C3</b> | 5400 W               | 0,5            | 0,75           | 2        | 2                  | 4050 W            | 7 m   | Base 16 A<br>2p+T | 25 A          | 6 mm <sup>2</sup>                     | 25 mm                 |
| <b>C4</b> | 3450 W               | 0,66           | 0,75           | 2        | 3                  | 3415 W            | 8 m   | Base 16 A<br>2p+T | 20 A          | 4 mm <sup>2</sup>                     | 20 mm                 |
| <b>C5</b> | 3450 W               | 0,4            | 0,5            | 2        | 6                  | 1380 W            | 2 m   | Base 16 A<br>2p+T | 16 A          | 2,5 mm <sup>2</sup>                   | 20 mm                 |

➤ Instalaciones en cuartos de baño

En cualquier local que tenga bañera, ducha o aparatos para uso análogo se deberá tener en cuenta una serie de precauciones adicionales a la hora de realizar la instalación eléctrica, todo ello queda definido en la ITC-BT 27 del REBT. En dicha instrucción se definen 4 volúmenes;

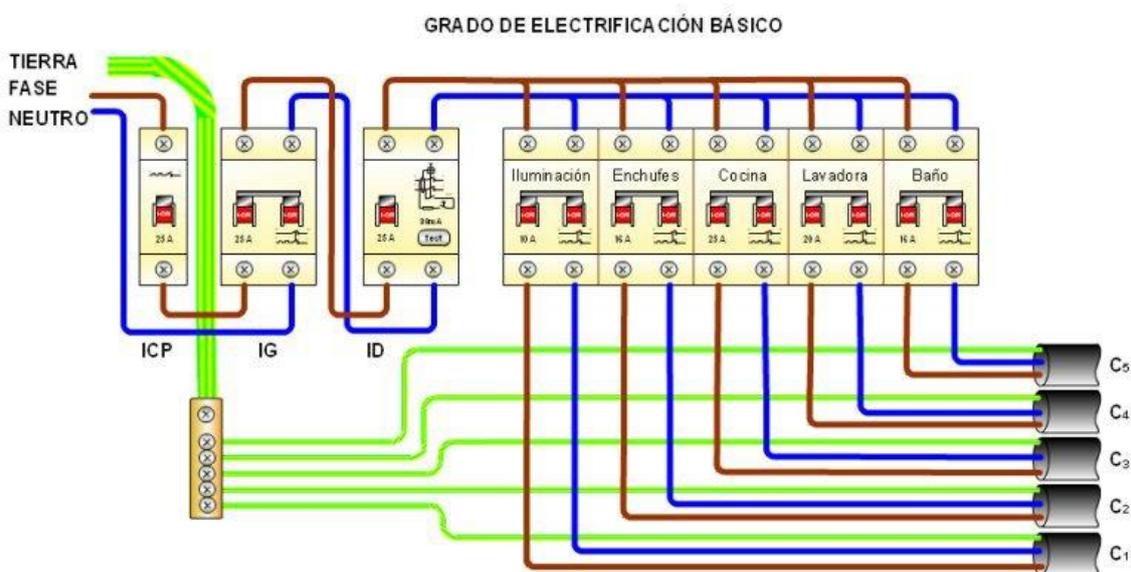
- Volumen 0: Es el interior de la bañera o ducha.
- Volumen 1: Es aquel situado a 2,25 m de altura sobre la bañera o ducha.
- Volumen 2: Es aquel que está situado a 0,6 m de la bañera o ducha y 2,25 m de altura.
- Volumen 3: Es aquel que está situado a 2,4 m del volumen 2 y a 2,25 m de altura.

Teniendo en cuenta estos volúmenes, las prescripciones a considerar en estas instalaciones son las siguientes:

- Dentro del volumen 0 no está permitido mecanismo alguno.
- Dentro del volumen 1 y 2 no se permiten mecanismos con excepción de interruptores para alimentar equipos de baja tensión de seguridad a 12 V en corriente alterna como, por ejemplo, equipos de alimentación para afeitadoras que funcionan a 12 V.

- Dentro del volumen 3 sí se permite la instalación de mecanismos en viviendas, debido a que todas las instalaciones domésticas tienen protección por diferencial con una intensidad de defecto máxima de 30 mA.

Todos los puntos de luz y tomas de corriente instalados en los baños irán conectados a tierra. Así mismo, se dispondrá de una red de equipotencialidad, para la conexión entre sí y a la red del conductor de protección de la instalación interior, de todas las canalizaciones metálicas, aparatos sanitarios y todos los demás elementos metálicos existentes y accesibles.



**Instalación del Cuadro General para una vivienda con grado de electrificación básico e ICP**

### 1.13. Instalación Eléctrica de los Servicios Generales.

Como servicios generales del edificio proyectado, a efectos de instalación eléctrica, se consideran los circuitos que se detallan a continuación:

- Alumbrado de acceso al edificio.
- Alumbrado de portal y escaleras.
- Alumbrado de plantas.
- Alumbrado de cuartos de contadores y caderas.
- Tomas de corriente.
- Portero automático.
- Ascensor.

➤ Los Conductores

Los cables serán de cobre, con alimentación trifásica para el motor del ascensor y monofásica para los demás circuitos. El tipo de cable será el RZ1-K (AS), para todos los circuitos, de tensión asignada 450/750 V y con aislamiento de XLPE.

➤ La instalación

Y el tipo de instalación será bajo tubo empotrado en obra. La longitud de dichos circuitos comprenderá aquella desde el cuadro general de mando y protección situado en el portal (planta 1) hasta el portero automático en la entrada, la toma de corriente en el portal, el cuarto donde se encuentra ubicado el motor del ascensor y hasta el punto de luz más alejado de cada circuito, respectivamente.

En función del apartado 2 de cálculos del presente proyecto, los resultados obtenidos se corresponden con los datos de la siguiente tabla:

| Características Circuitos Servicios Generales |          |        |       |       |                                 |                                   |           |
|---|----------|--------|-------|-------|---------------------------------|-----------------------------------|-----------|
| Circuito                                      | P (W)    | I (A)  | V (V) | L (m) | Sección Fase (mm <sup>2</sup> ) | Sección Neutro (mm <sup>2</sup> ) | Φe-t (mm) |
| <b>Al. Portal</b>                             | 105,2 W  | 0,45 A | 230 V | 5 m   | 1,5 mm <sup>2</sup>             | 1,5 mm <sup>2</sup>               | 20 mm     |
| <b>Al. Plantas</b>                            | 196 W    | 0,85 A | 230 V | 20 m  | 1,5 mm <sup>2</sup>             | 1,5 mm <sup>2</sup>               | 20 mm     |
| <b>Al. Escalera</b>                           | 392,72 W | 1,7 A  | 230 V | 24 m  | 1,5 mm <sup>2</sup>             | 1,5 mm <sup>2</sup>               | 20 mm     |
| <b>Al. Cuarto Contadores</b>                  | 24 W     | 0,1 A  | 230 V | 9 m   | 1,5 mm <sup>2</sup>             | 1,5 mm <sup>2</sup>               | 20 mm     |
| <b>Ascensor</b>                               | 4500 W   | 8,12 A | 400 V | 8 m   | 1,5 mm <sup>2</sup>             | 1,5 mm <sup>2</sup>               | 20 mm     |
| <b>Tomas de corriente</b>                     | 3400W    | 14,8 A | 230 V | 5 m   | 1,5 mm <sup>2</sup>             | 1,5 mm <sup>2</sup>               | 20 mm     |
| <b>Portero</b>                                | 100 w    | 0,43 A | 230 V | 3 m   | 1,5 mm <sup>2</sup>             | 1,5 mm <sup>2</sup>               | 20 mm     |

## 1.14. Instalación Eléctrica de los Garajes.

Se proyecta un garaje en la planta 0, bajo las viviendas, con su acceso independiente y común para todo el conjunto del edificio. Los circuitos que forman parte de los servicios generales de los garajes son los siguientes:

- Alumbrado del garaje.
- Sistema de detección de monóxido de carbono.
- Sistema de detección de incendios.
- Motor de la puerta del garaje.
- Sistema de extracción.

### ➤ Los Conductores

Los conductores de serán cobre, del tipo SZ1/RZ1 (AS+) (aislamiento XLPE) resistente al fuego, de tensión asignada 0,6/1 KV, cero halógenos, según UNE 21123. Este tipo de cable es recomendado para los circuitos de alimentación a las centrales de detección y extractor, pero en este caso los vamos a usar en todos, para garantizar el funcionamiento de todos los circuitos en caso de incendio. La alimentación será trifásica para la extracción y el motor de la puerta y monofásica para el resto de circuitos.

### ➤ La instalación

La instalación del cableado será bajo tubo empotrado en obra. En función del apartado de cálculos del presente proyecto, los resultados obtenidos son los siguientes:

| Características Circuitos Interiores del Garaje |        |        |       |       |                |                                 |                                   |           |
|---|--------|--------|-------|-------|----------------|---------------------------------|-----------------------------------|-----------|
| Circuito  | P (W)  | I (A)  | V (V) | L (m) | Nº Conductores | Sección Fase (mm <sup>2</sup> ) | Sección Neutro (mm <sup>2</sup> ) | Φe-t (mm) |
| <b>Iluminación</b>                              | 720 W  | 3,13 A | 230 V | 17 m  | 3              | 1,5 mm <sup>2</sup>             | 1,5 mm <sup>2</sup>               | 16 mm     |
| <b>Motor Puerta</b>                             | 250 W  | 0,78 A | 400 V | 8 m   | 5              | 1,5 mm <sup>2</sup>             | 1,5 mm <sup>2</sup>               | 20 mm     |
| <b>Estación CO</b>                              | 400 W  | 0,72 A | 230 V | 15 m  | 3              | 1,5 mm <sup>2</sup>             | 1,5 mm <sup>2</sup>               | 16 mm     |
| <b>Extracción</b>                               | 5211 W | 9,4 A  | 400 V | 2 m   | 5              | 1,5 mm <sup>2</sup>             | 1,5 mm <sup>2</sup>               | 20 mm     |

El garaje proyectado se considerará lugar de concurrencia por ser un estacionamiento cerrado para más de 5 vehículos según la ITC-BT-28, con lo cual cumpliremos con todas las premisas establecidas en dicha Instrucción.

De igual forma, por ser un estacionamiento cerrado para más de 5 vehículos, se considerará local con peligro de incendio y explosión de clase I según la ICT-BT-29 del REBT, debido a que en este tipo de emplazamientos puede haber gases, vapores o nieblas en cantidad suficiente para producir atmósferas explosivas o inflamables. Es por esta razón que se cumplirá con todas las prescripciones descritas en dicha instrucción y en caso de conflicto con otra, siempre predominará la interpretación correspondiente a esta instrucción.

### **1.15. Selección de Protecciones contra Sobrecargas.**

Todas las líneas instaladas deben estar protegidas frente a posibles sobreintensidades que pueden estar motivadas por sobrecargas de los aparatos, cortocircuitos o descargas atmosféricas. Todos los circuitos se protegerán mediante fusibles o mediante interruptores automáticos.

El proceso seguido para elegir las protecciones ha sido el siguiente; en primer lugar, se han calculado las corrientes de empleo ( $I_B$ ) que circularán por los conductores en condiciones normales y se han elegido las intensidades nominales de los elementos de protección en función de las dos condiciones que se enuncian en el ITC-BT-22 para garantizar la protección frente a sobrecargas:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

$$I_2 \leq 1,45 * I_Z$$

Siendo;

$I_B$ : Corriente de empleo del circuito según la previsión de cargas

$I_n$ : Corriente asignada del dispositivo de protección.

$I_Z$ : Intensidad admisible (intensidad máxima que soporta el cable, según norma).

$I_2$ : Corriente que asegura la actuación del dispositivo de protección para un tiempo largo.

El valor de  $I_2$  se indica en la norma de producto o se puede leer en las instrucciones o especificaciones proporcionadas por el fabricante:

$$I_2 = 1,45 I_n \text{ (para interruptores según UNE EN 60898 o UNE EN 61009)}$$

$$I_2 = 1,30 I_n \text{ (para interruptores según UNE EN 60947-2)}$$

En el caso de fusibles, la característica equivalente a la  $I_2$  de los interruptores automáticos es la denominada  $I_f$  (intensidad de funcionamiento) que para los fusibles del tipo gG toma los valores siguientes:

$$I_f = 1,60 * I_n \quad \text{si} \quad I_n \leq 16A$$

$$I_f = 1,90 * I_n \quad \text{si} \quad 4A < I_n < 16A$$

$$I_f = 2,10 * I_n \quad \text{si} \quad I_n \leq 4A$$

En nuestro caso, si la protección elegida es un fusible normalizado, entonces:

$$I_2 = 1,6 * I_n$$

Si la protección elegida es un interruptor automático, entonces:

$$I_2 = 1,45 * I_n$$

### 1.15.1. Caja general de protección.

En el caso de la caja general de protección, esta contará con fusibles como elemento protector. Nuestro edificio posee una línea general de alimentación y la intensidad a considerar es de 139,8 A. Para elegir los fusibles que se instalarán en cada portafusibles de la Caja General de Protección se han tenido en cuenta las dos condiciones especificadas en el apartado anterior. Hemos obtenido unos fusibles necesarios de 160 A de intensidad nominal.

Visitando la web de RS, hemos elegido unos fusibles del tipo NH00 160 A. De esta forma se cogerán tres fusibles que se instalarán en las bases portafusibles que la CGP tiene instaladas de serie.



### 1.15.2. Centralización de contadores.

Al inicio de cada derivación individual y anterior al contador, hay un fusible de seguridad, para que, en caso de cortocircuito, este se funda y proteja el resto del circuito. Hemos de seleccionar dicho fusibles que cumplan con su acometido, para ello, se va a proceder de la misma forma que para los fusibles de la CGP. Tal y cómo reflejamos en el apartado de cálculos del presente proyecto y el tipo normalizado de fusibles disponibles en él, hemos elegido los siguientes fusibles para cada caso;

| <b>Elección de fusibles DI</b> |                        |
|--------------------------------|------------------------|
| <b>Derivación Individual</b>   | <b>Tipo de Fusible</b> |
| <b>1ºA</b>                     | NH0-32                 |
| <b>1ºB</b>                     | NH0-32                 |
| <b>1ºC</b>                     | NH0-32                 |
| <b>1ºD</b>                     | NH0-32                 |
| <b>2ºA</b>                     | NH0-32                 |
| <b>2ºB</b>                     | NH0-32                 |
| <b>2ºC</b>                     | NH0-32                 |
| <b>2ºD</b>                     | NH0-32                 |
| <b>3ºA</b>                     | NH0-32                 |
| <b>3ºB</b>                     | NH0-32                 |
| <b>3ºC</b>                     | NH0-32                 |
| <b>3ºD</b>                     | NH0-32                 |
| <b>4ºA</b>                     | NH0-32                 |
| <b>4ºB</b>                     | NH0-32                 |
| <b>4ºC</b>                     | NH0-32                 |
| <b>4ºD</b>                     | NH0-32                 |
| <b>Garaje</b>                  | NH0-20                 |
| <b>Servicios Generales</b>     | NH0-20                 |

Harán un total de:

- 16 fusibles del tipo NH0-32A para las viviendas monofásicas.
- 6 fusibles del tipo NH0-20A para servicios generales y garajes (porque son trifásicos).

### 1.15.3- Cuadro de las viviendas.

En este cuadro se dispondrán los PIA necesarios para proteger todos los circuitos interiores de cada vivienda del edificio. Aparte de los 16 interruptores de control de potencia de 20A, los 16 interruptores generales automáticos de 25A y los 16 interruptores diferenciales de 25A con sensibilidad de 30mA, hay que incluir los diferentes interruptores PIA de cada una de las viviendas.

Teniendo en cuenta todos los cálculos necesarios (disponibles en el apartado de cálculos del presente proyecto) hemos seleccionado los siguientes PIA del catálogo Hager y con las características requeridas para cada caso;

| Cálculos de protecciones Cuadros de Viviendas |        |                    |                    |                    |  |                            |         |                               |                                 |              |
|---|--------|--------------------|--------------------|--------------------|--|----------------------------|---------|-------------------------------|---------------------------------|--------------|
| Circuito                                      | P (W)  | I <sub>b</sub> (A) | I <sub>n</sub> (A) | I <sub>z</sub> (A) | I <sub>f</sub><br>=1,45I <sub>n</sub><br>(A) | 1,45 I <sub>z</sub><br>(A) | PIA     | S. Fase<br>(mm <sup>2</sup> ) | S. Neutro<br>(mm <sup>2</sup> ) | Φe-t<br>(mm) |
| C1  | 675 W  | 2,93 A             | 10 A               | 21 A               | 14,5 A                                       | 30,45 A                    | MUN510A | 1,5 mm <sup>2</sup>           | 1,5 mm <sup>2</sup>             | 16 mm        |
| C2  | 2415 W | 10,5 A             | 16 A               | 29 A               | 23,2 A                                       | 42,05 A                    | MUN516A | 2,5 mm <sup>2</sup>           | 2,5 mm <sup>2</sup>             | 20 mm        |
| C3  | 4050 W | 17,6 A             | 25 A               | 49 A               | 36,2 A                                       | 71,05 A                    | MUN525A | 6 mm <sup>2</sup>             | 6 mm <sup>2</sup>               | 25 mm        |
| C4  | 3415 W | 14,6 A             | 20 A               | 38 A               | 29 A   | 55,1 A                     | MUN520A | 4 mm <sup>2</sup>             | 4 mm <sup>2</sup>               | 20 mm        |
| C5  | 1380 W | 6 A                | 16 A               | 29 A               | 23,2 A                                       | 42,05 A                    | MUN516A | 2,5 mm <sup>2</sup>           | 2,5 mm <sup>2</sup>             | 20 mm        |

### 1.15.4- Cuadro de los servicios generales.

Tendremos un interruptor de control de potencia tetrapolar de 20A, así como un interruptor general automático tetrapolar de 20A y un interruptor diferencial tetrapolar de 25A con sensibilidad de 30mA.

Además, en este cuadro se dispondrán de los PIA necesarios para proteger todos los circuitos interiores de los servicios generales del edificio. Los interruptores magnetotérmicos seleccionados del catálogo Hager, teniendo en cuenta todos los cálculos disponibles en el apartado correspondiente del presente proyecto han sido los siguientes:

## Cálculos de protecciones cuadro servicios generales

| Circuito              | P (W)    | I <sub>b</sub> (A) | I <sub>n</sub> (A) | I <sub>Z</sub> (A) | I <sub>r</sub> =1,45I <sub>n</sub> (A) | 1,45 I <sub>Z</sub> (A) | PIA     | S. Fase (mm <sup>2</sup> ) | S. Neutro (mm <sup>2</sup> ) | Φe-t (mm) |
|-----------------------|----------|--------------------|--------------------|--------------------|--|-------------------------|---------|----------------------------|------------------------------|-----------|
| Al. Portal            | 105,2 W  | 0,45 A             | 6 A                | 21 A               | 8,7 A                                  | 30,45 A                 | MUN506A | 1,5 mm <sup>2</sup>        | 1,5 mm <sup>2</sup>          | 20 mm     |
| Al. Plantas           | 196 W    | 0,85 A             | 6 A                | 21 A               | 8,7 A                                  | 30,45 A                 | MUN506A | 1,5 mm <sup>2</sup>        | 1,5 mm <sup>2</sup>          | 20 mm     |
| Al. Escalera          | 392,72 W | 1,7 A              | 6 A                | 21 A               | 8,7 A                                  | 30,45 A                 | MUN506A | 1,5 mm <sup>2</sup>        | 1,5 mm <sup>2</sup>          | 20 mm     |
| Al. Cuarto Contadores | 24 W     | 0,1 A              | 6 A                | 21 A               | 8,7 A                                  | 30,45 A                 | MUN506A | 1,5 mm <sup>2</sup>        | 1,5 mm <sup>2</sup>          | 20 mm     |
| Ascensor              | 4500 W   | 8,11 A             | 10 A               | 18 A               | 14,5 A                                 | 26,1 A                  | NDN110A | 1,5 mm <sup>2</sup>        | 1,5 mm <sup>2</sup>          | 20 mm     |
| Tomas de corriente    | 3400W    | 14,8 A             | 16 A               | 21 A               | 23,2 A                                 | 30,45 A                 | MUN516A | 1,5 mm <sup>2</sup>        | 1,5 mm <sup>2</sup>          | 20 mm     |
| Portero               | 100 w    | 0,43 A             | 6 A                | 21 A               | 8,7 A                                  | 30,45 A                 | MUN506A | 1,5 mm <sup>2</sup>        | 1,5 mm <sup>2</sup>          | 20 mm     |

## 1.15.5- Cuadro del garaje.

Tendremos un interruptor de control de potencia tetrapolar de 20A, así como un interruptor general automático tetrapolar de 20A y un interruptor diferencial tetrapolar de 25A con sensibilidad de 30mA.

En este cuadro además, se dispondrán de los PIA necesarios para proteger todos los circuitos interiores del garaje del edificio. Los interruptores magnetotérmicos seleccionados del catálogo Hager, teniendo en cuenta todos los cálculos disponibles en el apartado correspondiente del presente proyecto han sido los siguientes:

## Cálculos de protecciones cuadro Garaje

| Circuito     | P (W)  | I <sub>b</sub> (A) | I <sub>n</sub> (A) | I <sub>Z</sub> (A) | I <sub>r</sub> =1,45I <sub>n</sub> (A) | 1,45 I <sub>Z</sub> (A) | PIA     | S. Fase (mm <sup>2</sup> ) | S. Neutro (mm <sup>2</sup> ) | Φe-t (mm) |
|--------------|--------|--------------------|--------------------|--------------------|--|-------------------------|---------|----------------------------|------------------------------|-----------|
| Iluminación  | 720 W  | 3,13 A             | 6 A                | <b>17,85 A</b>     | 8,7 A                                  | <b>25,9 A</b>           | MUN506A | 1,5 mm <sup>2</sup>        | 1,5 mm <sup>2</sup>          | 16 mm     |
| Motor Puerta | 250 W  | 0,78 A             | 6 A                | <b>15,3 A</b>      | 8,7 A                                  | <b>22,2 A</b>           | NDN406A | 1,5 mm <sup>2</sup>        | 1,5 mm <sup>2</sup>          | 20 mm     |
| Estación CO  | 400 W  | 0,72 A             | 6 A                | <b>17,85 A</b>     | 8,7 A                                  | <b>25,9 A</b>           | MUN506A | 1,5 mm <sup>2</sup>        | 1,5 mm <sup>2</sup>          | 16 mm     |
| Extracción   | 5211 W | 9,40 A             | 10 A               | <b>15,3 A</b>      | 14,5 A                                 | <b>22,2 A</b>           | MUN210A | 1,5 mm <sup>2</sup>        | 1,5 mm <sup>2</sup>          | 20 mm     |

Además, habrá tantos PIA como número de circuitos.

## 1.16. Corrientes de cortocircuito.

Para comprobar si un interruptor automático es útil frente a corrientes de cortocircuito es necesario calcular la corriente de cortocircuito al final de la línea y verificar que ésta es mayor que la curva de disparo seleccionada del interruptor.

Los interruptores pueden tener las siguientes curvas de disparo;

- Curva B: 3 a 5 veces  $I_n$
- Curva C: 5 a 10 veces  $I_n$
- Curva D y K: 10 a 14 veces  $I_n$
- Curva Z: 2,4 a 3,6 veces  $I_n$
- Curva MA: 12  $I_n$

Según la norma UNE-EN-60898, la curva tipo C se utiliza para la protección de líneas en instalaciones domésticas donde existan distintos tipos de receptores, incluso iluminación. Una vez en servicio, soportan puntas de corriente de cierta consideración. La intensidad de disparo magnético ( $I_m$ ) es entre 5 y 10  $I_n$ .

Para instalaciones con motores del tipo ascensores, climatizaciones, etc... conviene elegir la curva D, será por esta razón que el interruptor automático elegido para el motor de la puerta del garaje y para el ascensor será de este tipo de curva.

En el apartado cálculos del presente proyecto hemos comprobado que según lo escrito en los dos párrafos anteriores todos los interruptores utilizados cumplen con las condiciones de protección frente a cortocircuitos, habiendo utilizado interruptores automáticos de curva tipo C en todos los circuitos de las viviendas, servicios generales y garajes, y del tipo D para el motor del ascensor y la puerta del garaje.

Generalmente se desconoce la impedancia del circuito de alimentación de la red (impedancia del transformador, red de distribución y acometida). Por tanto, para calcular la intensidad de cortocircuito se toma como defecto más desfavorable el de fase-tierra, despreciando la inductancia de los cables. Así que utilizaremos la siguiente fórmula. Esto es así porque el C.T. está ubicado fuera del edificio.

Así utilizaremos la siguiente formula:

$$I_{cc} = \frac{0,8 * U}{R_T}$$

Donde;

- $I_{cc}$ : Intensidad de cortocircuito
- $U$ : La tensión de alimentación.
- $R_T$ : La resistencia del conductor de fase entre el punto considerado y la alimentación.
- $Z_t$ : La impedancia del transformador en ohmios.

$$R = \frac{2 * L}{\gamma * S}$$

Donde;

- $L$ : Longitud del conductor:
- $S$ : Sección del conductor.
- $\rho$ : Resistividad del cobre a 20°C (56 m/Ωmm<sup>2</sup>).

Normalmente el valor de  $R$  deberá tener en cuenta la suma de las resistencias de los conductores entre la Caja General de Protección y el punto considerado en el que se desea calcular el cortocircuito. Para su cálculo, se recomienda que los conductores se encuentren a una temperatura de 20°C para obtener así el valor máximo posible de  $I_{cc}$ .

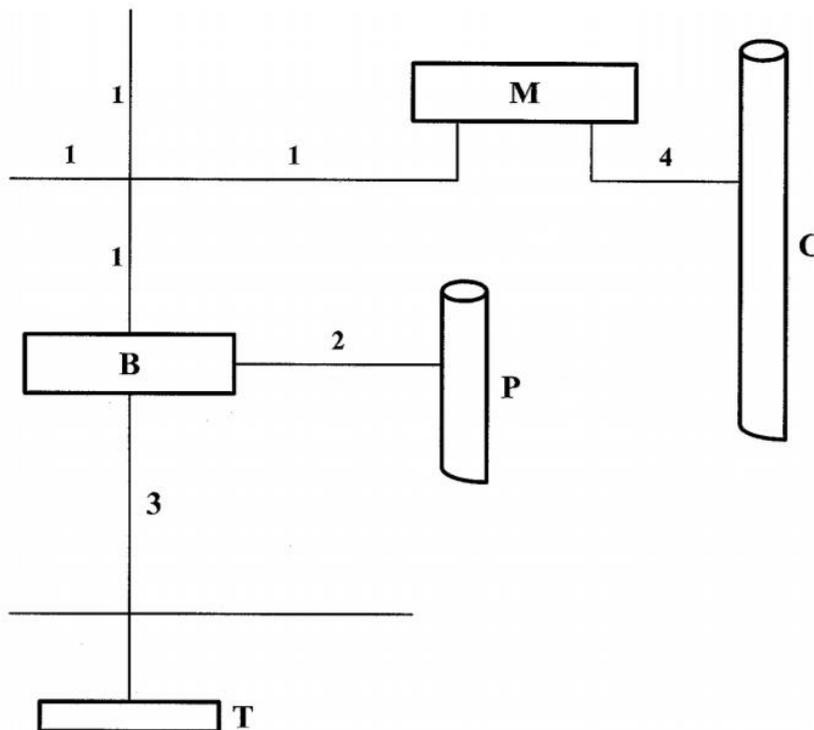
En el apartado de cálculos del presente proyecto se han calculados todas las corriente de cortocircuito y se ha comprobado que todos los interruptores magnetotérmicos cumplen con la condición anteriormente descritas.

## 1.17. Instalación de Puesta a Tierra

Según se establece en la ITC-BT-18 del REBT, la 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. Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

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

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



La leyenda de la Figura 1 es la siguiente;

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.

Tal y como marca la ITC-BT-26 de REBT, para llevar a cabo la puesta a tierra se instalarán en el fondo de la zanja de cimentación del edificio y antes de empezar la construcción de éste, un cable rígido de cobre desnudo, formando un anillo cerrado alrededor del edificio. La profundidad mínima de enterramiento del conductor debe ser de 0,8 m por debajo del nivel del suelo.

A este anillo deberán conectarse electrodos verticalmente hincados en el terreno cuando se necesite disminuir la resistencia de tierra que pueda presentar el conductor en anillo. Y las líneas de enlace con tierra se establecerán de acuerdo con la situación y número previsto de puntos de puesta a tierra.

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

A esta misma toma de tierra deberán conectarse las partes metálicas de 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.

Y los puntos de puesta a tierra se situarán:

- En los patios de luces destinados a cocinas, cuartos de aseo, etc.
- En el local de la centralización de contadores.
- En la base de las estructuras metálicas de los ascensores.
- 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.

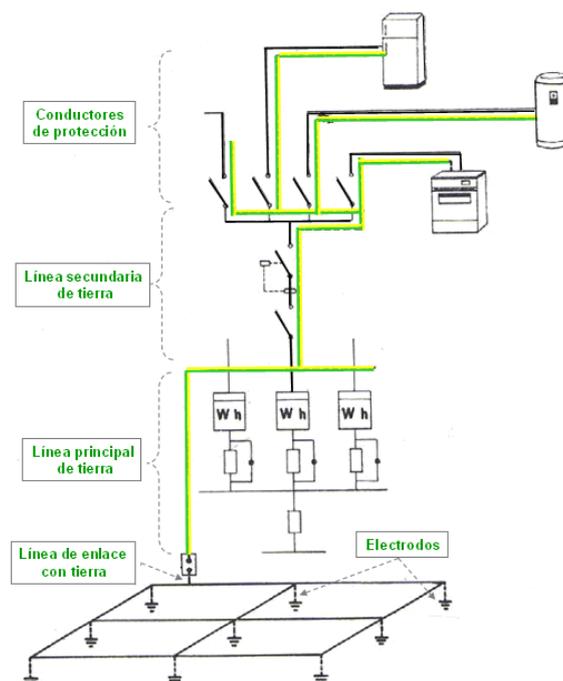
Las líneas principales de tierra y sus derivaciones se establecerán en las mismas canalizaciones que las líneas generales de alimentación y derivaciones individuales.

Los conductores de protección se instalarán acompañando a los conductores activos en todos los circuitos de la vivienda hasta los puntos de utilización.

Las conexiones en los conductores de tierra serán realizadas mediante tornillos de apriete que garanticen una continua y perfecta conexión entre aquellos.

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.

En la siguiente imagen se muestra un ejemplo de cómo está estructurada la puesta a tierra en un edificio de viviendas, en ella se pueden ver las distintas partes que conforman la instalación



## 2. CÁLCULOS.

### 2.1. PREVISIÓN DE CARGAS.

#### 2.1.1. Previsión de cagas de viviendas.

De acuerdo con la características de las viviendas de nuestro edificio y el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión en la ITC-BT 10, se determina el grado de electrificación de las viviendas como electrificación básica, con una potencia asignada de 5750 W.

La potencia total de las viviendas es calculada con la siguiente expresión:

$$P_V = GE * C_S$$

Siendo;

- GE: grado de electrificación (W).
- C<sub>S</sub>: coeficiente de simultaneidad.

El coeficiente de simultaneidad lo obtenemos de la ITC-BT-10, Tabla 1. En nuestro caso, el edificio consta de 16 viviendas, por tanto, el coeficiente de simultaneidad es de 12,5.

Con todo esto obtenemos que la previsión de cargas de las viviendas es:

$$P_V = 5,75 \text{ kW} * 12,5 = \mathbf{71,875 \text{ KW}}$$

#### 2.1.2. Previsión de cargas del garaje.

##### 2.1.2.1. Iluminarias del garaje.

Para la iluminación general del garaje tendremos en cuenta el número de puntos de luz y la potencia que habrá que instalar en cada uno de ellos. En nuestro caso se instalará en cada punto de luz asignado, una Pantalla Estanca LED Integrado Aluminio de 120 cm y con una potencia 40 W. Existen un total 18 puntos de luz en nuestra planta garaje.

$$P = 40 \times 18 = \mathbf{720 \text{ W}}$$

### 2.1.2.2. Motor puerta.

Para el motor de la puerta cogeremos directamente la potencia del motor. En nuestro caso, el motor elegido será un motor para puertas basculantes de dos hojas, modelo VDS Basic con una potencia de **250 W**.

### 2.1.2.3. Central de CO.

Para la central de CO cogeremos directamente la potencia de la central, que en nuestro caso es de **400 W**.

### 2.1.2.4. Extracción.

Según la ITC-BT-10 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, la previsión de cargas del garaje será de  $20 \text{ W/m}^2$ , puesto que es de ventilación forzada.

Primero calculamos el área de nuestro garaje

$$A = 15,15 \text{ m} \times 17,2 \text{ m} = 260,58 \text{ m}^2$$

Para calcular la potencia de la extracción utilizaremos la siguiente expresión:

$$P_G = A * P_C$$

Siendo:

- A: área del garaje ( $\text{m}^2$ ).
- PC: previsión de cargas ( $\text{W/m}^2$ ).

$$P_G = 260,58 * 20 = \mathbf{5,211 \text{ KW}}$$

El resumen de la previsión de cargas del garaje queda de la forma siguiente;

| <b>Previsión de cargas del garaje</b> |                 |
|---------------------------------------|-----------------|
| <b>CIRCUITO</b>                       | <b>POTENCIA</b> |
| <b>Iluminación General</b>            | 720 W           |
| <b>Motor Puerta</b>                   | 250 W           |
| <b>Central CO</b>                     | 400 W           |
| <b>Extracción</b>                     | 5211W           |
| <b>TOTAL</b>                          | <b>6581 W</b>   |

### 2.1.3. Previsión de cargas de servicios generales

#### 2.1.3.1. Iluminación de las zonas comunes

Este apartado se divide en dos partes, el alumbrado de portal y el de escalera.

- Alumbrado de portal: para el alumbrado del portal se trabaja con una previsión de cargas de 8 W/m<sup>2</sup>, puesto que se van a usar luminarias fluorescentes. Se considerará alumbrado de portal el alumbrado de acceso, el de las distintas plantas, y el de los cuartos.

- Alumbrado de escalera: para el alumbrado de escalera la previsión de cargas es de 4 W/m<sup>2</sup>, puesto que también van a ser luminarias fluorescentes.

En la siguiente tabla se resumen las diferentes áreas que componen las zonas comunes del edificio:

| <b>Área y Potencia de las zona comunes</b> |                             |                     |
|--|-----------------------------|---------------------|
| <b>CIRCUITO</b>                            | <b>ÁREA (m<sup>2</sup>)</b> | <b>POTENCIA (W)</b> |
| <b>Superficie Portal</b>                   | 13,15 m <sup>2</sup>        | 105,2 W             |
| <b>Superficie Plantas</b>                  | 24,5 m <sup>2</sup>         | 196 W               |
| <b>Superficie Escalera</b>                 | 98,18 m <sup>2</sup>        | 392,72 W            |
| <b>S. Cuarto Contadores</b>                | 3 m <sup>2</sup>            | 24 W                |
| <b>TOTAL</b>                               |                             | <b>717,92 W</b>     |

### 2.1.3.2. Ascensor

La carga correspondiente a los ascensores se obtiene de la Norma Tecnológica de Edificación NTE-ITA, con la ayuda de la siguiente tabla:

| Tipo de aparato elevador | Carga (kg) | Nº de personas | Velocidad (m/s) | Potencia (kW) |
|--------------------------|------------|----------------|-----------------|---------------|
| ITA-1                    | 400        | 5              | 0,63            | 4,5           |
| ITA-2                    | 400        | 5              | 1,00            | 7,5           |
| ITA-3                    | 630        | 8              | 1,00            | 11,5          |
| ITA-4                    | 630        | 8              | 1,60            | 18,5          |
| ITA-5                    | 1000       | 13             | 1,60            | 29,5          |
| ITA-6                    | 1000       | 13             | 2,50            | 46,0          |

En el edificio se colocará un ascensor tipo ITA-1 cuyas características son de una carga máxima de 400 kg, con capacidad para 5 personas y con una velocidad de 0,63 m/s. Este tipo de ascensor tiene una previsión de carga de **4500 W**

### 2.1.3.3. Otros elementos de las zonas comunes

En este apartado consideramos el portero automático, las tomas de corriente y otras instalaciones que pudieran existir en el edificio. Para estos usos estimaremos una previsión de carga de **3500 W**.

### 2.1.3.4. Resumen Previsión cargas Servicios generales.

| Previsión carga Servicios Generales |                  |
|-------------------------------------|------------------|
| CIRCUITO                            | POTENCIA (W)     |
| Alumbrado Portal                    | 105,2 W          |
| Alumbrado Plantas                   | 196 W            |
| Alumbrado Escalera                  | 392,72 W         |
| Al. Cuarto Contadores               | 24 W             |
| Ascensor                            | 4500 W           |
| Portero y Tomas de corriente        | 3500W            |
| <b>TOTAL</b>                        | <b>8717,92 W</b> |

### 2.1.4. Previsión de cargas total

La previsión de cargas total se calculará con la siguiente formula:

$$P_T = P_V + P_G + P_{SG}$$

Donde;

- $P_V$ : potencia correspondiente a las viviendas.
- $P_G$ : potencia correspondiente al garaje.
- $P_{SG}$ : potencia correspondiente a los servicios generales.

Esta previsión de cargas corresponde con la potencia total que le llegara al centralizado de contadores.

|                              |                 |
|------------------------------|-----------------|
| <b>PREVISIÓN CARGA TOTAL</b> | <b>87,17 KW</b> |
|------------------------------|-----------------|

## 2.2 LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN.

Calcularemos la LGA siguiendo las directrices que marca el REBT en su ITC-BT-14.

Las características de los conductores serán las siguientes:

- Conductores de cobre, unipolares y aislados con polietileno reticulado (XLPE).
- Alimentación trifásica con neutro.
- Nivel de aislamiento 0,6/1 kV.
- Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos, según UNE 21.123-4. Los cables con la denominación RZ1-K 0,6/1 kV, cumplen con esta condición.

Las fórmulas utilizadas para los cálculos de la intensidad y la caída de tensión para poder seleccionar la sección del cable de la LGA, son las siguientes:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos \varphi}$$

$$\Delta V = e = \frac{\sqrt{3} * L * I * \cos \varphi}{\sigma * S} = \frac{L * P}{\sigma * S * V}$$

$$\Delta V(\%) = \Delta V * \frac{100}{V}$$

Donde;

- I: intensidad (A)
- P: Potencia (w)
- V: Tensión (V)
- Cos  $\varphi$ : Factor de potencia.
- $\Delta V$ : caída de tensión (V)
- L: Longitud (m)
- $\sigma$ : conductividad (m/ $\Omega$ \*mm<sup>2</sup>) (44 para el cobre)
- S: Sección (mm<sup>2</sup>)
- $\Phi$ -t: diámetro exterior de los tubos (mm).

Según se indica en la ITC-BT-14, la caída de tensión máxima admisible para la LGA con centralización de contadores es del 0,5% (lo que equivale a 2 voltios).

Para el criterio de la máxima corriente admisible; Si el cable conduce una corriente cercana a la máxima admisible el XLPE puede estar a una temperatura cercana de 90 °C, donde la conductividad del cobre a dicha temperatura es de: 44 m/ $\Omega$ mm<sup>2</sup>

Teniendo en cuenta que desconocemos el factor de potencia de la instalación, se supone para la LGA, uno de 0,9 cuando el edificio está destinado sólo a viviendas. La longitud de la misma será de 25 metros y su instalación será en tubos empotrados en obra.

Con todo ello, obtenemos los siguientes resultados:

La sección mínima teniendo en cuenta la máxima caída de tensión permitida (2 voltios), es de 61,83 mm<sup>2</sup>. Por lo que, siguiendo la Tabla 1 de secciones de la ITC BT-14, la sección elegida para cada fase será de 70 mm<sup>2</sup>, para el neutro de 35 mm<sup>2</sup> y el diámetro exterior de los tubos será de 140 mm.

| Cálculos de la LGA |             |         |              |                |                            |                              |           |           |
|--------------------|-------------|---------|--------------|----------------|----------------------------|------------------------------|-----------|-----------|
| POTENCIA (W)       | Tensión (V) | I (A)   | Longitud (m) | Nº Conductores | S. Fase (mm <sup>2</sup> ) | S. Neutro (mm <sup>2</sup> ) | ΔV (V/%)  | Φe-t (mm) |
| 87170 W            | 400 V       | 139,8 A | 25 m         | 4              | 70                         | 35                           | 1,76/0,44 | 140       |

### 2.3. DERIVACIONES INDIVIDUALES

Las derivaciones individuales se calculan de acuerdo al REBT con la ITC-BT-15 de forma similar a lo realizado con la LGA.

Las características de los conductores serán las siguientes para las derivaciones individuales serán las siguientes:

- Conductores de cobre con un recubrimiento de polietileno reticulado (XLPE).
- Alimentación trifásica con neutro para las derivaciones individuales de garaje y servicios generales.
- Alimentación monofásica para el resto de derivaciones individuales.
- Tipo de cable RZ1-K (AS) con una tensión asignada de 450/750 V. Estos cables son no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducidos, que cumple la norma UNE 211002.

Las fórmulas utilizadas para el cálculo de la intensidad y de la caída de tensión serán las siguientes:

#### Alimentación trifásica

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos \varphi}$$

$$\Delta V = e = \frac{\sqrt{3} * L * I * \cos \varphi}{\sigma * S} = \frac{L * P}{\sigma * S * V}$$

$$\Delta V(\%) = \Delta V * \frac{100}{V}$$

#### Alimentación monofásica

$$I = \frac{P}{V * \cos \varphi}$$

$$\Delta V = e = \frac{2 * L * I * \cos \varphi}{\sigma * S} = \frac{2 * L * P}{\sigma * S * V}$$

$$\Delta V(\%) = \Delta V * \frac{100}{V}$$

Donde;

- I: intensidad (A)
- P: Potencia (w)
- V: Tensión (V)
- $\cos \varphi$ : Factor de potencia.
- $\Delta V$ : caída de tensión (V)
- L: Longitud (m)
- $\sigma$ : conductividad ( $m/\Omega \cdot mm^2$ ) (44 para el cobre)
- S: Sección ( $mm^2$ )
- $\Phi$ -t: diámetro exterior de los tubos (mm).

La máxima caída de tensión permitida cuando existe centralización de contadores es del 1%, por tanto, con tensión de 230/400 voltios, serán 4 voltios para sistemas trifásicos y 2,3 voltios para sistemas monofásicos.

El factor de potencia que se ha tenido en cuenta para derivaciones monofásicas es igual a 1, mientras que para derivaciones trifásicas es igual a 0,8.

De igual forma que hemos hecho con el cálculo de la LGA, calcularemos la sección mínima teniendo en cuenta la máxima caída de tensión permitida, 4 voltios en trifásica y 2,3 voltios en monofásica.

#### Cálculos de las Derivaciones Individuales

| DI  | POTENCIA (W) | Tensión (V) | I (A) | Longitud (m) | Nº Conductores | S. Fase ( $mm^2$ ) | S. Neutro ( $mm^2$ ) | S. Protección ( $mm^2$ ) | $\Delta V$ (V/%) | $\Phi$ -t (mm) |
|-----|--------------|-------------|-------|--------------|----------------|--------------------|----------------------|--------------------------|------------------|----------------|
| 1ºA | 5750 W       | 230 V       | 25 A  | 2 m          | 3              | 6                  | 6                    | 6                        | 0,37/0,16 %      | 32             |
| 1ºB | 5750 W       | 230 V       | 25 A  | 3 m          | 3              | 6                  | 6                    | 6                        | 0,56/0,24 %      | 32             |
| 1ºC | 5750 W       | 230 V       | 25 A  | 4 m          | 3              | 6                  | 6                    | 6                        | 0,75/0,32 %      | 32             |
| 1ºD | 5750 W       | 230 V       | 25 A  | 5,2 m        | 3              | 6                  | 6                    | 6                        | 0,98/0,42 %      | 32             |
| 2ºA | 5750 W       | 230 V       | 25 A  | 5 m          | 3              | 6                  | 6                    | 6                        | 0,94/0,41 %      | 32             |
| 2ºB | 5750 W       | 230 V       | 25 A  | 6 m          | 3              | 6                  | 6                    | 6                        | 1,13/0,49 %      | 32             |
| 2ºC | 5750 W       | 230 V       | 25 A  | 7 m          | 3              | 6                  | 6                    | 6                        | 1,32/0,57 %      | 32             |
| 2ºD | 5750 W       | 230 V       | 25 A  | 8,2 m        | 3              | 6                  | 6                    | 6                        | 1,55/0,67 %      | 32             |
| 3ºA | 5750 W       | 230 V       | 25 A  | 8 m          | 3              | 6                  | 6                    | 6                        | 1,51/0,65 %      | 32             |
| 3ºB | 5750 W       | 230 V       | 25 A  | 9 m          | 3              | 6                  | 6                    | 6                        | 1,70/0,74 %      | 32             |
| 3ºC | 5750 W       | 230 V       | 25 A  | 10 m         | 3              | 6                  | 6                    | 6                        | 1,89/0,82 %      | 32             |

|          |        |       |            |        |   |    |    |    |             |    |
|----------|--------|-------|------------|--------|---|----|----|----|-------------|----|
| 3°D      | 5750 W | 230 V | 25 A       | 11,2 m | 3 | 6  | 6  | 6  | 2,12/0,92 % | 32 |
| 4°A      | 5750 W | 230 V | 25 A       | 11 m   | 3 | 6  | 6  | 6  | 2,08/0,90 % | 32 |
| 4°B      | 5750 W | 230 V | 25 A       | 12 m   | 3 | 6  | 6  | 6  | 2,27/0,98 % | 32 |
| 4°C      | 5750 W | 230 V | 25 A       | 13 m   | 3 | 10 | 10 | 10 | 1,47/0,64 % | 40 |
| 4°D      | 5750 W | 230 V | 25 A       | 14,2 m | 3 | 10 | 10 | 10 | 1,61/0,70 % | 40 |
| S.G      | 8718 W | 400V  | 15,72<br>A | 9 m    | 5 | 6  | 6  | 6  | 0,74/0,18 % | 40 |
| GA<br>R. | 6581 W | 400V  | 11,87<br>A | 5 m    | 5 | 6  | 6  | 6  | 0,31/0,08 % | 40 |

El cuarto de contadores estará ubicado en el portal, al igual que el cuadro general de mando y protección de los servicios generales. Por otro lado, el correspondiente al garaje, se situará en el propio garaje, en la planta primera y el de las viviendas, a la entrada de cada una de ellas. De esta forma hemos calculado la longitud de cada derivación individual.

La sección mínima será de  $6 \text{ mm}^2$  para conductores polares, neutro y protección. Es por ello que, aunque en la mayoría de las viviendas hemos obtenido valores inferiores, he debido optar por esa sección.

También, debemos considerar la ampliación del 100% en la sección de los conductores, por tanto, serían de  $12 \text{ mm}^2$ . Este valor no está normalizado, por lo cual nos debíamos de ir al de  $16 \text{ mm}^2$ , correspondiente con un diámetro exterior de los tubos de 32 mm según la Tabla 2 de la ITC-BT 21 del REBT, que además será el valor mínimo permitido. Por esta razón, y de acuerdo con dicha tabla, elegimos el mismo diámetro de tubos de 32 mm para una sección de  $10 \text{ mm}^2$  y para la sección de  $6 \text{ mm}^2$  en Servicios Generales y Garaje (Trifásica).

*Tabla 2. Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir.*

| Sección nominal de los conductores unipolares (mm <sup>2</sup> ) | Diámetro exterior de los tubos (mm) |    |    |    |    |
|--|-------------------------------------|----|----|----|----|
|  | Número de conductores               |    |    |    |    |
|  | 1                                   | 2  | 3  | 4  | 5  |
| 1,5  | 12                                  | 12 | 16 | 16 | 16 |
| 2,5  | 12                                  | 12 | 16 | 16 | 20 |
| 4  | 12                                  | 16 | 20 | 20 | 20 |
| 6  | 12                                  | 16 | 20 | 20 | 25 |
| 10   | 16                                  | 20 | 25 | 32 | 32 |
| 16   | 16                                  | 25 | 32 | 32 | 32 |
| 25   | 20                                  | 32 | 32 | 40 | 40 |
| 35   | 25                                  | 32 | 40 | 40 | 50 |
| 50   | 25                                  | 40 | 50 | 50 | 50 |
| 70   | 32                                  | 40 | 50 | 63 | 63 |
| 95   | 32                                  | 50 | 63 | 63 | 75 |
| 120  | 40                                  | 50 | 63 | 75 | 75 |
| 150  | 40                                  | 63 | 75 | 75 | -- |
| 185  | 50                                  | 63 | 75 | -- | -- |
| 240  | 50                                  | 75 | -- | -- | -- |

La sección del conductor neutro será igual al de fase en todos los casos.

## 2.4. INSTALACIONES INTERIORES

### 2.4.1. CIRCUITOS EN LAS VIVIENDAS

Las características de los circuitos todas las viviendas serán las siguientes:

- Conductores de cobre
- Alimentación monofásica.
- Cable de tensión asignada 450/750 V.
- Cable elegido es será el H07V-K e irán alojados en tubo aislante flexible, empotrado.

Las fórmulas utilizadas para el cálculo de la intensidad y de la caída de tensión serán las siguientes

### Alimentación monofásica

$$I = \frac{P}{V * \cos \varphi}$$
$$\Delta V = e = \frac{2 * L * I * \cos \varphi}{\sigma * S} = \frac{2 * L * P}{\sigma * S * V}$$
$$\Delta V(\%) = \Delta V * \frac{100}{V}$$

Donde;

- I: intensidad (A)
- P: Potencia (w)
- V: Tensión (V)
- Cos  $\varphi$ : Factor de potencia.
- $\Delta V$ : caída de tensión (V)
- L: Longitud (m)
- $\sigma$ : conductividad (m/ $\Omega$ \*mm<sup>2</sup>)
- S: Sección (mm<sup>2</sup>)
- $\Phi$ -t: diámetro exterior de los tubos (mm).

La caída de tensión será como máximo del 3 %. Esta caída de tensión se calculará para una intensidad de funcionamiento del circuito igual a la intensidad nominal del interruptor automático de dicho circuito y para una distancia correspondiente a la del punto de utilización más alejado de la CGMP.

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

| Circuitos Interiores de las Viviendas |                              |                |                |             |                       |                      |          |                   |                     |   |              |
|---------------------------------------|------------------------------|----------------|----------------|-------------|-----------------------|----------------------|----------|-------------------|---------------------|---|--------------|
|                                       | POTENCIA<br>A por<br>toma(W) | F <sub>s</sub> | F <sub>u</sub> | Nº<br>Tomas | Nº Tomas<br>permitido | Potencia<br>circuito | L<br>(m) | Tipo de Toma      | Int.<br>Auto<br>(A) | Sección<br>Conduct<br>or( mm <sup>2</sup> ) | Φe-t<br>(mm) |
| C1                                    | 200 W                        | 0,75           | 0,5            | 9           | 30                    | 675 W                | 9 m      | Punto de Luz      | 10 A                | 1,5 mm <sup>2</sup>                         | 16 mm        |
| C2                                    | 3450 W                       | 0,2            | 0,25           | 14          | 20                    | 2415 W               | 12 m     | Base 16 A<br>2p+T | 16 A                | 2,5 mm <sup>2</sup>                         | 20 mm        |
| C3                                    | 5400 W                       | 0,5            | 0,75           | 2           | 2                     | 4050 W               | 7 m      | Base 16 A<br>2p+T | 25 A                | 6 mm <sup>2</sup>                           | 25 mm        |
| C4                                    | 3450 W                       | 0,66           | 0,75           | 2           | 3                     | 3415 W               | 8 m      | Base 16 A<br>2p+T | 20 A                | 4 mm <sup>2</sup>                           | 20 mm        |
| C5                                    | 3450 W                       | 0,4            | 0,5            | 2           | 6                     | 1380 W               | 2 m      | Base 16 A<br>2p+T | 16 A                | 2,5 mm <sup>2</sup>                         | 20 mm        |

#### 2.4.2. CIRCUITOS EN LOS GARAJES

Las características de los circuitos serán las siguientes:

- Conductores de cobre con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE).
- Tipo de Cable RZ1-K (AS+) resistente al fuego, de tensión asignada 0,6/1 KV, cero halógenos, según UNE 211025. Este tipo de cable es recomendado para los circuitos de alimentación a las centrales de detección y extractor, pero en este caso los vamos a usar en todos, para garantizar el funcionamiento de todos los circuitos en caso de incendio.
- Alimentación trifásica para la extracción y el motor de la puerta.
- Alimentación monofásica para el resto de circuitos.

Las fórmulas utilizadas para el cálculo de la intensidad y de la caída de tensión serán las mismas que en apartados anteriores tanto para la alimentación monofásica como para la alimentación trifásica.

Según la ICT-BT-19 del REBT, la caída de tensión máxima permitida será del 3% para circuito de alumbrado y del 5% para los demás circuitos.

De esta manera, obtenemos los siguientes resultados;

| Cálculo Circuitos Interiores del Garaje |        |        |       |       |                |                                 |                                   |              |           |
|---|--------|--------|-------|-------|----------------|---------------------------------|-----------------------------------|--------------|-----------|
| Circuito                                | P (W)  | I (A)  | V (V) | L (m) | Nº Conductores | Sección Fase (mm <sup>2</sup> ) | Sección Neutro (mm <sup>2</sup> ) | ΔV (V / %)   | Φe-t (mm) |
| <b>Iluminación</b>                      | 720 W  | 3,13 A | 230 V | 17 m  | 3              | 1,5 mm <sup>2</sup>             | 1,5 mm <sup>2</sup>               | 1,61/0,70 %  | 16 mm     |
| <b>Motor Puerta</b>                     | 250 W  | 0,78 A | 400 V | 8 m   | 5              | 1,5 mm <sup>2</sup>             | 1,5 mm <sup>2</sup>               | 0,076/0,019% | 20 mm     |
| <b>Estación CO</b>                      | 400 W  | 0,72 A | 230 V | 15 m  | 3              | 1,5 mm <sup>2</sup>             | 1,5 mm <sup>2</sup>               | 0,79/0,34%   | 16 mm     |
| <b>Extracción</b>                       | 5211 W | 9,4 A  | 400 V | 2 m   | 5              | 1,5 mm <sup>2</sup>             | 1,5 mm <sup>2</sup>               | 0,39/0,1%    | 20 mm     |

### 2.4.3- Circuitos de los servicios generales

Las características de los circuitos serán las siguientes:

- Conductores de cobre con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE).
- Alimentación trifásica para el ascensor y monofásica para el resto de circuitos.
- Cable del tipo RZ1-K para todos los circuitos, de tensión asignada 450/750 V.

Las fórmulas utilizadas para el cálculo de la intensidad y de la caída de tensión serán las mismas que en apartados anteriores tanto para la alimentación monofásica como para la alimentación trifásica.

Según la ICT-BT-19 del REBT, la caída de tensión máxima permitida será del 3% para los circuitos de alumbrado y del 5% para los demás circuitos.

| Cálculo Circuitos Servicios Generales |          |        |       |       |                |                                 |                                   |             |           |
|---------------------------------------|----------|--------|-------|-------|----------------|---------------------------------|-----------------------------------|-------------|-----------|
| Circuito                              | P (W)    | I (A)  | V (V) | L (m) | Nº Conductores | Sección Fase (mm <sup>2</sup> ) | Sección Neutro (mm <sup>2</sup> ) | ΔV (V / %)  | Φe-t (mm) |
| <b>Al. Portal</b>                     | 105,2 W  | 0,45 A | 230 V | 5 m   | 3              | 1,5 mm <sup>2</sup>             | 1,5 mm <sup>2</sup>               | 0,07/0,03 % | 20 mm     |
| <b>Al. Plantas</b>                    | 196 W    | 0,85 A | 230 V | 20 m  | 3              | 1,5 mm <sup>2</sup>             | 1,5 mm <sup>2</sup>               | 0,52/0,22 % | 20 mm     |
| <b>Al. Escalera</b>                   | 392,72 W | 1,7 A  | 230 V | 24 m  | 3              | 1,5 mm <sup>2</sup>             | 1,5 mm <sup>2</sup>               | 1,24/0,54 % | 20 mm     |
| <b>Al. Cuarto Contadores</b>          | 24 W     | 0,1 A  | 230 V | 9 m   | 3              | 1,5 mm <sup>2</sup>             | 1,5 mm <sup>2</sup>               | 0,03/0,01 % | 20 mm     |
| <b>Ascensor</b>                       | 4500 W   | 8,12 A | 400 V | 8 m   | 5              | 1,5 mm <sup>2</sup>             | 1,5 mm <sup>2</sup>               | 1,36/0,34 % | 20 mm     |
| <b>Tomas de corriente</b>             | 3400W    | 14,8 A | 230 V | 5 m   | 3              | 1,5 mm <sup>2</sup>             | 1,5 mm <sup>2</sup>               | 2,23/0,97 % | 20 mm     |
| <b>Portero</b>                        | 100 w    | 0,43 A | 230 V | 3 m   | 3              | 1,5 mm <sup>2</sup>             | 1,5 mm <sup>2</sup>               | 0,04/0,02 % | 20 mm     |

## 2.5. CÁLCULO Y SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES.

Tal y como describimos en el apartado teórico, las protecciones deberán cumplir con las siguientes ecuaciones:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 * I_z$$

En caso de que la protección elegida sea un fusible normalizado, entonces:

$$I_f = 1,6 * I_n$$

Si la protección elegida es un interruptor automático, entonces:

$$I_f = 1,45 * I_n$$

### 2.5.1. Caja general de protección.

| Cálculos de protecciones de la LGA |                    |                    |                    |   |                            |             |                                  |                                    |             |              |
|------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---|----------------------------|-------------|----------------------------------|------------------------------------|-------------|--------------|
| P (W)                              | I <sub>b</sub> (A) | I <sub>n</sub> (A) | I <sub>z</sub> (A) | I <sub>f</sub><br>=1,6I <sub>n</sub><br>(A) | 1,45 I <sub>z</sub><br>(A) | Fusible     | S.<br>Fase<br>(mm <sup>2</sup> ) | S.<br>Neutro<br>(mm <sup>2</sup> ) | ΔV<br>(V/%) | Φe-t<br>(mm) |
| 87170 W                            | 139,8 A            | 160 A              | 202 A              | 256 A                                       | 292,9 A                    | NH00<br>160 | 70                               | 35                                 | 1,76/0,44   | 140          |

Dónde;

I<sub>b</sub>: Es la corriente de diseño del circuito correspondiente.

I<sub>n</sub>: Es la corriente nominal del fusible.

I<sub>z</sub>: Es la corriente máxima admisible del conductor protegido.

I<sub>f</sub>: Es la corriente que garantiza el funcionamiento efectivo de la protección.

Para la CGP y siguiendo una web de venta de material eléctrico llamada RS, hemos elegido un fusible del tipo NH00 160 A.

### Fusible de lengüeta centrado, Siemens, 160A, 00, gG, NH



#### 2.5.2. Protecciones de la centralización de contadores.

Antes de cada derivación individual, debe de haber un fusible de seguridad para proteger al resto del circuito en caso de cortocircuito.

Los cálculos para calcular las protecciones serán los mismos que en el apartado anterior.

Los resultados serán los siguientes;

| Cálculos de protecciones de las DI |        |                    |                    |                    |  |                         |         |                            |                              |           |
|------------------------------------|--------|--------------------|--------------------|--------------------|--|-------------------------|---------|----------------------------|------------------------------|-----------|
| DI                                 | P (W)  | I <sub>b</sub> (A) | I <sub>n</sub> (A) | I <sub>Z</sub> (A) | I <sub>F</sub> = 1,6I <sub>n</sub> (A) | 1,45 I <sub>Z</sub> (A) | Fusible | S. Fase (mm <sup>2</sup> ) | S. Neutro (mm <sup>2</sup> ) | Φe-t (mm) |
| 1°A                                | 5750 W | 25 A               | 32                 | 49                 | 51,2                                   | 71,05                   | NH0 32  | 6                          | 6                            | 32        |
| 1°B                                | 5750 W | 25 A               | 32                 | 49                 | 51,2                                   | 71,05                   | NH0 32  | 6                          | 6                            | 32        |
| 1°C                                | 5750 W | 25 A               | 32                 | 49                 | 51,2                                   | 71,05                   | NH0 32  | 6                          | 6                            | 32        |
| 1°D                                | 5750 W | 25 A               | 32                 | 49                 | 51,2                                   | 71,05                   | NH0 32  | 6                          | 6                            | 32        |
| 2°A                                | 5750 W | 25 A               | 32                 | 49                 | 51,2                                   | 71,05                   | NH0 32  | 6                          | 6                            | 32        |
| 2°B                                | 5750 W | 25 A               | 32                 | 49                 | 51,2                                   | 71,05                   | NH0 32  | 6                          | 6                            | 32        |
| 2°C                                | 5750 W | 25 A               | 32                 | 49                 | 51,2                                   | 71,05                   | NH0 32  | 6                          | 6                            | 32        |
| 2°D                                | 5750 W | 25 A               | 32                 | 49                 | 51,2                                   | 71,05                   | NH0 32  | 6                          | 6                            | 32        |
| 3°A                                | 5750 W | 25 A               | 32                 | 49                 | 51,2                                   | 71,05                   | NH0 32  | 6                          | 6                            | 32        |

|          |        |         |    |    |      |       |        |    |    |    |
|----------|--------|---------|----|----|------|-------|--------|----|----|----|
| 3°B      | 5750 W | 25 A    | 32 | 49 | 51,2 | 71,05 | NH0 32 | 6  | 6  | 32 |
| 3°C      | 5750 W | 25 A    | 32 | 49 | 51,2 | 71,05 | NH0 32 | 6  | 6  | 32 |
| 3°D      | 5750 W | 25 A    | 32 | 49 | 51,2 | 71,05 | NH0 32 | 6  | 6  | 32 |
| 4°A      | 5750 W | 25 A    | 32 | 49 | 51,2 | 71,05 | NH0 32 | 6  | 6  | 32 |
| 4°B      | 5750 W | 25 A    | 32 | 49 | 51,2 | 71,05 | NH0 32 | 6  | 6  | 32 |
| 4°C      | 5750 W | 25 A    | 32 | 68 | 51,2 | 98,6  | NH0 32 | 10 | 10 | 40 |
| 4°D      | 5750 W | 25 A    | 32 | 68 | 51,2 | 98,6  | NH0 32 | 10 | 10 | 40 |
| S.G.     | 8718 W | 15,72 A | 20 | 44 | 32   | 63,8  | NH0 20 | 6  | 6  | 40 |
| GA<br>R. | 6581 W | 11,87 A | 20 | 44 | 32   | 63,8  | NH0 20 | 6  | 6  | 40 |

Comprobamos que en todos los casos se cumple con los valores de las intensidades;

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 * I_z$$

### 2.5.3. Cuadro de las viviendas.

Como el elemento protector en este caso es un interruptor automático, se tiene que cumplir que:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 * I_z$$

#### Cálculos de protecciones Cuadros de Viviendas

| Circuito | P (W)  | $I_b$ (A) | $I_n$ (A) | $I_z$ (A) | $I_f$<br>$=1,45I_n$<br>(A) | $1,45 I_z$<br>(A) | PIA     | S. Fase<br>(mm <sup>2</sup> ) | S. Neutro<br>(mm <sup>2</sup> ) | $\Phi e-t$<br>(mm) |
|----------|--------|-----------|-----------|-----------|----------------------------|-------------------|---------|-------------------------------|---------------------------------|--------------------|
| C1       | 675 W  | 2,93 A    | 10 A      | 21 A      | 14,5 A                     | 30,45 A           | MUN510A | 1,5 mm <sup>2</sup>           | 1,5 mm <sup>2</sup>             | 16 mm              |
| C2       | 2415 W | 10,5 A    | 16 A      | 29 A      | 23,2 A                     | 42,05 A           | MUN516A | 2,5 mm <sup>2</sup>           | 2,5 mm <sup>2</sup>             | 20 mm              |
| C3       | 4050 W | 17,6 A    | 25 A      | 49 A      | 36,2 A                     | 71,05 A           | MUN525A | 6 mm <sup>2</sup>             | 6 mm <sup>2</sup>               | 25 mm              |
| C4       | 3415 W | 14,6 A    | 20 A      | 38 A      | 29 A                       | 55,1 A            | MUN520A | 4 mm <sup>2</sup>             | 4 mm <sup>2</sup>               | 20 mm              |
| C5       | 1380 W | 6 A       | 16 A      | 29 A      | 23,2 A                     | 42,05 A           | MUN516A | 2,5 mm <sup>2</sup>           | 2,5 mm <sup>2</sup>             | 20 mm              |

### 2.5.4. Cuadro del garaje

| Cálculos de protecciones Cuadro Garaje |        |                    |                    |                    |   |                         |         |                               |                                 |              |
|--|--------|--------------------|--------------------|--------------------|---|-------------------------|---------|-------------------------------|---------------------------------|--------------|
| Circuito                               | P (W)  | I <sub>b</sub> (A) | I <sub>n</sub> (A) | I <sub>Z</sub> (A) | I <sub>r</sub> =1,45I <sub>n</sub><br>(A) | 1,45 I <sub>Z</sub> (A) | PIA     | S. Fase<br>(mm <sup>2</sup> ) | S. Neutro<br>(mm <sup>2</sup> ) | Φe-t<br>(mm) |
| <b>Iluminación</b>                     | 720 W  | 3,13 A             | 6 A                | 21 A               | 8,7 A                                     | 30,45 A                 | MUN506A | 1,5 mm <sup>2</sup>           | 1,5 mm <sup>2</sup>             | 16 mm        |
| <b>Motor Puerta</b>                    | 250 W  | 0,78 A             | 6 A                | 18 A               | 8,7 A                                     | 26,1 A                  | NDN410A | 1,5 mm <sup>2</sup>           | 1,5 mm <sup>2</sup>             | 20 mm        |
| <b>Estación CO</b>                     | 400 W  | 0,72 A             | 6 A                | 21 A               | 8,7 A                                     | 30,45 A                 | MUN506A | 1,5 mm <sup>2</sup>           | 1,5 mm <sup>2</sup>             | 16 mm        |
| <b>Extracción</b>                      | 5211 W | 9,40 A             | 10 A               | 18 A               | 14,5 A                                    | 26,1 A                  | MUN210A | 1,5 mm <sup>2</sup>           | 1,5 mm <sup>2</sup>             | 20 mm        |

De acuerdo con la ITC-BT 29 del REBT, catalogamos al garaje como zona peligrosa de clase I, al tener capacidad para más de 5 vehículos. Esta misma instrucción del REBT, señala la obligación en este tipo de emplazamientos, de reducir en un 15% la intensidad máxima admisible respecto al valor correspondiente a una instalación convencional. Lo aplicamos y la tabla de cálculos queda de la siguiente manera:

| Cálculos de protecciones cuadro Garaje |        |                    |                    |                    |   |                         |         |                               |                                 |              |
|--|--------|--------------------|--------------------|--------------------|---|-------------------------|---------|-------------------------------|---------------------------------|--------------|
| Circuito                               | P (W)  | I <sub>b</sub> (A) | I <sub>n</sub> (A) | I <sub>Z</sub> (A) | I <sub>r</sub> =1,45I <sub>n</sub><br>(A) | 1,45 I <sub>Z</sub> (A) | PIA     | S. Fase<br>(mm <sup>2</sup> ) | S. Neutro<br>(mm <sup>2</sup> ) | Φe-t<br>(mm) |
| <b>Iluminación</b>                     | 720 W  | 3,13 A             | 6 A                | <b>17,85 A</b>     | 8,7 A                                     | <b>25,9 A</b>           | MUN506A | 1,5 mm <sup>2</sup>           | 1,5 mm <sup>2</sup>             | 16 mm        |
| <b>Motor Puerta</b>                    | 250 W  | 0,78 A             | 6 A                | <b>15,3 A</b>      | 8,7 A                                     | <b>22,2 A</b>           | NDN406A | 1,5 mm <sup>2</sup>           | 1,5 mm <sup>2</sup>             | 20 mm        |
| <b>Estación CO</b>                     | 400 W  | 0,72 A             | 6 A                | <b>17,85 A</b>     | 8,7 A                                     | <b>25,9 A</b>           | MUN506A | 1,5 mm <sup>2</sup>           | 1,5 mm <sup>2</sup>             | 16 mm        |
| <b>Extracción</b>                      | 5211 W | 9,40 A             | 10 A               | <b>15,3 A</b>      | 14,5 A                                    | <b>22,2 A</b>           | MUN210A | 1,5 mm <sup>2</sup>           | 1,5 mm <sup>2</sup>             | 20 mm        |

Comprobamos que en todos los casos se cumple con los valores de las intensidades;

$$I_b \leq I_n \leq I_Z$$

$$I_r \leq 1,45 * I_Z$$

### 2.5.5. Cuadro de los servicios generales

| Cálculos de protecciones cuadro servicios generales |          |                    |                    |                    |  |                         |         |                            |                              |           |
|---|----------|--------------------|--------------------|--------------------|--|-------------------------|---------|----------------------------|------------------------------|-----------|
| Circuito  | P (W)    | I <sub>b</sub> (A) | I <sub>n</sub> (A) | I <sub>Z</sub> (A) | I <sub>f</sub> =1,45I <sub>n</sub> (A) | 1,45 I <sub>Z</sub> (A) | PIA     | S. Fase (mm <sup>2</sup> ) | S. Neutro (mm <sup>2</sup> ) | Φe-t (mm) |
| Al. Portal  | 105,2 W  | 0,45 A             | 6 A                | 21 A               | 8,7 A                                  | 30,45 A                 | MUN506A | 1,5 mm <sup>2</sup>        | 1,5 mm <sup>2</sup>          | 20 mm     |
| Al. Plantas   | 196 W    | 0,85 A             | 6 A                | 21 A               | 8,7 A                                  | 30,45 A                 | MUN506A | 1,5 mm <sup>2</sup>        | 1,5 mm <sup>2</sup>          | 20 mm     |
| Al. Escalera  | 392,72 W | 1,7 A              | 6 A                | 21 A               | 8,7 A                                  | 30,45 A                 | MUN506A | 1,5 mm <sup>2</sup>        | 1,5 mm <sup>2</sup>          | 20 mm     |
| Al. Cuarto Contadores                               | 24 W     | 0,1 A              | 6 A                | 21 A               | 8,7 A                                  | 30,45 A                 | MUN506A | 1,5 mm <sup>2</sup>        | 1,5 mm <sup>2</sup>          | 20 mm     |
| Ascensor  | 4500 W   | 8,11 A             | 10 A               | 18 A               | 14,5 A                                 | 26,1 A                  | NDN110A | 1,5 mm <sup>2</sup>        | 1,5 mm <sup>2</sup>          | 20 mm     |
| Tomas de corriente                                  | 3400W    | 14,8 A             | 16 A               | 21 A               | 23,2 A                                 | 30,45 A                 | MUN516A | 1,5 mm <sup>2</sup>        | 1,5 mm <sup>2</sup>          | 20 mm     |
| Portero   | 100 w    | 0,43 A             | 6 A                | 21 A               | 8,7 A                                  | 30,45 A                 | MUN506A | 1,5 mm <sup>2</sup>        | 1,5 mm <sup>2</sup>          | 20 mm     |

Comprobamos que en todos los casos se cumple con los valores de las intensidades;

$$I_b \leq I_n \leq I_Z$$

$$I_f \leq 1,45 * I_Z$$

## 2.6. CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.

Para poder calcular las corriente de cortocircuito se utilizarán las formulas y las condiciones descritas en el apartado teórico de este proyecto. Los resultados obtenidos para cada parte de la instalación son los siguientes:

$$I_{cc} = \frac{0,8 * U}{R_T} \quad R = \frac{2 * L}{\gamma * S}$$

### 2.6.1. Corriente de Cortocircuito de la LGA.

Desconocemos la suma de impedancias antes de la caja general de protección (transformador, red de distribución y acometida), para nuestro caso vamos a suponer una impedancia nula.

$$Z_T = 0 \Omega$$

$$Z_K = Z_T + R_{LGA}$$

| Cálculo Corriente de Cortocircuito de la LGA |                    |       |       |                            |                |                  |                |                     |
|--|--------------------|-------|-------|----------------------------|----------------|------------------|----------------|---------------------|
| LGA  | I <sub>n</sub> (A) | V (V) | L (m) | S. Fase (mm <sup>2</sup> ) | Z <sub>T</sub> | R <sub>LGA</sub> | Z <sub>K</sub> | I <sub>cc</sub> (A) |
|  | 160 A              | 400 V | 25 m  | 70                         | 0              | 0,0127           | 0,0127         | 25197 A             |

El poder de corte del fusible elegido es de 120 kA, valor muy superior a la máxima corriente de cortocircuito, por tanto, la línea general de alimentación está protegida frente a sobreintensidades.

### 2.6.2. Derivaciones Individuales

$$Z_K = Z_T + R_{LGA} + R_{DI}$$

Partiremos estimando la impedancia calculada en el apartado anterior. ( $R_{LGA} = 0,0127 \Omega$ ).

| Cálculo de Corrientes de Cortocircuito de las DI |                    |             |              |                            |                 |                |                     |
|--|--------------------|-------------|--------------|----------------------------|-----------------|----------------|---------------------|
| DI   | I <sub>n</sub> (A) | Tensión (V) | Longitud (m) | S. Fase (mm <sup>2</sup> ) | R <sub>DI</sub> | Z <sub>K</sub> | I <sub>cc</sub> (A) |
| 1ªA  | 32                 | 230 V       | 2 m          | 6                          | 0,012           | 0,0247         | 7449,4              |
| 1ªB  | 32                 | 230 V       | 3 m          | 6                          | 0,018           | 0,0307         | 5993,5              |
| 1ªC  | 32                 | 230 V       | 4 m          | 6                          | 0,024           | 0,0367         | 5013,6              |
| 1ªD  | 32                 | 230 V       | 5,2 m        | 6                          | 0,031           | 0,0437         | 4210,5              |
| 2ªA  | 32                 | 230 V       | 5 m          | 6                          | 0,030           | 0,0427         | 4309,1              |
| 2ªB  | 32                 | 230 V       | 6 m          | 6                          | 0,036           | 0,0487         | 3778,2              |
| 2ªC  | 32                 | 230 V       | 7 m          | 6                          | 0,042           | 0,0547         | 3363,8              |
| 2ªD  | 32                 | 230 V       | 8,2 m        | 6                          | 0,049           | 0,0617         | 2982,2              |
| 3ªA  | 32                 | 230 V       | 8 m          | 6                          | 0,048           | 0,0607         | 3031,3              |
| 3ªB  | 32                 | 230 V       | 9 m          | 6                          | 0,053           | 0,0657         | 2800,6              |
| 3ªC  | 32                 | 230 V       | 10 m         | 6                          | 0,06            | 0,0727         | 2530,9              |
| 3ªD  | 32                 | 230 V       | 11,2 m       | 6                          | 0,066           | 0,0787         | 2338,0              |
| 4ªA  | 32                 | 230 V       | 11 m         | 6                          | 0,065           | 0,0777         | 2368,1              |
| 4ªB  | 32                 | 230 V       | 12 m         | 6                          | 0,071           | 0,0837         | 2198,3              |
| 4ªC  | 32                 | 230 V       | 13 m         | 10                         | 0,046           | 0,0587         | 3134,6              |
| 4ªD  | 32                 | 230 V       | 14,2 m       | 10                         | 0,050           | 0,0627         | 2934,6              |
| S.G.   | 20                 | 400V        | 9 m          | 6                          | 0,053           | 0,0657         | 4870,6              |
| GA R.  | 20                 | 400V        | 5 m          | 6                          | 0,03            | 0,0427         | 7494,1              |

El poder de los fusibles tipo NH elegidos para las DI es de 120 Ka, valor muy superior a las corrientes de cortocircuito calculadas, por tanto, están protegidas perfectamente frente a sobreintensidades por cortocircuito.

### 2.6.3. Corriente de cortocircuito en los circuitos de las viviendas.

Para el hacer las intensidades de cortocircuito de las viviendas, solo calculamos las intensidades del caso con menor impedancia, el más desfavorable, que es el de la vivienda 1-A. ( $R_{DI} = 0,0247$ ). Si para este caso las protecciones cumplen las condiciones, en el resto de las viviendas también cumplirán.

$$Z_K = Z_T + R_{LGA} + R_{DI} + R_V$$

| Cálculo de Corrientes de Cortocircuito de los Circuitos de Viviendas |           |             |              |                            |        |        |              |
|--|-----------|-------------|--------------|----------------------------|--------|--------|--------------|
| Circuito   | $I_n$ (A) | Tensión (V) | Longitud (m) | S. Fase (mm <sup>2</sup> ) | $R_V$  | $Z_K$  | $I_{cc}$ (A) |
| C1   | 10 A      | 230 V       | 9 m          | 1,5 mm <sup>2</sup>        | 0,2142 | 0,2389 | 770,2        |
| C2   | 16 A      | 230 V       | 12 m         | 2,5 mm <sup>2</sup>        | 0,1714 | 0,1961 | 938,3        |
| C3   | 25 A      | 230 V       | 7 m          | 6 mm <sup>2</sup>          | 0,042  | 0,0667 | 2758,6       |
| C4   | 20 A      | 230 V       | 8 m          | 4 mm <sup>2</sup>          | 0,071  | 0,0957 | 1922,7       |
| C5   | 16 A      | 230 V       | 2 m          | 2,5 mm <sup>2</sup>        | 0,029  | 0,0537 | 3426,4       |

Todos los circuitos de las viviendas están protegidos mediante interruptores automáticos con curva C. La curva tipo C se utiliza para la protección de líneas en instalaciones domésticas, pueden soportar puntas de corriente muy altas. La intensidad de disparo magnético ( $I_m$ ) está entre 5 y 10  $I_n$ .

Si elegimos como condición el caso más desfavorable (10  $I_n$ ), se tiene que cumplir lo siguiente para asegurar la protección contra sobreintensidades:

$$I_m = 10 * I_n < I_{cc}$$

Por tanto;

$$I_{mC1} = 10 \cdot 10 = 100 < 770,2 \text{ A}$$

$$I_{mC2} = 10 \cdot 16 = 160 < 938,3 \text{ A}$$

$$I_{mC3} = 10 \cdot 25 = 250 < 2758,6 \text{ A}$$

$$I_{mC4} = 10 \cdot 20 = 200 < 1922,7 \text{ A}$$

$$I_{mC5} = 10 \cdot 16 = 160 < 3426,4 \text{ A}$$

Todos los interruptores elegidos **cumplen** las condiciones de cortocircuito y, por tanto, garantizan la seguridad.

#### 2.6.4. Corriente de cortocircuito en los circuitos del garaje.

$$Z_K = Z_T + R_{LGA} + R_{DI} + R_G$$

| Cálculo de Corrientes de Cortocircuito del Garaje |           |             |              |                            |       |        |              |
|---|-----------|-------------|--------------|----------------------------|-------|--------|--------------|
| Circuito  | $I_n$ (A) | Tensión (V) | Longitud (m) | S. Fase (mm <sup>2</sup> ) | $R_G$ | $Z_K$  | $I_{cc}$ (A) |
| Iluminación                                       | 6 A       | 230 V       | 17 m         | 1,5 mm <sup>2</sup>        | 0,405 | 0,4477 | 411          |
| Motor Puerta                                      | 6 A       | 400 V       | 8 m          | 1,5 mm <sup>2</sup>        | 0,19  | 0,2327 | 1375,1       |
| Estación CO                                       | 6 A       | 230 V       | 15 m         | 1,5 mm <sup>2</sup>        | 0,357 | 0,3997 | 460,3        |
| Extracción  | 10 A      | 400 V       | 2 m          | 1,5 mm <sup>2</sup>        | 0,047 | 0,0897 | 3567,4       |

Para el motor de la puerta elegimos interruptores con la curva tipo D, donde la intensidad de disparo magnético ( $I_m$ ) está entre 10 y 14  $I_n$ . De forma análoga al apartado anterior, nos ponemos en el peor de los casos (14  $I_n$ ).

$$I_m = 14 \cdot 6 = 84 < 1375,1 \text{ A}$$

Para el resto de circuitos los interruptores son con la curva C, por tanto;

$$I_m = 10 \cdot 6 = 60 < 411 \text{ A}$$

$$I_m = 10 \cdot 6 = 60 < 460,3 \text{ A}$$

$$I_m = 10 \cdot 10 = 100 < 3567,4 \text{ A}$$

Todos los interruptores elegidos **cumplen** las condiciones de cortocircuito y, por tanto, garantizan la seguridad.

### 2.6.5. Corriente de cortocircuito en circuitos servicios generales.

$$Z_K = Z_T + R_{LGA} + R_{DI} + R_{SG}$$

| Cálculo de Corrientes de Cortocircuito de los Servicios Generales |           |             |              |                            |        |        |              |
|---|-----------|-------------|--------------|----------------------------|--------|--------|--------------|
| Circuito  | $I_n$ (A) | Tensión (V) | Longitud (m) | S. Fase (mm <sup>2</sup> ) | $R_G$  | $Z_K$  | $I_{cc}$ (A) |
| Al. Portal  | 6 A       | 230 V       | 5 m          | 1,5 mm <sup>2</sup>        | 0,12   | 0,1857 | 990,8        |
| Al. Plantas   | 6 A       | 230 V       | 20 m         | 1,5 mm <sup>2</sup>        | 0,476  | 0,5417 | 339,7        |
| Al. Escalera  | 6 A       | 230 V       | 24 m         | 1,5 mm <sup>2</sup>        | 0,5714 | 0,6371 | 288,8        |
| Al. Cuarto Contadores   | 6 A       | 230 V       | 9 m          | 1,5 mm <sup>2</sup>        | 0,214  | 0,2797 | 657,8        |
| Ascensor  | 10 A      | 400 V       | 8 m          | 1,5 mm <sup>2</sup>        | 0,19   | 0,2557 | 1251,5       |
| Tomas de corriente  | 16 A      | 230 V       | 5 m          | 1,5 mm <sup>2</sup>        | 0,12   | 0,1857 | 990,8        |
| Portero   | 6 A       | 230 V       | 3 m          | 1,5 mm <sup>2</sup>        | 0,071  | 0,1367 | 1346         |

Para el ascensor elegimos interruptor con la curva tipo D, donde la intensidad de disparo magnético ( $I_m$ ) está entre 10 y 14  $I_n$ . De forma análoga a los apartados anteriores, nos ponemos en el peor de los casos (14  $I_n$ ).

$$I_m = 14 \cdot 10 = 140 < 1251,5 \text{ A}$$

Para el resto de circuitos los interruptores son con la curva C, por tanto;

$$I_m = 10 \cdot 6 = 60 < 990,8 \text{ A}$$

$$I_m = 10 \cdot 6 = 60 < 339,7 \text{ A}$$

$$I_m = 10 \cdot 6 = 60 < 288,8 \text{ A}$$

$$I_m = 10 \cdot 6 = 60 < 657,8 \text{ A}$$

$$I_m = 10 \cdot 16 = 160 < 990,8 \text{ A}$$

$$I_m = 10 \cdot 6 = 60 < 1346 \text{ A}$$

Todos los interruptores elegidos **cumplen** las condiciones de cortocircuito y, por tanto, garantizan la seguridad.

## 2.7. Cálculo de la instalación de puesta a tierra

Según indica la ITC-BT 18 del REBT, cualquier masa no puede dar lugar a tensiones de contacto superiores a 24 V en local o emplazamiento conductor ó 50 V en los demás casos. Nuestro objetivo no es otro que el de hacer lo más segura posible la instalación, por lo que a la hora de calcular la puesta a tierra vamos a tener en cuenta únicamente el valor de 24 voltios. Por tanto, la instalación estará protegida para que en caso de que cualquier masa pueda ponerse en tensión, ésta no supere al valor de 24 voltios.

En la tabla 3 de la ITC-BT 18, están reflejados los valores orientativos de la resistividad en función del terreno. Las características del emplazamiento de nuestro edificio son de un terreno arenoso-arcilloso. Por tanto, según dicha tabla la resistividad está establecida entre 100 y 200 mΩ.

Según la tabla 5 de la misma ITC, la resistencia R en Ω, de una toma de tierra realizada con un conductor enterrado horizontalmente, puede calcularse aproximadamente por medio de la siguiente fórmula:

$$R = 2 \rho / L$$

Siendo;

- $\rho$  = Resistividad del terreno en ohmios x metro
- R = Resistencia en Ω.
- L = Longitud de la zanja ocupada por el conductor, en metros.

La longitud a considerar es el perímetro del edificio, por tanto, 66,8 metros, por redondeo consideramos 67 metros. En cuanto a la resistividad del terreno vamos a considerar la media de los que marca la ITC-BT 18, es decir, 150 Ωm.

Para edificios sin pararrayos, según la NTE, la resistencia de tierra que queremos obtener será como máximo de  $37\Omega$  y  $15\Omega$  en edificios con pararrayos. Estudiaremos ambos casos.

Así podemos calcular la resistencia del anillo de tierra de la forma siguiente:

$$R = 2 * 150 / 67 = 4,67 \Omega$$

Como este valor es inferior al máximo de la resistencia permitida para edificios sin pararrayos, ( $R=37\Omega$ ) y para edificios con pararrayos ( $15\Omega$ ), no es necesaria la colocación de picas para disminuir la resistencia de toma de tierra.

Ademas, basándonos en la Norma Tecnológica de la Edificación, podemos llegar a la misma conclusión para calcular la puesta de tierra de nuestro edificio.

| Terrenos orgánicos, arcillas y margas |                | Arenas arcillosas y graveras, rocas sedimentarias y metamórficas |                | Calizas agrietadas y rocas eruptivas |                | Grava y arena silicea |                | Nº de picas de 2 m de longitud |
|---------------------------------------|----------------|--|----------------|--------------------------------------|----------------|-----------------------|----------------|--------------------------------|
| sin pararrayos                        | con pararrayos | sin pararrayos   | con pararrayos | sin pararrayos                       | con pararrayos | sin pararrayos        | con pararrayos |                                |
| 25                                    | 34             | 28   | 67             | 54                                   | 134            | 162                   | 400            | 0                              |
| ^                                     | 30             | 25   | 63             | 50                                   | 130            | 158                   | 396            | 1                              |
|                                       | 26             | ^  | 59             | 46                                   | 126            | 154                   | 392            | 2                              |
|                                       | ^              |  | 55             | 42                                   | 122            | 150                   | 388            | 3                              |
|                                       |                |  | 51             | 38                                   | 118            | 146                   | 384            | 4                              |
|                                       |                |  | 47             | 34                                   | 114            | 142                   | 380            | 5                              |
|                                       |                |  | 43             | 30                                   | 110            | 138                   | 376            | 6                              |
|                                       |                |  | 39             | ^                                    | 106            | 134                   | 372            | 7                              |
|                                       |                |  | 35             |                                      | 105            | 130                   | 368            | 8                              |
|                                       |                |  | ^              |                                      | 98             | 126                   | 364            | 9                              |
|                                       |                |  |                |                                      | 94             | 122                   | 360            | 10                             |
|                                       |                |  |                |                                      | 74             | 102                   | 340            | 15                             |
|                                       |                |  |                |                                      | ^              | 82                    | 320            | 20                             |
|                                       |                |  |                |                                      |                | ^                     | 280            | 30                             |
|                                       |                |  |                |                                      |                |                       | 240            | 40                             |
|                                       |                |  |                |                                      |                |                       | 200            | 50                             |
|                                       |                |  |                |                                      |                |                       | ^              |                                |

Tabla 4. Cálculo de la toma de tierra según NTE.

Según dicha tabla de la NTE, teniendo en cuenta nuestro tipo de terreno (arenoso-arcilloso) tanto si el edificio tiene pararrayos ( $67m = 0$  pica de 2 m), como si no tiene pararrayos ( $67 > 28$ ) no necesitamos ninguna pica. Solo con el anillo será suficiente para obtener una resistencia de tierra menor de  $37\Omega$  y  $15\Omega$ , como dijimos anteriormente.

Tal y como marca la ITC-BT-26 de REBT, para llevar a cabo la puesta a tierra se instalarán en el fondo de la zanja de cimentación del edificio y antes de empezar la construcción de éste, un cable rígido de cobre desnudo de  $35\text{ mm}^2$ , formando un anillo cerrado alrededor del edificio. La profundidad mínima de enterramiento del conductor debe ser de 0,8 m por debajo del nivel del suelo.

### 3. ANEXOS

#### 3.1. Anexo1: Tipos de cables utilizados en el proyecto.

Las características de los diferentes tipos de cables utilizados son las siguientes:

##### 3.1.1. Cable RZ1-K 0,6/1 kV

El cable cero halógenos RZ1-K (AS) es un cable de alta seguridad. En caso de incendio no emite sustancias tóxicas ni gases corrosivos, por lo que protege la salud pública y evita posibles daños a los equipos electrónicos. Por esta razón se recomienda su uso en lugares públicos como: hospitales, escuelas, museos, aeropuertos, estaciones de autobús, comercios en general, túneles, metros, etc. así como en centros de cálculo, oficinas, plantas de producción, laboratorios, etc.

Los gases y ácidos emitidos por la combustión de un cable conteniendo halógenos son altamente tóxicos para las personas expuestas a estos gases, con un posible resultado de muerte debido al envenenamiento. El cable RZ1-K (AS) no emite ninguna de estas sustancias, con lo que mejora la seguridad general de la instalación.

El ácido clorhídrico (HCl) desprendido durante la combustión de un cable conteniendo halógenos es altamente corrosivo y puede afectar muy seriamente a los equipos electrónicos y a los ordenadores. El cable RZ1-K (AS) no emite ácido clorhídrico (HCl), evitando este tipo de daño. Este cable evita la pérdida de visibilidad debida al humo producido por la combustión, por lo que facilita la evacuación de las personas y el trabajo del personal de rescate.

El aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) permite una gran transmisión de potencia, así como una mayor resistencia a sobrecargas. Adicionalmente, alcanza una temperatura máxima de servicio del conductor de 90 °C (vs. 70 °C en los cables tipo NYY, VV, N1VV-K).

La cualidad de no propagación del incendio de los cables RZ1-K (AS) evita desastres y contribuye a mejorar la seguridad general de la instalación.

En el presente proyecto hemos elegido este tipo de cable para la mayoría de las instalaciones, LGA, Derivaciones individuales, circuitos de los servicios generales, etc...

El cable RZ1-K (AS) no contiene ningún material halogenado, evitando la emisión de dioxinas a la atmósfera. Características técnicas:

- Conductor de cobre electrolítico recocido, clase 5 según IEC 60228. EN 60228 /IEC 602.
- Aislamiento polietileno reticulado XLPE tipo DIX 3 según norma UNE HD 603-1 tabla 2A.
- Tensión nominal máxima 0,6/1 KV.
- La identificación normalizada, según HD 308, es por colores.
- Temperatura máxima 90°.
- Construcción según norma UNE 21.123-4

Cables 0,6/1 kV

## RZ1-K (AS) 0,6/1 kV



### 3.1.2. Cable H07V-K

Los cables H07V-K son los indicados para la realización de instalaciones fijas en viviendas, locales y oficinas, cuadros eléctricos de control y alumbrado doméstico e industrial.

Son de fácil instalación gracias a su aislamiento superdeslizante y gran flexibilidad.  
Normas de Referencia: UNE-EN 50525-2-31, EN 50525-2-31 e IEC 60227-3

Las aplicaciones indicadas para este tipo de cable según el REBT 2002, son las siguientes:

- ITC-BT 20 Instalaciones interiores o receptoras
- ITC-BT 26 Instalaciones interiores en viviendas
- ITC-BT 27 Instalaciones interiores en viviendas. Locales que contienen una bañera o ducha.
- ITC-BT 29 Instalaciones en locales con riesgo de incendio o explosión
- ITC-BT 30 Instalaciones en locales de características especiales
- ITC-BT 41 Instalaciones eléctricas en caravanas y en parques de caravanas.

En nuestro caso, han sido los cables elegidos para la instalación interior de las viviendas.

Cables 450/750 V

H07V-K



### 3.1.3. Cable RZ1-K (AS+) 0,6/1 kV

Los cables RZ1-K (AS+) 0,6/1kV son los adecuados para el transporte y distribución de energía eléctrica en instalaciones fijas, habiendo sido diseñados para poder garantizar el servicio sometido a las condiciones del incendio.

Son de aplicación principalmente en los circuitos de seguridad no autónomos y en circuitos en servicio con fuentes autónomas centralizadas, los cuales deben mantenerse en servicio durante y después del incendio.

Además, sometido al incendio, no emiten gases ácidos ni tóxicos por lo que garantizan la seguridad de las personas y de las instalaciones, a la vez que facilitan la evacuación y la intervención de los equipos de emergencia por emitir gases de reducida opacidad.

Las aplicaciones indicadas para este tipo de cable, son las siguientes:

- Según el REBT 2002, ITC-BT 28 Locales de pública concurrencia
- Según el Reglamento de Seguridad contra Incendios en Establecimientos Industriales, 2004.
- Según el Documento Básico SI, Seguridad en caso de Incendios, del Código Técnico de la Edificación, marzo 2006.
- Apropriados para instalaciones en las que se quiera aumentar la protección contra incendios y garantizar el funcionamiento de las instalaciones sometidas directamente al incendio, durante 90 minutos a 400°C.

En el presente estudio hemos optado por este cable para los circuitos interiores del garaje.

El cable RZ1-K (AS+) tiene las siguientes características técnicas:

- Cobre electrolítico flexible (Clase V) según UNE-EN 60228, EN 60228 e IEC 60228.
- Aislamiento polietileno reticulado XLPE tipo DIX 3 según norma UNE HD 603-1 tabla 2A.

Cables 0,6/1 kV

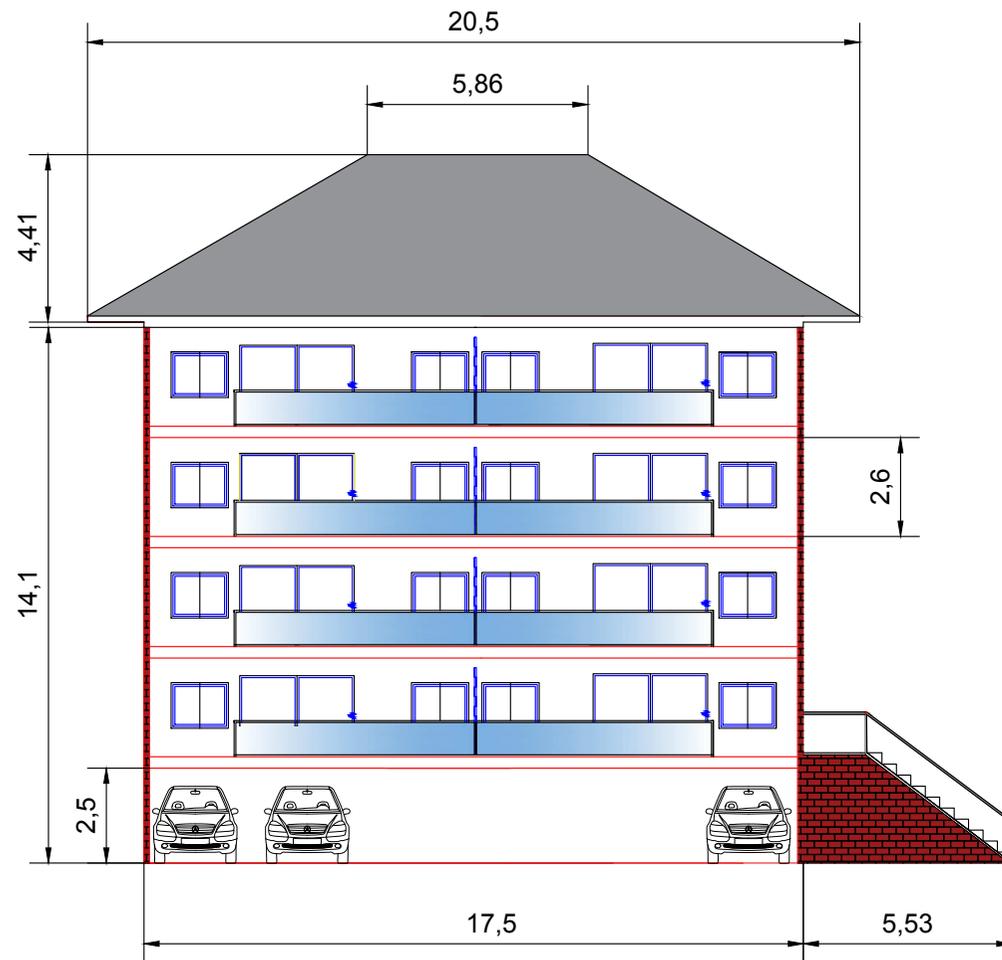
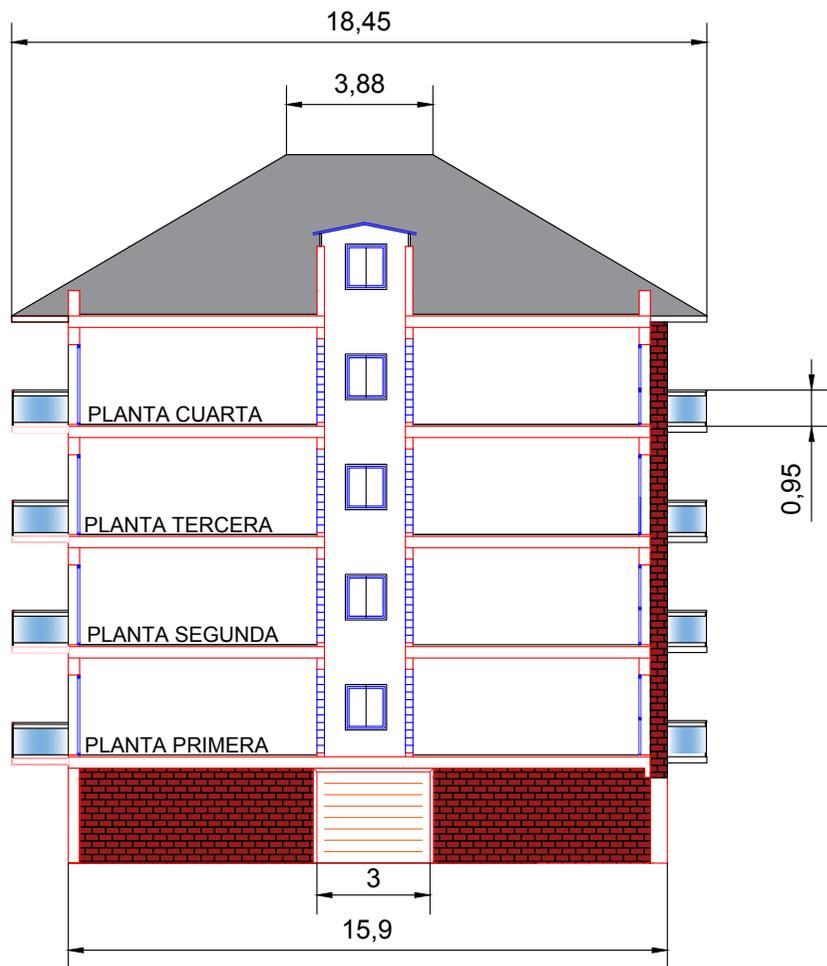
## RZ1-K mica (AS+) 0,6/1 kV



## 4. PLANOS



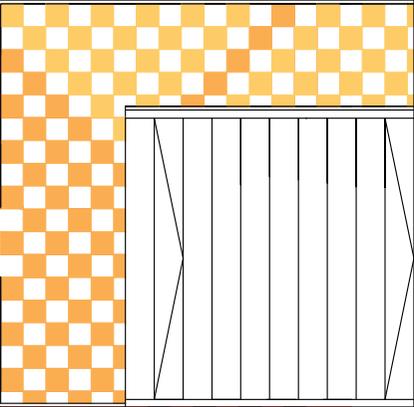
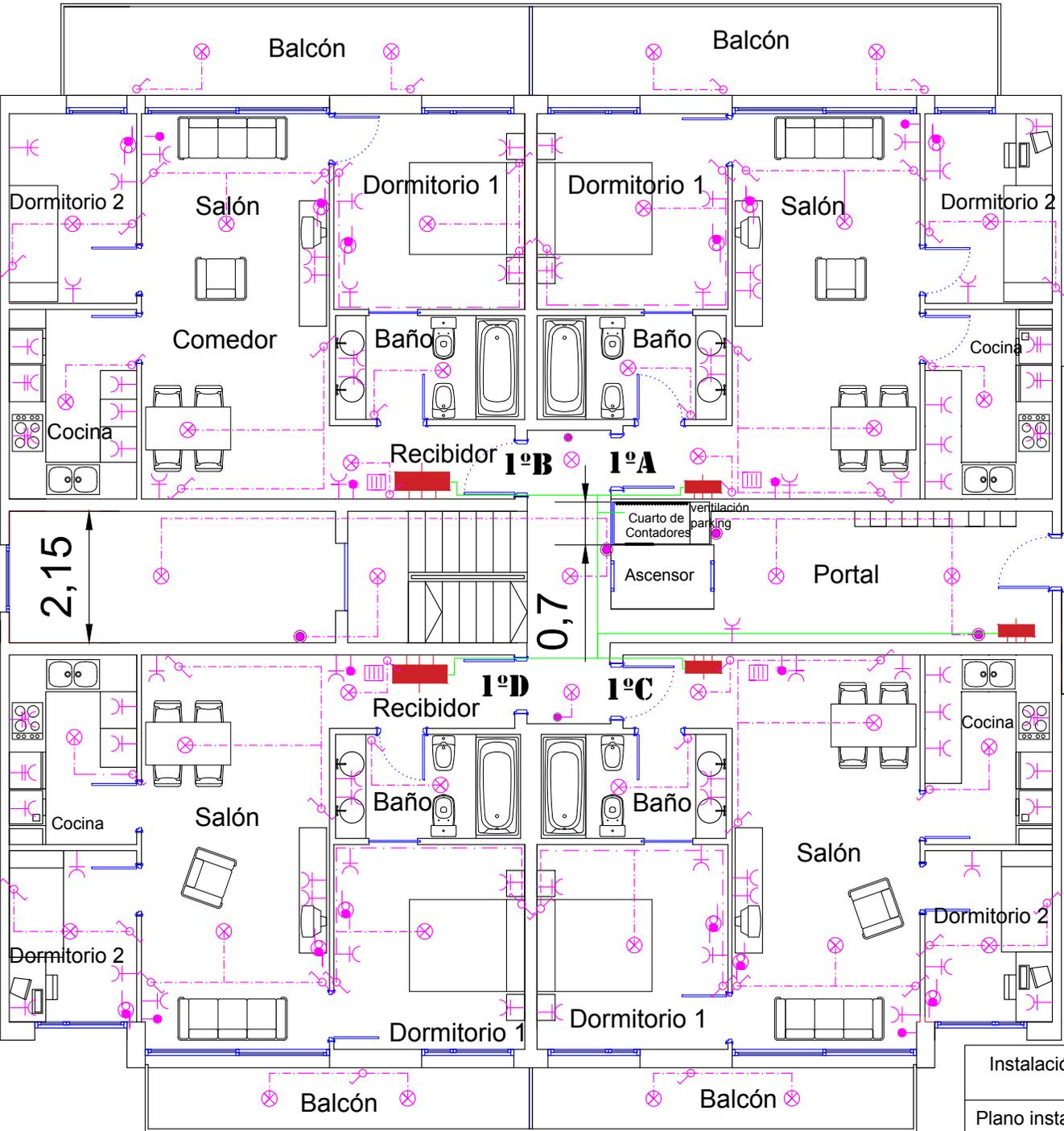
|   |                                |   |         |
|---|--------------------------------|---|---------|
| Instalación Eléctrica de un Edificio de Viviendas |                                | UNIVERSIDAD DE CANTABRIA<br>Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y telecomunicaciones. |         |
| Plano de ubicación                                |                                | TAMAÑO A3   |         |
| FECHA<br>Mayo 2020                                | AUTOR<br>Oscar Elizondo García | ESCALA<br>1:5000  | PLANO 1 |



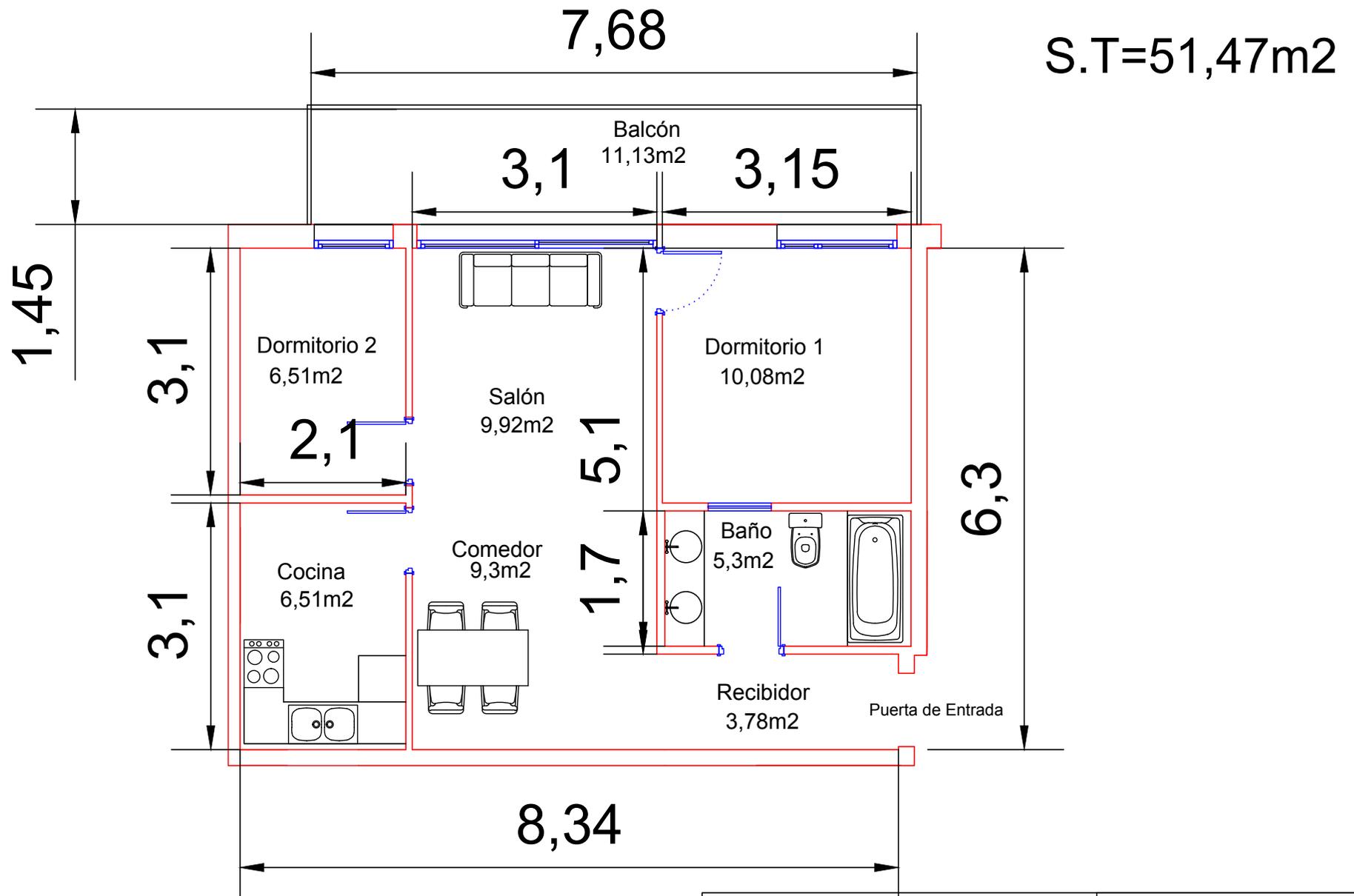
|   |                                |   |         |
|---|--------------------------------|---|---------|
| Instalación Eléctrica de un Edificio de Viviendas |                                | UNIVERSIDAD DE CANTABRIA<br>Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y telecomunicaciones. |         |
| Vistas Exterior del edificio                      |                                | TAMAÑO A2   |         |
| FECHA<br>Mayo 2020                                | AUTOR<br>Oscar Elizondo García | ESCALA<br>1:100   | PLANO 2 |

LEYENDA

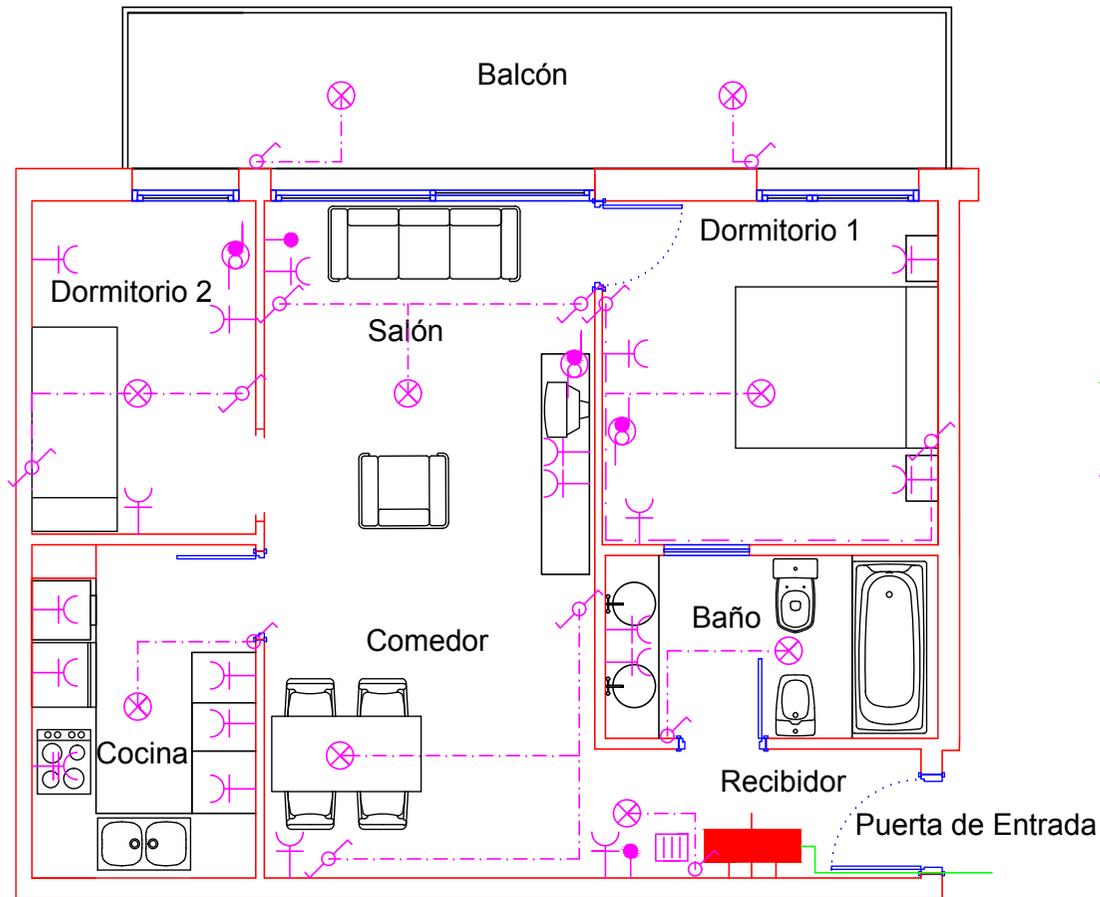
- ⊗ Punto de luz
- ⊙ Pulsador
- ⊕ Interruptor unipolar
- Derivación individual
- - - Conductor instalación interior
- ⊥ Toma de corriente 10/16 A
- ⊥ Toma de corriente 25 A
- Cuadro general de mando y protección
- ▤ Zumbador
- Caja toma Teléfono
- ⊕ Commutador
- Caja toma de TV



|   |                                |   |         |
|---|--------------------------------|---|---------|
| Instalación Eléctrica de un Edificio de Viviendas |                                | UNIVERSIDAD DE CANTABRIA<br>Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y telecomunicaciones. |         |
| Plano instalación eléctrica planta con portal     |                                | TAMAÑO A2   |         |
| FECHA<br>Mayo 2020                                | AUTOR<br>Oscar Elizondo García | ESCALA<br>1:50  | PLANO 3 |



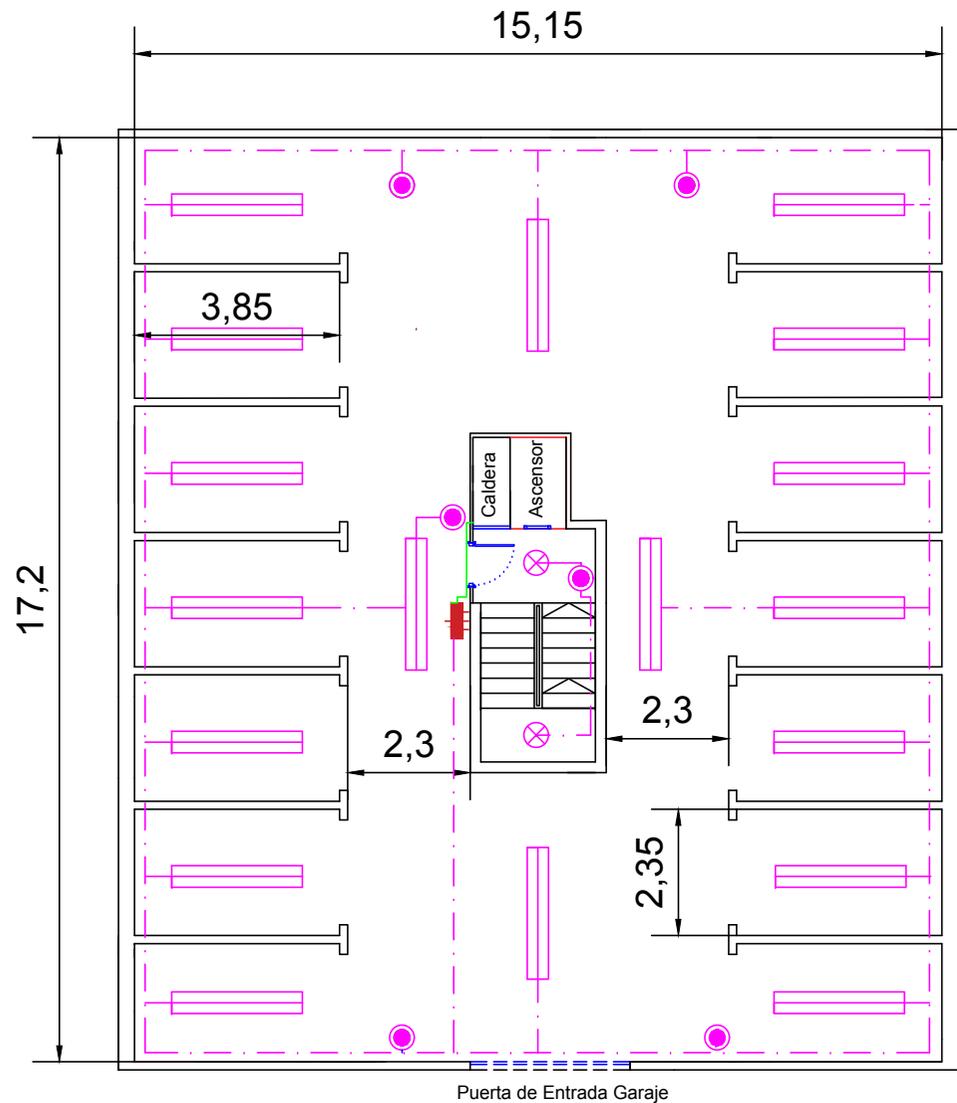
|   |                                |   |         |
|---|--------------------------------|---|---------|
| Instalación Eléctrica de un Edificio de Viviendas |                                | UNIVERSIDAD DE CANTABRIA<br>Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y telecomunicaciones. |         |
| Plano superficie y medidas de viviendas           |                                | TAMAÑO A3   |         |
| FECHA<br>Mayo 2020                                | AUTOR<br>Oscar Elizondo García | ESCALA<br>1:50  | PLANO 4 |



## LEYENDA

- ⊗ Punto de luz
- Pulsador
- ⊕ Interruptor unipolar
- Derivación individual
- - - Conductor instalación interior
- ⌋ Toma de corriente 10/16 A
- ⌋ Toma de corriente 25 A
- Cuadro general de mando y protección
- ▤ Zumbador
- Caja toma Teléfono
- ⊕ Conmutador
- Caja toma de TV

|   |                                |   |         |
|---|--------------------------------|---|---------|
| Instalación Eléctrica de un Edificio de Viviendas |                                | UNIVERSIDAD DE CANTABRIA<br>Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y Telecomunicaciones. |         |
| Plano Instalación eléctrica vivienda              |                                | TAMAÑO A3   |         |
| FECHA<br>Mayo 2020                                | AUTOR<br>Oscar Elizondo García | ESCALA<br>1:50  | PLANO 5 |



## LEYENDA

⊗ Punto de luz

⋈ Toma de corriente 10/16 A

● Pulsador

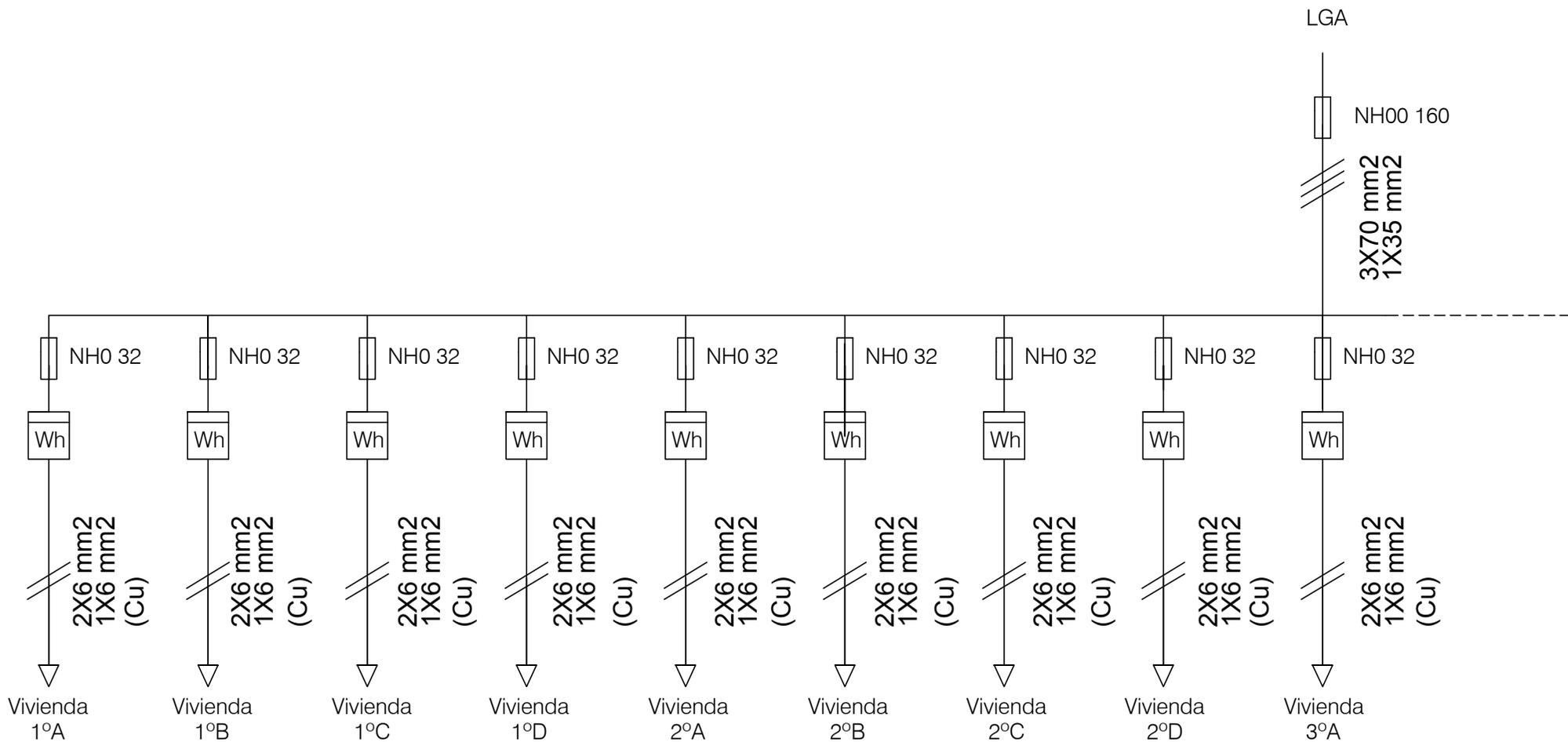
■ Cuadro general de mando y protección

▬ Equipo de fluorescencia

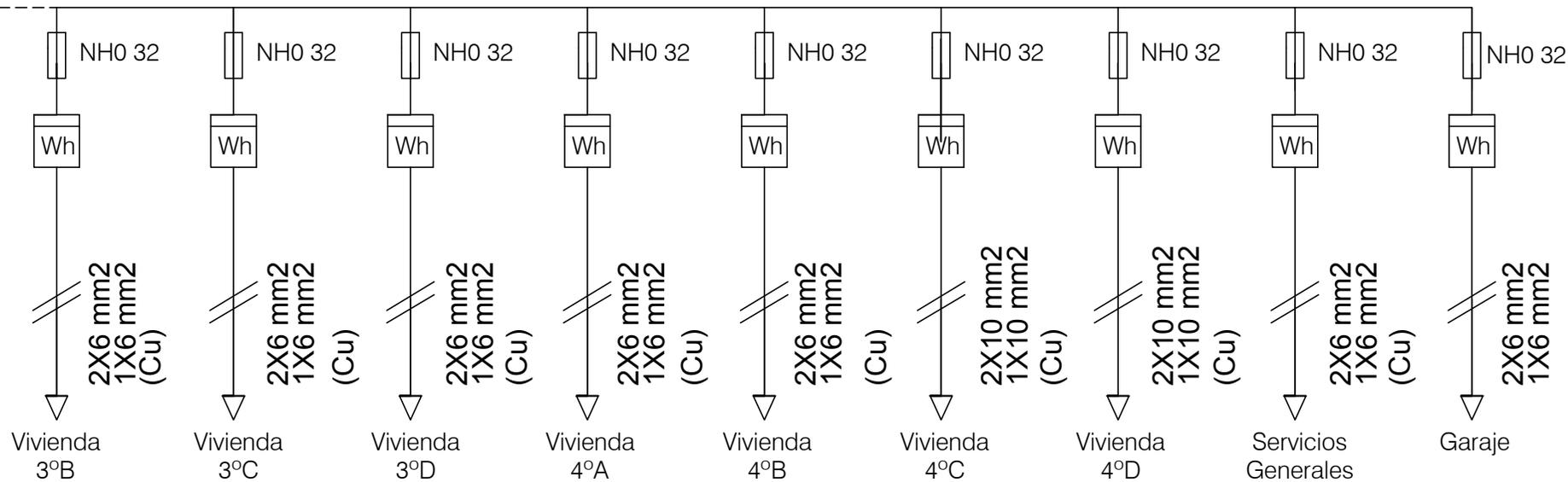
- - - Conductor instalación interior

— Derivación individual

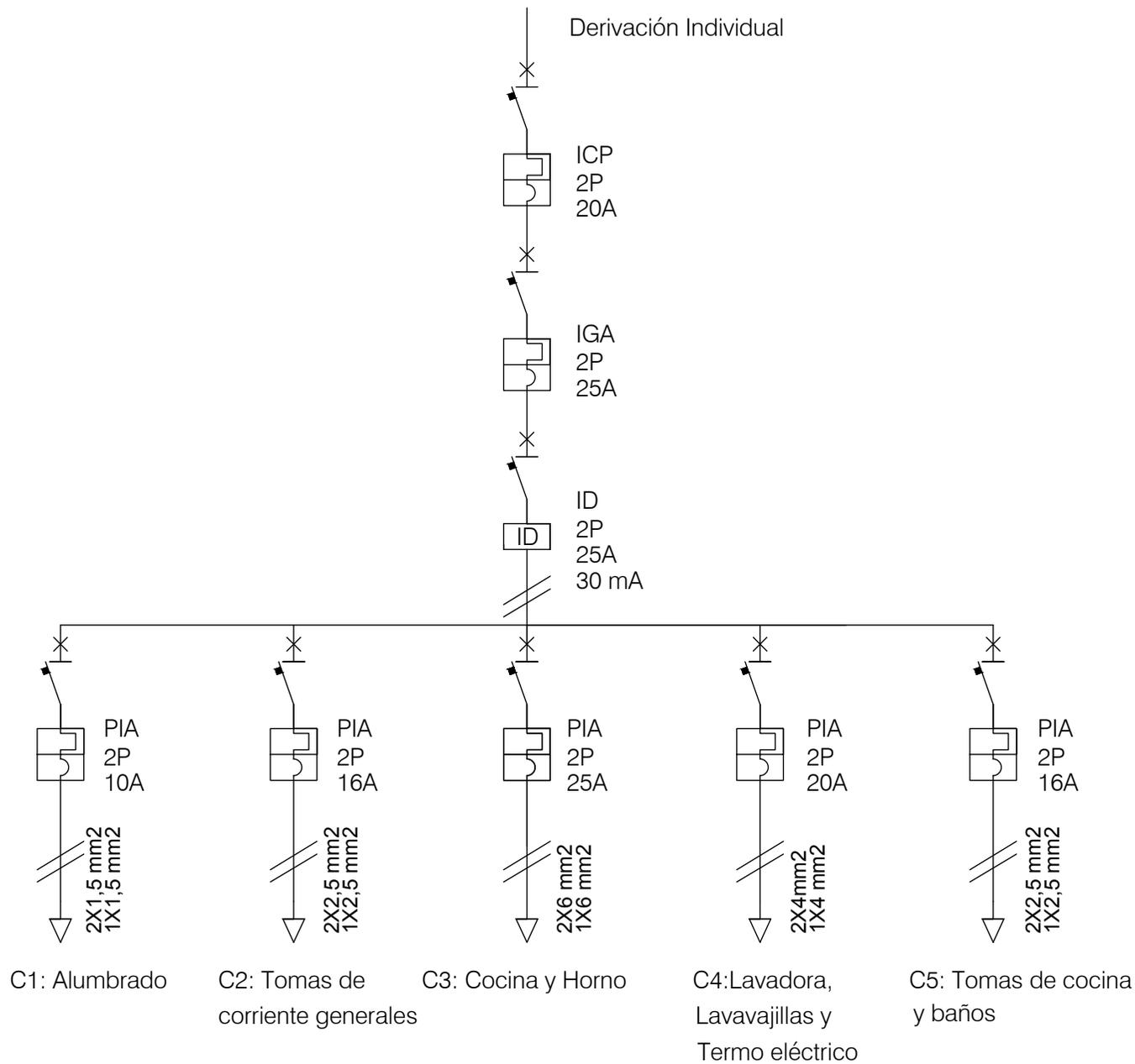
|   |                                |   |         |
|---|--------------------------------|---|---------|
| Instalación Eléctrica de un Edificio de Viviendas |                                | UNIVERSIDAD DE CANTABRIA<br>Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y telecomunicaciones. |         |
| Plano Eléctrico Garaje                            |                                | TAMAÑO A3   |         |
| FECHA<br>Mayo 2020                                | AUTOR<br>Oscar Elizondo García | ESCALA<br>1:100   | PLANO 6 |



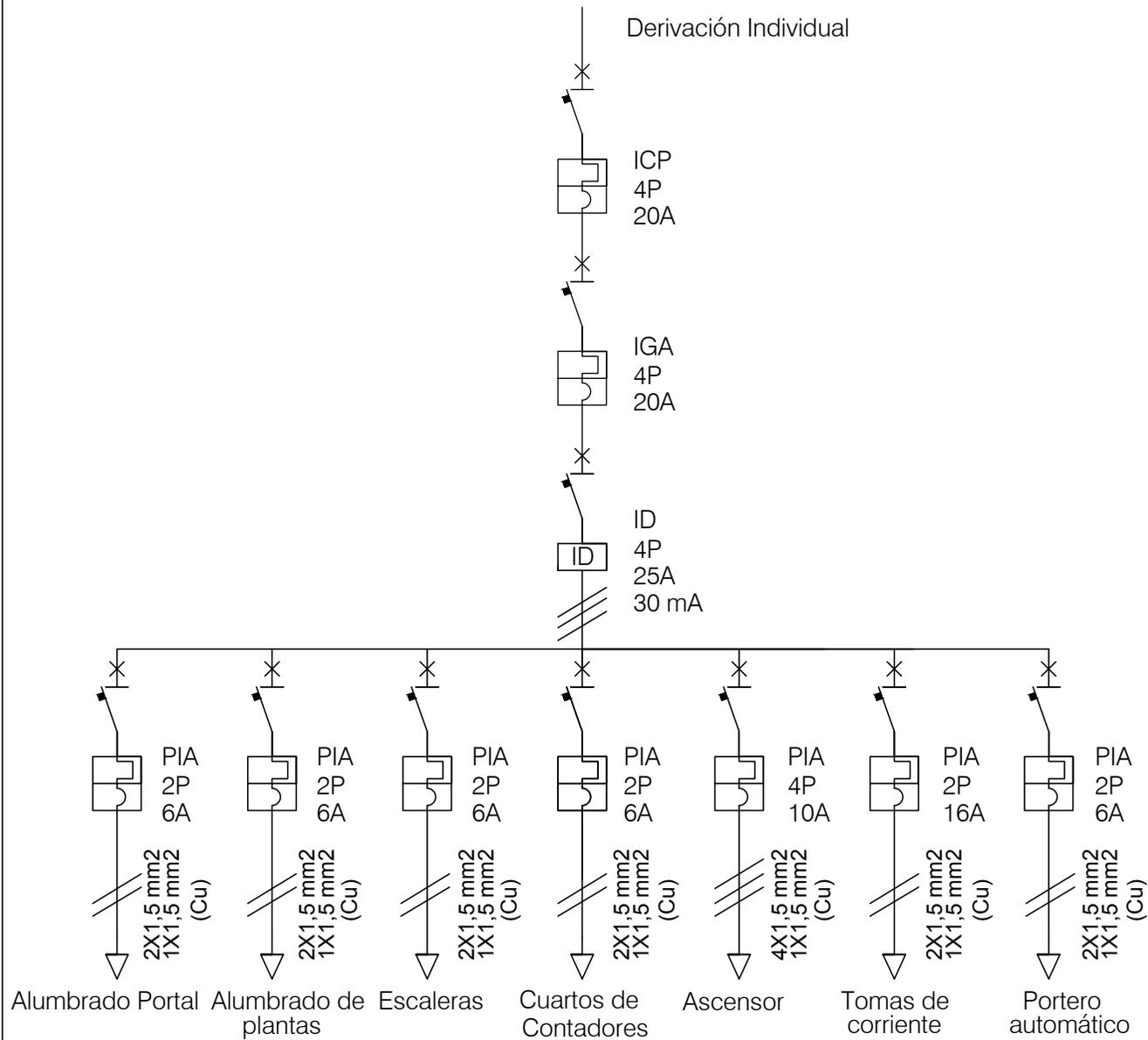
|   |                                |   |         |
|---|--------------------------------|---|---------|
| Instalación Eléctrica de un Edificio de Viviendas |                                | UNIVERSIDAD DE CANTABRIA<br>Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y telecomunicaciones. |         |
| Esquema Eléctrico General 1                       |                                | TAMAÑO A3   |         |
| FECHA<br>Mayo 2020                                | AUTOR<br>Oscar Elizondo García | ESCALA  | PLANO 7 |



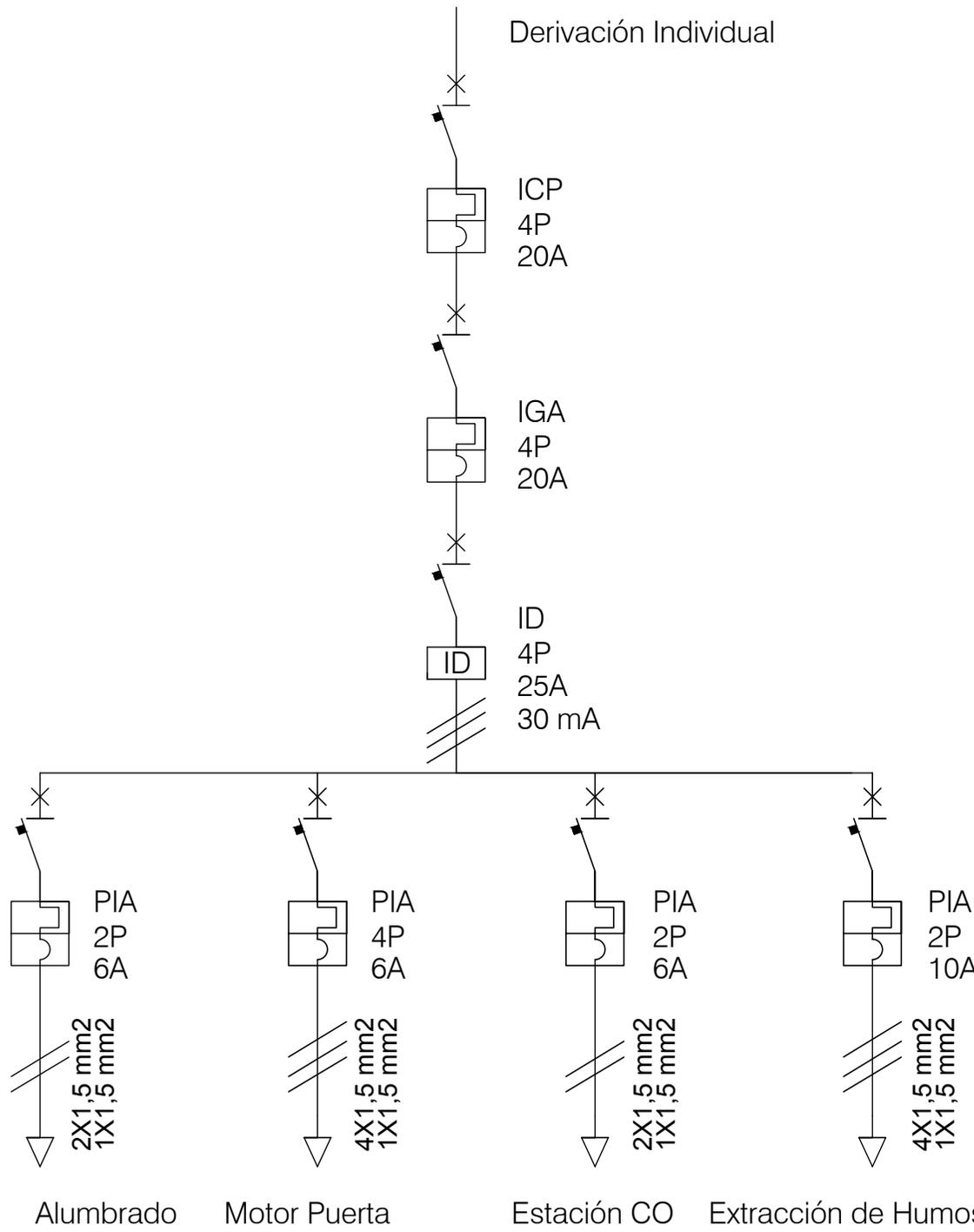
|   |                                |   |         |
|---|--------------------------------|---|---------|
| Instalación Eléctrica de un Edificio de Viviendas |                                | UNIVERSIDAD DE CANTABRIA<br>Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y telecomunicaciones. |         |
| Esquema eléctrico General 2                       |                                | TAMAÑO A3   |         |
| FECHA<br>Mayo 2020                                | AUTOR<br>Oscar Elizondo García | ESCALA  | PLANO 8 |



|   |                                |   |         |
|---|--------------------------------|---|---------|
| Instalación Eléctrica de un Edificio de Viviendas |                                | UNIVERSIDAD DE CANTABRIA<br>Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y telecomunicaciones. |         |
| Esquema eléctrico de las Viviendas                |                                | TAMAÑO A3   |         |
| FECHA<br>Mayo 2020                                | AUTOR<br>Oscar Elizondo García | ESCALA  | PLANO 9 |



|   |                                |   |          |
|---|--------------------------------|---|----------|
| Instalación Eléctrica de un Edificio de Viviendas |                                | UNIVERSIDAD DE CANTABRIA<br>Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y telecomunicaciones. |          |
| Esquema eléctrico Servicios generales             |                                | TAMAÑO A3   |          |
| FECHA<br>Mayo 2020                                | AUTOR<br>Oscar Elizondo García | ESCALA  | PLANO 10 |



|   |                                |   |          |
|---|--------------------------------|---|----------|
| Instalación Eléctrica de un Edificio de Viviendas |                                | UNIVERSIDAD DE CANTABRIA<br>Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y telecomunicaciones. |          |
| Esquema eléctrico del Garaje                      |                                | TAMAÑO A3   |          |
| FECHA<br>Mayo 2020                                | AUTOR<br>Oscar Elizondo García | ESCALA  | PLANO 11 |

## **5. PLIEGO DE CONDICIONES**

### **5.1. Pliego de condiciones generales.**

#### **5.1.1. Ámbito de aplicación.**

Este pliego de condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de las instalaciones cuyas características técnicas estarán especificadas en el correspondiente proyecto.

#### **5.1.2. Disposiciones generales.**

El instalador está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y de vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 24042 “Contratación de Obras. Condiciones Generales”, siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

El Instalador deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda.

Igualmente deberá ser Instalador, provisto del correspondiente documento de calificación empresarial.

#### **5.1.3. Condiciones facultativas legales.**

Las instalaciones del Proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por lo especificado en:

- R.D. N.º 8442/2002, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión
- R.D. 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Decreto 363/2004, de 24 de Agosto por el cual se regula el procedimiento administrativo para la aplicación del reglamento electrotécnico de baja tensión.
- Normas particulares y normalización de la Empresa Suministradora de Energía Eléctrica.
- Normas tecnológicas de la edificación, instalaciones: IEB: Baja Tensión; IEI: Alumbrado interior; IEP: Puestas a tierra.

- R.D 1942/1993, Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- R.D. 314/2006, de 17 de Marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. BOE N.º 74, de 28 de marzo.
- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- R.D.1627/1997 de 24 de Octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- R.D. 485/1997 de 14 de Abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- R.D.1215/1997 de 18 de Julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- R.D. 773/1997 de 30 de Mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

#### **5.1.4. Seguridad en el trabajo.**

El Instalador está obligado a cumplir las condiciones que se indican en la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal; los metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc., que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en suelas.

El personal de la Contrata viene obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, guantes, etc., pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si estima que el personal de la Contrata está expuesta a peligros que son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir del Instalador, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de

producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

El Director de Obra podrá exigir del Instalador en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

#### **5.1.5. Seguridad pública.**

El Instalador deberá tomar todas las precauciones máximas en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El Instalador mantendrá póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc., que en uno y otro pudieran incurrir para el Instalador o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

#### **5.1.6. Organización del trabajo.**

El Instalador ordenará los trabajos en la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del Director de Obra, al amparo de las condiciones siguientes:

##### **5.1.6.1. Datos de obra.**

Se entregará al instalador una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra. Éste no podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

Además, se hará responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

No se harán por el Instalador alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

### **5.1.6.2. Replanteo de la obra.**

El Director de Obra, una vez que el Instalador esté en posesión del Proyecto y antes de comenzar las obras, deberá hacer el replanteo de las mismas, con especial atención en los puntos singulares, entregando al Instalador las referencias y datos necesarios para fijar completamente la ubicación de los mismos.

Se levantará por duplicado Acta, en la que constarán, claramente, los datos entregados, firmado por el Director de Obra y por el representante del Instalador.

Los gastos de replanteo serán cometido del Instalador.

### **5.1.6.3. Condiciones generales.**

El instalador deberá suministrar los equipos y materiales indicados en los Planos, de acuerdo al número, características, tipos y dimensiones y, eventualmente, en los cuadros de características de los Planos.

En caso de discrepancias de cantidades entre Planos y Presupuesto, prevalecerá lo que esté indicado en los Planos. En caso de discrepancias de calidades, este documento tendrá preferencia sobre cualquier otro.

En caso de dudas sobre la interpretación técnica de cualquier documento del Proyecto, la Dirección de obra hará prevalecer su criterio. Materiales complementarios de la instalación, usualmente omitidos en Planos y Presupuesto, pero necesarios para el correcto funcionamiento de la misma, como oxígeno, acetileno, electrodos, minio, pinturas, patillas, estribos, manguitos pasamuros, lubricantes, bridas, tornillos, tuercas, toda clase de soportes, etc., Deberán considerarse incluidos en los trabajos a realizar.

Todos los materiales y equipos suministrados por el Instalador deberán ser nuevos y de la calidad exigida por este pliego de condiciones, salvo cuando en otra parte del Proyecto, por ejemplo, el Pliego de Condiciones Particulares, se especifique la utilización de material usado.

La oferta incluirá el transporte de los materiales a pie de obra, así como la mano de obra para el montaje de materiales y equipos y para las pruebas de recepción, equipada con las debidas herramientas, utensilios e instrumentos de medida.

El Instalador suministrará también los servicios de un Técnico competente que estará a cargo de la instalación y será el responsable ante la Dirección Facultativa o Dirección de Obra, o la persona delegada, de la actuación de los técnicos y operarios que llevarán a cabo la labor de instalar, conectar, ajustar arrancar y probar cada equipo, sub-sistema y el sistema en su totalidad hasta la recepción.

La Dirección facultativa se reserva el derecho de pedir al Instalador, en cualquier momento, la sustitución del Técnico responsable, sin alegar justificaciones.

En cualquier caso, los trabajos objeto del presente Proyecto alcanzarán el objetivo de realizar una instalación completamente terminada, probada y lista para funcionar.

#### **5.1.7. Planificación y coordinación.**

A los quince días de la adjudicación de la obra y en primera aproximación, el Instalador deberá presentar los plazos de ejecución de al menos las siguientes partidas principales de la obra:

- Planos definitivos, acopio de materiales y replanteo.
- Montaje y pruebas parciales de las redes de alimentación de, electricidad y protección contra incendios.
- Montaje de cuadros eléctricos, equipos de control, elementos de alumbrado y fuerza, sistemas contra incendios y de gestión de energía eléctrica.
- Ajustes, puestas en marcha y pruebas finales.

Sucesivamente y antes del comienzo de la instalación, el Instalador, previo estudio detallado de los plazos de entrega de equipos, aparatos y materiales, colaborará con la Dirección facultativa para asignar fechas exactas a las distintas fases de la obra.

La coordinación con otros instaladores correrá a cargo de la Dirección facultativa, o persona o entidad delegada por la misma.

#### **5.1.8. Acopio de materiales.**

De acuerdo con el plan de obra, el Instalador irá almacenando en lugar preestablecido todos los materiales necesarios para ejecutar la obra, de forma escalonada según necesidades.

Los materiales quedarán protegidos contra golpes, malos tratos y elementos climatológicos, en la medida que su constitución o valor económico lo exijan.

El Instalador quedará responsable de la vigilancia de sus materiales durante el almacenaje y el montaje, hasta la recepción provisional. La vigilancia incluye también las horas nocturnas y los días festivos, si en el Contrato no se estipula lo contrario.

La Dirección facultativa tendrá libre acceso a todos los puntos de trabajo y a los lugares de almacenamiento de los materiales para su reconocimiento previo pudiendo ser aceptados o rechazados según su calidad y estado, siempre que la calidad no

cumpla con los requisitos marcados por este pliego de condiciones y/o el estado muestre claros signos de deterioro.

Cuando algún equipo, aparato o material ofrezca dudas respecto a su origen, calidad, estado y aptitud para la función, la Dirección facultativa tendrá el derecho de recoger muestras y enviarlas a un laboratorio oficial, para realizar los ensayos pertinentes con gastos a cargo del Instalador. Si el certificado obtenido es negativo, todo el material no idóneo será rechazado y sustituido, a expensas del Instalador, por material de la calidad exigida.

Igualmente, la Dirección facultativa podrá ordenar la apertura de calas cuando sospeche la existencia de vicios ocultos en la instalación, siendo por cuenta del instalador todos los gastos ocasionados.

#### **5.1.9. Inspección y medidas previas al montaje.**

Antes de comenzar los trabajos de montaje, el Instalador deberá efectuar el replanteo de todos y cada uno de los elementos de la instalación, equipos, aparatos y conducciones. En caso de discrepancias entre las medidas realizadas en obra y las que aparecen en Planos, que impidan la correcta realización de los trabajos de acuerdo a la Normativa vigente y a las buenas reglas del arte, el instalador deberá notificar las anomalías a la dirección facultativa para las oportunas rectificaciones.

#### **5.1.10. Planos, catálogos y muestras.**

Los Planos de Proyecto en ningún caso deben considerarse de carácter ejecutivo, sino solamente indicativo de la disposición general del sistema mecánico y del alcance del trabajo incluido en el Contrato.

Para la exacta situación de aparatos, equipos y conducciones el instalador deberá examinar atentamente los planos y detalles del Proyecto técnico de instalaciones.

El instalador deberá comprobar que la situación de los equipos y el trazado de las conducciones no interfieran con los elementos de otros instaladores. En caso de conflicto, la decisión de la Dirección facultativa será inapelable.

El Instalador deberá someter a la Dirección facultativa, para su aprobación, dibujos detallados, a escala no inferior a 1:20, de equipos, aparatos, etc, que indiquen claramente dimensiones, espacios libres, situación de conexiones, peso y cuanta otra información sea necesaria para su correcta evaluación.

Los planos de detalle pueden ser sustituidos por folletos o catálogos del fabricante del aparato, siempre que la información sea suficientemente clara.

Ningún equipo o aparato podrá ser entregado en obra sin obtener la aprobación por escrito de la Dirección facultativa.

En algunos casos y a petición de la Dirección facultativa, el Instalador deberá entregar una muestra del material que pretende instalar antes de obtener la correspondiente aprobación.

El Instalador deberá someter los planos de detalle, catálogos y muestras a la aprobación de la Dirección facultativa con suficiente antelación para que no se interrumpa el avance de los trabajos de la propia instalación o de los otros Instaladores.

La aprobación por parte de la Dirección facultativa de planos, catálogos y muestras no exime al Instalador de su responsabilidad en cuanto al correcto funcionamiento de la instalación se refiere.

#### **5.1.11. Variaciones de proyecto y cambio de materiales.**

El Instalador podrá proponer, al momento de presentar la oferta, cualquier variante sobre el presente Proyecto que afecte al sistema y/o a los materiales especificados, debidamente justificada.

La aprobación de tales variantes queda a criterio de la Dirección facultativa, que las aprobará solamente si redundan en un beneficio económico de inversión y/o explotación para la Propiedad, sin merma para la calidad de la instalación.

La Dirección facultativa evaluará, para la aprobación de las variantes, todos los gastos adicionales producidos por ellas, debidos a la consideración de la totalidad o parte del proyecto técnico de instalaciones, a la necesidad de mayores cantidades de materiales requeridos por cualquiera de las otras instalaciones.

Variaciones sobre el proyecto pedidas, por cualquier causa, por la Dirección facultativa durante el curso del montaje, que impliquen cambios de cantidades o calidades e, incluso, el desmontaje de una parte de la obra realizada, deberán ser efectuadas por el Instalador después de haber pasado una oferta adicional, que estará basada sobre los precios unitarios de la oferta y, en su caso, nuevos precios a negociar.

### **5.1.12. Cooperación con otros instaladores.**

El Instalador deberá cooperar plenamente con otras empresas, bajo la supervisión de la Dirección facultativa, entregando toda la documentación necesaria a fin de que los trabajos transcurran sin interferencias ni retrasos.

Si el Instalador pone en obra cualquier material o equipo antes de coordinar con otros oficios, en caso de surgir conflictos deberá corregir su trabajo, sin cargo alguno para la Propiedad.

### **5.1.13. Protección.**

El Instalador deberá proteger todos los materiales y equipos de desperfectos y daños durante el almacenamiento en la obra y una vez instaladas. En particular, deberá evitar que los materiales aislantes puedan mojarse o, incluso, humedecerse.

Las aperturas de conexión de todos los aparatos y máquinas deberán estar convenientemente protegidos durante el transporte, el almacenamiento y montaje, hasta tanto no se proceda a su unión. Las protecciones deberán tener forma y resistencia adecuada para evitar la entrada de cuerpos extraños y suciedades dentro del aparato, así como los daños mecánicos que puedan sufrir las superficies de acoplamiento de bridas, roscas, manguitos, etc. Igualmente, si es de temer la oxidación de las superficies mencionadas, éstas deberán recubrirse con pintura anti-oxidante, que deberá ser eliminada al momento del acoplamiento.

Especial cuidado se tendrá hacia materiales frágiles y delicados, como materiales aislantes, equipos de control, medida, etc, que deberán quedar especialmente protegidos.

El Instalador será responsable de sus materiales y equipos hasta la Recepción Provisional de la obra.

### **5.1.14. Limpieza de la obra.**

Durante el curso del montaje de sus instalaciones, el Instalador deberá evacuar de la obra todos los materiales sobrantes de trabajos efectuados con anterioridad, en particular de retales de tuberías, conductos y materiales aislantes, embalajes, etc.

Asimismo, al final de la obra, deberá limpiar perfectamente de cualquier suciedad todas las unidades terminales (aparatos sanitarios, griferías...).

### **5.1.15. Andamios y aparejos.**

El Instalador deberá suministrar la mano de obra y aparatos, como andamios y aparejos, necesarios para el movimiento horizontal y vertical de los materiales ligeros en la obra desde el lugar de almacenamiento al de emplazamiento. El movimiento del material pesado y/o voluminoso, desde el camión hasta el lugar de emplazamiento definitivo, se realizará con los medios de la empresa instaladora, bajo la supervisión y responsabilidad del Instalador, salvo cuando en otro Documento se indique que esta tarea está a cargo del mismo Instalador.

### **5.1.16. Obras de albañilería.**

La realización de todas las obras de albañilería necesarias para la instalación de materiales y equipos estará a cargo de la empresa contratista, salvo cuando en otro Documento se indique que esta tarea está a cargo del mismo Instalador.

Tales obras incluyen aperturas y cierres de rozas y pasos de muros, recibido a fábricas de soportes, cajas, rejillas, etc, perforación y cierres de elementos estructurales horizontales y verticales, ejecución y cierres de zanjas, ejecución de galerías, fosos, bancadas, forjados flotantes, pinturas, alicatados, etc.

En cualquier caso, estos trabajos deberán realizarse bajo la responsabilidad del contratista que suministrará, cuando sea necesario, los planos de detalles.

La fijación de los soportes, por medios mecánicos o por soldadura, a elementos de albañilería o de estructura del edificio, será efectuada por el Instalador siguiendo estrictamente las instrucciones que, al respecto, imparta la Dirección facultativa.

### **5.1.17. Energía eléctrica y agua.**

Todos los gastos relativos al consumo de energía eléctrica y agua por parte del Instalador para la realización de los trabajos de montaje y para las pruebas parciales y totales correrán a cuenta de la Actividad interesada (el cliente), salvo cuando en otro Documento se indique lo contrario.

El contratista dará a conocer sus necesidades de potencia eléctrica al cliente antes de tomar posesión de la obra.

### **5.1.18. Ruidos y vibraciones.**

Toda la maquinaria deberá funcionar, bajo cualquier condición de carga, sin producir ruidos o vibraciones que, en opinión de la Dirección facultativa, puedan considerarse inaceptables o que rebasen los niveles máximos exigidos por las Ordenanzas Municipales.

Las correcciones que, eventualmente, se introduzcan para reducir ruidos y vibraciones deben ser aprobadas por la Dirección facultativa y conformarse a las recomendaciones del fabricante del equipo (atenuadores de vibraciones, silenciadores acústicos, etc).

Las conexiones entre canalizaciones y equipos con partes en movimiento deberán realizarse siempre por medio de elementos flexibles, que impidan eficazmente la propagación de las vibraciones.

### **5.1.19. Accesibilidad.**

El Instalador hará conocer a la Dirección facultativa, con suficiente antelación, las necesidades de espacio y tiempo para la realización del montaje de sus materiales y equipos.

A este respecto, el contratista deberá cooperar con la empresa instaladora y los otros Instaladores, particularmente cuando los trabajos a realizar estén en el mismo emplazamiento.

Los gastos ocasionados por los trabajos de volver a abrir falsos techos, patinillos, etc, debidos a la omisión de dar a conocer a tiempo sus necesidades, correrán a cargo del Instalador.

Los elementos de medida, control, protección y maniobra deberán ser desmontables e instalarse en lugares visibles y accesibles, en particular cuando cumplan funciones de seguridad.

El Instalador deberá situar todos los equipos que necesitan operaciones periódicas de mantenimiento en un emplazamiento que permita la plena accesibilidad de todas sus partes, ateniéndose a los requerimientos mínimos más exigentes entre los marcados por la reglamentación vigente y los recomendados por el fabricante. El Instalador deberá suministrar a la empresa constructora la información necesaria para el exacto emplazamiento de puertas o paneles de acceso a elementos ocultos de la instalación, como válvulas, compuertas, unidades terminales, elementos de control, etc.

### **5.1.20. Canalizaciones.**

Antes de su colocación, todas las canalizaciones deberán reconocerse y limpiarse de cualquier cuerpo extraño, como rebabas, óxidos, suciedades, etc.

La alineación de las canalizaciones en uniones, cambios de dirección o sección y derivaciones se realizará con los correspondientes accesorios o piezas especiales, centrando los ejes de las canalizaciones con los de las piezas especiales, sin tener que recurrir a forzar la canalización.

Para las tuberías, en particular, se tomarán las precauciones necesarias a fin de que conserven, una vez instaladas, su sección de forma circular.

Las tuberías deberán soportarse de tal manera que en ningún caso quede interrumpido el aislamiento térmico.

Con el fin de reducir la posibilidad de transmisión de vibraciones, formación de condensaciones y corrosión, entre tuberías y soportes metálicos deberá interponerse un material flexible no metálico.

En cualquier caso, el soporte no podrá impedir la libre dilatación de la tubería, salvo cuando se trate de un punto fijo.

Las tuberías enterradas llevarán la protección adecuada al medio en que están inmersas, que en ningún caso impedirá el libre juego de dilatación.

### **5.1.21. Manguitos pasamuros.**

El Instalador deberá suministrar y colocar todos los manguitos a instalar en la obra de albañilería o estructural antes de que estas obras estén construidas. El Instalador será responsable de los daños provocados por no expresar a tiempo sus necesidades o indicar una situación incorrecta de los manguitos.

El espacio entre el manguito y la conducción deberá rellenarse con una masilla plástica, aprobada por la Dirección facultativa, que selle completamente el paso y permita la libre dilatación de la conducción. Además, cuando el manguito pase a través de un elemento corta-fuego, la resistencia al fuego del material de relleno deberá ser al menos igual a la del elemento estructural. En algunos casos, se podrá exigir que el material de relleno sea impermeable al paso de vapor de agua.

Los manguitos deberán acabar a ras del elemento de obra; sin embargo, cuando pasen a través de forjados, sobresaldrán 15 mm por la parte superior.

Los manguitos serán construidos con chapa de acero galvanizado de 6/10 mm de espesor o con tubería de acero galvanizado, con dimensiones suficientes para que pueda pasar con holgura la conducción con su aislamiento térmico. De otra parte, la holgura no podrá ser superior a 3 cm a lo largo del perímetro de la conducción.

No podrá existir ninguna unión de tuberías en el interior de manguitos pasamuros.

#### **5.1.22. Protección de partes en movimiento.**

El contratista deberá suministrar protecciones a todo tipo de maquinaria en movimiento, como transmisiones de potencia, rodets de ventiladores, etc, con las que pueda tener lugar un contacto accidental. Las protecciones deben ser de tipo desmontable para facilitar las operaciones de mantenimiento.

#### **5.1.23. Protección de los elementos a temperatura elevada.**

Toda superficie a temperatura elevada, con la que pueda tener lugar un contacto accidental, deberá protegerse mediante un aislamiento térmico calculado de tal manera que su temperatura superficial no sea superior a 60 grados centígrados.

#### **5.1.24. Cuadros y líneas eléctricas.**

El Instalador suministrará e instalará los cuadros eléctricos de protección, maniobra y control de todos los equipos de la instalación mecánica, salvo cuando en otro Documento se indique otra cosa.

El Instalador suministrará e instalará también las líneas de potencia entre los cuadros antes mencionados y los motores de la instalación mecánica, completos de tubos de protección, bandejas, cajas de derivación, empalmes, etc, así como el cableado para control, mandos a distancia e interconexiones, salvo cuando en otro Documento se indique otra cosa.

La instalación eléctrica cumplirá con las exigencias marcadas por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

La Empresa Instaladora Eléctrica será responsable de la alimentación eléctrica a todos los cuadros arriba mencionados, que estará constituida por 3 fases, neutro y tierra.

Salvo cuando se exprese lo contrario en la Memoria del Proyecto, las características de la alimentación eléctrica serán las siguientes: tensión trifásica a 400V entre fases y 230V entre fases y neutro, frecuencia 50 Hz.

### **5.1.25. Pinturas y colores.**

Todas las conducciones de una instalación estarán señalizadas de acuerdo a lo indicado en las normas UNE, con franjas, anillos y flechas dispuestos sobre la superficie exterior de la misma o, en su caso, de su aislamiento térmico.

Los equipos y aparatos mantendrán los mismos colores de fábrica. Los desperfectos, debidos a golpes, raspaduras, etc, serán arreglados en obra satisfactoriamente a juicio de la Dirección facultativa.

En la sala de máquinas se dispondrá el código de colores enmarcado bajo cristal, junto al esquema de principio de la instalación.

### **5.1.26. Identificación.**

Al final de la obra, todos los aparatos, equipos y cuadros eléctricos deberán marcarse con una chapa de identificación, sobre la cual se indicarán nombre y número del aparato. La escritura deberá ser de tipo indeleble, pudiendo sustituirse por un grabado. Los caracteres tendrán una altura no menor de 50 mm.

En los cuadros eléctricos todos los bornes de salida deberán tener un número de identificación que se corresponderá al indicado en el esquema de mando y potencia.

Todos los equipos y aparatos importantes de la instalación, en particular aquellos que consumen energía, deberán venir equipados de fábrica, en cumplimiento de la normativa vigente, con una placa de identificación, en la que se indicarán sus características principales, así como nombre del fabricante, modelo y tipo. En las especificaciones de cada aparato o equipo se indicarán las características que, como mínimo, deberán figurar en la placa de identificación.

Las placas se fijarán mediante remaches o soldadura o con material adhesivo, de manera que se asegure su inamovilidad, se situarán en un lugar visible y estarán escritas con caracteres claros y en la lengua o lenguas oficiales españolas.

### **5.1.27. Pruebas.**

El Instalador pondrá a disposición todos los medios humanos y materiales necesarios para efectuar las pruebas parciales y finales de la instalación, efectuadas según se indicará a continuación para las pruebas finales y, para las pruebas parciales, en otros capítulos de este pliego de condiciones.

Las pruebas parciales estarán precedidas de una comprobación de los materiales al momento de su recepción en obra.

Cuando el material o equipo llegue a obra con Certificado de Origen Instalador, que acredite el cumplimiento de la normativa en vigor, nacional o extranjera, su recepción se realizará comprobando, únicamente sus características aparentes.

Cuando el material o equipo esté instalado, se comprobará que el montaje cumple con las exigencias marcadas en la respectiva especificación (conexiones hidráulicas y eléctricas, fijación a la estructura del edificio, accesibilidad, accesorios de seguridad y funcionamiento, etc).

Sucesivamente, cada material o equipo participará también de las pruebas parciales y totales del conjunto de la instalación (estanquidad, funcionamiento, puesta a tierra, aislamiento, ruidos y vibraciones, etc).

### **5.1.28. Pruebas finales.**

Una vez la instalación se encuentre totalmente terminada, de acuerdo con las especificaciones del proyecto, y que haya sido ajustada y equilibrada de acuerdo a lo indicado en las normas UNE, se deberán realizar las pruebas finales del conjunto de la instalación y según indicaciones de la Dirección facultativa cuando así se requiera.

### **5.1.29. Recepción provisional.**

Una vez terminadas las obras a petición del Instalador se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia de la Dirección facultativa y del representante del Instalador, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si este es el caso. Dicho Acta será firmada por la Dirección facultativa y el representante del Instalador, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

Al momento de la Recepción Provisional, el Instalador deberá entregar a la Dirección facultativa la siguiente documentación:

- Una copia reproducible de los planos definitivos, debidamente puestos al día, comprendiendo como mínimo, el esquema de principio, el esquema de control y seguridad, el esquema eléctrico, los planos de ubicación de los cuadros de control y eléctricos, y los planos de plantas donde se deberá indicar el recorrido de las conducciones de distribución de las instalaciones.
- Una Memoria de la instalación, en la que se incluyen las bases de proyecto y los criterios adoptados para su desarrollo.
- Una relación de todos los materiales y equipos empleados, indicando fabricante, marca, modelo y características de funcionamiento.
- Los Manuales de Instrucciones.
- El certificado de la instalación presentado ante la Consejería de Industria y Energía de la Comunidad Autónoma.
- El Libro de Mantenimiento.
- Lista de repuestos recomendados y planos de despiece completo de cada unidad.

La Dirección facultativa entregará los mencionados documentos al Titular de la instalación, junto con las hojas recopilativas de los resultados de las pruebas parciales y finales y el Acta de Recepción, firmada por la Dirección facultativa y el Instalador.

En el caso de no hallarse la Obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Instalador las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del Instalador.

Si el Instalador no cumpliera estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

#### **5.1.30. Periodos de garantía.**

El periodo de garantía será el señalado en el contrato y empezará a contar desde la fecha de aprobación del Acta de Recepción. Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Instalador es responsable de la conservación de la Obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Durante este periodo, el Instalador garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

#### **5.1.31. Recepción definitiva.**

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los seis meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra y del representante del Instalador levantándose el Acta correspondiente, por duplicado (si las obras son conformes), que quedará firmada por el Director de Obra y el representante del Instalador y ratificada por el Contratante y el Instalador.

#### **5.1.32. Permisos.**

El Instalador junto con la Dirección facultativa, deberá gestionar con todos los Organismos Oficiales competentes (nacionales, autonómico, provinciales y municipales) la obtención de los permisos relativos a las instalaciones objeto del presente proyecto, incluyendo redacción de los documentos necesarios, visado por el Colegio Oficial correspondiente y presencia durante las inspecciones.

#### **5.1.33. Entrenamiento.**

El Instalador deberá adiestrar adecuadamente, tanto en la explotación como en el mantenimiento de las instalaciones, al personal que en número y calificación designe la Propiedad.

Para ello, por un periodo no inferior a lo que se indique en otro Documento y antes de abandonar la obra, el Instalador asignará específicamente el personal adecuado de su plantilla para llevar a cabo el entrenamiento, de acuerdo con el programa que presente y que deberá ser aprobado por la Dirección facultativa.

#### **5.1.34. Repuestos, herramientas y útiles específicos.**

El Instalador incorporará a los equipos los repuestos recomendados por el fabricante para el periodo de funcionamiento que se indica en otro Documento, de acuerdo con la lista de materiales entregada con la oferta.

### **5.1.35. Subcontratación de las obras.**

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la Obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra (construcción y montaje de conductos, montaje de tuberías, montaje de equipos especiales, construcción y montaje de cuadros eléctricos y tendido de líneas eléctricas, puesta a punto de equipos y materiales de control, etc).

La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

- Que se dé conocimiento por escrito a la Dirección facultativa del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.
- Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no excedan del 50% del presupuesto total de la obra principal.

### **5.1.36. Riesgos.**

Las obras se ejecutarán, en cuanto a coste, plazo y arte, a riesgo y ventura del Instalador, sin que esta tenga, por tanto, derecho a indemnización por causa de pérdidas, perjuicios o averías. El Instalador no podrá alegar desconocimiento de situación, comunicaciones, características de la obra, etc.

El Instalador será responsable de los daños causados a instalaciones y materiales en caso de incendio, robo, cualquier clase de catástrofes atmosféricas, etc, debiendo cubrirse de tales riesgos mediante un seguro.

Asimismo, el Instalador deberá disponer también de seguro de responsabilidad civil frente a terceros, por los daños y perjuicios que, directa o indirectamente, por omisión o negligencia, se puedan ocasionar a personas, animales o bienes como consecuencia de los trabajos por ella efectuados o por la actuación del personal de su plantilla o subcontratado.

### **5.1.37. Rescisión del contrato.**

Serán causas de rescisión del contrato la disolución, suspensión de pagos o quiebra del Instalador, así como embargo de los bienes destinados a la obra o utilizados en la misma.

Serán asimismo causas de rescisión el incumplimiento repetido de las condiciones técnicas, la demora en la entrega de la obra por un plazo superior a tres meses y la manifiesta desobediencia en la ejecución de la obra.

La apreciación de la existencia de las circunstancias enumeradas en los párrafos anteriores corresponderá a la Dirección facultativa.

En los supuestos previstos en los párrafos anteriores, la Propiedad podrá unilateralmente rescindir el contrato sin pago de indemnización alguna y solicitar indemnización por daños y perjuicios, que se fijará en el arbitraje que se practique.

El Instalador tendrá derecho a rescindir el contrato cuando la obra se suspenda totalmente y por un plazo de tiempo superior a tres meses. En este caso, el Instalador tendrá derecho a exigir una indemnización del cinco por ciento del importe de la obra pendiente de realización, aparte del pago íntegro de toda la obra realizada y de los materiales situados a pie de obra.

#### **5.1.38. Pago de obra.**

El pago de obras realizadas se hará a término de las mismas debido a la duración estimada de estas (unos 7 días). En caso de prolongarse estas por un periodo superior a 30 días, se abonarán las certificaciones mensuales de las mismas.

Dichas Certificaciones contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran. La relación valorada que figure en las Certificaciones, se hará con arreglo a los precios establecidos, reducidos en un 10% y con la cubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.

Serán de cuenta del Instalador las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido al Director de Obra oportunamente para su medición, los gastos de replanteo, inspección y liquidación de las mismas, con arreglo a las disposiciones vigentes, y los gastos que se originen por inspección y vigilancia facultativa, cuando la Dirección Técnica estime preciso establecerla.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminados por ambas partes en un plazo máximo de quince días.

El Director de Obra expedirá las Certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las Certificaciones siguientes, no suponiendo por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas Certificaciones.

#### **5.1.39. Abono de materiales acopiados.**

Cuando a juicio del Director de Obra no haya peligro de que desaparezca o se deterioren los materiales acopiados y reconocidos como útiles, se abonarán con arreglo a los precios descompuestos de la adjudicación. Dicho material será indicado por el Director de Obra que lo reflejará en el Acta de recepción de Obra, señalando el plazo de entrega en los lugares previamente indicados. El Instalador será responsable de los daños que se produzcan en la carga, transporte y descarga de este material.

La restitución de las bobinas vacías se hará en el plazo de un mes, una vez que se haya instalado el cable que contenían. En caso de retraso en su restitución, deterioro o pérdida, el Instalador se hará también cargo de los gastos suplementarios que puedan resultar.

#### **5.1.40. Disposición final.**

La concurrencia a cualquier Subasta, Concurso o Concurso-Subasta cuyo Proyecto incluya el presente Pliego de Condiciones Generales, presupone la plena aceptación de todas y cada una de sus cláusulas.

## **5.2. Pliego de condiciones técnicas.**

### **5.2.1. Generalidades.**

El contratista se comprometerá a utilizar los materiales con las características y marcas que se especifican en el proyecto, si por alguna circunstancia el Contratista quisiera utilizar materiales o aparatos distintos a los especificados en el proyecto, éstos deberán de ser de características similares y necesitará tener la pertinente autorización del Ingeniero Director de obra para poder utilizar estos nuevos materiales.

Una vez iniciadas las obras, deberán continuar sin interrupción, salvo indicación expresa del Director de la obra.

El Contratista dispondrá de los medios técnicos y humanos adecuados para la ejecución rápida y correcta de la misma.

## **5.2.2. Instalaciones eléctricas.**

### **5.2.2.1. Dispositivos generales e individuales.**

La altura a la cual se situarán los dispositivos generales e individuales de mando y protección de los circuitos, medida desde el nivel del suelo, estará comprendida entre 1 y 2 m. Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE 20.451 y UNEEN 60.439 - 3, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20.324 e IK07 según UNE-EN 50.102. La envolvente para el interruptor de control de potencia será precintable y sus dimensiones estarán de acuerdo con el tipo de suministro y tarifa a aplicar. Sus características y tipo corresponderán a un modelo oficialmente aprobado.

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

Si por el tipo o carácter de la instalación se instalase un interruptor diferencial por cada circuito o grupo de circuitos, se podría prescindir del interruptor diferencial general, siempre que queden protegidos todos los circuitos. En el caso de que se instale más de un interruptor diferencial en serie, existirá una selectividad entre ellos.

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

### **5.2.2.2. Instalación interior.**

La tensión asignada no será inferior a 450/750 V. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea menor del 3 % para alumbrado y del 5 % para los demás usos.

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

Las intensidades máximas admisibles de los conductores, se registrarán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE 20.460-5-523 y su anexo Nacional. En zonas con riesgo de incendio, la intensidad admisible deberá disminuirse en un 15%.

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

### **5.2.2.3. Aparatos de protección.**

El interruptor automático general, será de accionamiento manual o mediante bobina de disparo, el resto de interruptores magnetotérmicos serán de accionamiento manual y podrán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocados, sin dar lugar a la formación de arcos permanentes, abriendo y cerrando circuitos, sin posibilidad de tomar posición intermedia.

Su capacidad de corte para la protección del cortocircuito, estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que se pueda presentar en el punto donde se encuentran instalados, y para la protección contra el calentamiento de las líneas se regulará para una temperatura inferior a los 60°C.

Se instalará un interruptor magnetotérmico por cada circuito y en el mismo aparecerán marcadas su intensidad y tensión nominal de funcionamiento.

Los fusibles empleados para proteger los circuitos secundarios, serán calibrados a la intensidad del circuito que protegen, se colocarán sobre material aislante e incombustible y estarán contruidos de forma que no puedan proyectar metal al fundirse. Se podrán cambiar en tensión sin peligro alguno y llevarán marcada la intensidad y tensión de servicio.

Los interruptores diferenciales podrán proteger a uno o varios circuitos a la vez, provocando la apertura del circuito o circuitos que protegen cuando en alguno de ellos se produzcan corrientes de defecto.

#### **5.2.2.4. Identificación de los conductores.**

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección.

Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde- amarillo.

Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

#### **5.2.2.5. Subdivisiones de las instalaciones.**

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

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

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

#### **5.2.2.6. Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica.**

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

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

### **5.2.2.7. Conexiones eléctricas.**

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

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

### **5.2.3. Sistemas de instalación.**

#### **5.2.3.1. Conductores aislados bajo tubos protectores.**

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V, aislados con mezclas termoplásticas o termoestables. Los tubos serán metálicos, rígidos o flexibles, con las siguientes características:

- Resistencia a la compresión: fuerte.
- Resistencia al impacto: fuerte.
- Temperatura mínima de instalación y servicio: -5 °C.
- Temperatura máxima de instalación y servicio: +60°C.
- Resistencia al curvado: rígido/ curvable.
- Propiedades eléctricas: continuidad eléctrica/ aislante.
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos: contra objetos de un milímetro.
- Resistencia a la penetración del agua: contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°.
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos: protección interior y exterior media.

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC -BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación. Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

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

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

- Los tubos metálicos deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutiva de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro. Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:
  1. Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre estas será, como máximo, de medio metro. Se dispondrán fijaciones en ambas partes en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
  2. Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
  3. En alineaciones rectas, las derivaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos, no serán superiores al 2 %.
  4. Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,5 metros sobre el suelo, para protegerlos de eventuales daños mecánicos.

### **5.2.3.2. Conductores aislados bajo canales protectores.**

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable.

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V, aislados con mezclas termoplásticos o termoestables. Las canales serán metálicas, con las siguientes características:

- Resistencia al impacto: fuerte.
- Temperatura mínima de instalación y servicio: +15 °C canales L < 16 mm y -5 °C canales L > 16 mm.
- Temperatura máxima de instalación y servicio: +60 °C.
- Propiedades eléctricas: Aislante canales L < 16 mm y Continuidad eléctrica/aislante canales L > 16 mm.

- Resistencia a la penetración de objetos sólidos: Grado 4 canales  $L < 16$  mm y no inferior a 2 canales  $L > 16$  mm.

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

También se podrán realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

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

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

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

La tapa de las canales quedará siempre accesible.

#### **5.2.4. Red de tierra.**

##### **5.2.4.1. 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  $6 \text{ mm}^2$ . Sin embargo, su sección puede ser reducida a  $2,5 \text{ mm}^2$  si es de cobre.

La unión de equipotencialidad suplementaria puede estar asegurada, bien por elementos conductores no desmontables, tales como estructuras metálicas no desmontables, bien por conductores suplementarios, o por combinación de los dos.

#### **5.2.4.2. Resistencia de las tomas de tierra.**

El valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en local o emplazamiento conductor.
- 50 V en los demás casos.

Si las condiciones de la instalación son tales que pueden dar lugar a tensiones de contacto superiores a los valores señalados anteriormente, se asegurará la rápida eliminación de la falta mediante dispositivos de corte adecuados a la corriente de servicio.

La resistencia de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, y varía también con la profundidad.

#### **5.2.5. Cuadro de distribución de baja tensión.**

Tendrá como mínimo, las dimensiones calculadas en el presente proyecto, para que pueda albergar toda la aparamenta y los dispositivos de mando y protección necesarios de la instalación eléctrica del edificio.

#### **5.2.6. Alumbrado de emergencia.**

La instalación de los sistemas de alumbrado de emergencia cumplirá las siguientes condiciones:

- Será fija, estará provista de fuente propia de energía y entrará automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo de alimentación a la instalación de alumbrado normal, entendiéndose por fallo el descenso de la tensión de alimentación por debajo del 70 % de su valor nominal.
- Mantendrá las condiciones de servicio que se relacionan a continuación, durante una hora, como mínimo, desde el momento en que se produzca el fallo.
- Proporcionará una iluminancia de 1 lx, como mínimo, en el nivel del suelo en los recorridos de evacuación.
- La iluminancia será, como mínimo, de 5 lx en los espacios definidos anteriormente.
- La uniformidad de la iluminación proporcionada en los distintos puntos de cada zona será tal que el cociente entre la iluminancia máxima y la mínima sea menor que 40.

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

## **6. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

### **6.1. Objeto**

El objeto de este estudio es dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997 (y modificaciones según RD 604/2006), por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los posibles riesgos laborales que puedan ser evitados, identificando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

El apartado 1 del Artículo 4 del R.D. 1627/1997 establece que, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud, en aquellos proyectos de obras no incluidos en ninguno de los supuestos previstos en el apartado siguiente:

- Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.759,08 €.
- Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- Que el volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
- Que se trate de obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

Por tanto, al no darse ninguno de los supuestos previstos en dicho apartado del Artículo 4 del R.D. 1627/1997 se redacta el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Así mismo, este Estudio Básico de Seguridad y Salud da cumplimiento a la Ley 31/1995 (y modificaciones según RD 604/2006), de prevención de Riesgos Laborables en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo de informar y dar instrucciones adecuadas, en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y las medidas de protección y prevención correspondientes.

Los objetivos a alcanzar con este estudio básico son los siguientes:

- Garantizar la salud y la integridad física de los trabajadores
- Evitar accidentes y/o situaciones peligrosas por falta de medios
- Detectar a tiempo riesgos que puedan derivarse del proceso de construcción
- Definir las medidas de prevención y protección en función de los riesgos.

En base a este Estudio Básico de Seguridad y al artículo 7 del R.D. 1627/1997, cada contratista elaborará un Plan de Seguridad y Salud en función de su propio sistema de ejecución de la obra y en el que se tendrán en cuenta las circunstancias particulares de los trabajos objeto del contrato.

Otro artículo de interés perteneciente al ya nombrado Real Decreto, es el número 10 que establece que se aplicarán todos los principios de acción preventiva recogidos en el artículo 15 de la "Ley de Prevención de Riesgos Laborales" (Ley 31/1995, de 8 de noviembre) durante la ejecución de la obra. 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.

Estas normas complementarias pueden ser resumidas de la siguiente manera:

- Disposiciones mínimas en cuanto a la 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.
- Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo, siempre que los riesgos no puedan evitarse o limitarse suficientemente a través de medios técnicos de protección colectiva o de medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo.

- Disposiciones mínimas en cuanto a la utilización de los equipos de trabajo puestos a disposición de los trabajadores en la empresa o centro de trabajo para que no deriven riesgos para la seguridad o salud de los mismos.
- Disposiciones mínimas en 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 del trabajo.

En sucesivos apartados se irán comentando los contenidos más relevantes de las anteriores normas complementarias.

## 6.2. Identificación de Riesgos en la Obra

- Caída de personas a distinto nivel: Existe este riesgo cuando se realizan trabajos, aunque sea muy ocasionalmente, en zonas elevadas sin protección adecuada, como barandilla, murete, antepecho, barrera, etc., en los accesos a estas zonas y en huecos existentes en pisos y zonas de trabajo.
- Caída de personas al mismo nivel: Este riesgo puede identificarse cuando existen en el suelo obstáculos o sustancias que pueden provocar una caída por un tropiezo o resbalón.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento: Este riesgo se presenta cuando existe la posibilidad de que el trabajador se vea golpeado y/o atrapado por objetos, o por partes de la estructura del lugar de trabajo.
- Caída de objetos desprendidos: Este riesgo abarca la caída de herramientas, materiales, etc. Sobre un trabajador, siempre que éste no los estuviera manipulando.
- Pisadas sobre objetos: Este riesgo pueden ser varios (torceduras, cortes e incluso pinchazos) dependiendo del trabajo realizado.
- Choques contra objetos inmóviles: Este riesgo puede presentarse cuando existe la posibilidad de que se provoquen lesiones derivadas de choques con elementos fijos tales como partes salientes de máquinas, instalaciones o materiales, estrechamiento de zonas de paso, vigas o conductos a baja altura.

- Golpes/Cortes por objetos o herramientas: Posibilidad de lesión producida por objetos o herramientas que se mueven por fuerzas diferentes a las de la gravedad.
- Proyecciones de fragmentos o partículas: Posibilidad de que se produzcan lesiones por piezas, fragmentos o pequeñas partículas de material proyectadas por una máquina, herramienta o acción mecánica. Incluye, además, las proyecciones líquidas originadas por fugas, escapes de vapor, gases licuados, etc.
- Contactos eléctricos: Este riesgo puede producirse; del contacto con partes normalmente en tensión (contacto directo) o accidentalmente en tensión (contacto indirecto).
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas: Riesgo de lesiones o afecciones por la exposición de forma súbita, a atmósferas o ambientes tóxicos, o derivados de la ingestión de productos nocivos para la salud. (Gases, Compuestos de plomo, disolventes orgánicos, polvo silíceo, etc.)
- Incendios: Posibilidad de que se produzca o se propague un incendio como consecuencia de la actividad laboral y las condiciones del lugar del trabajo.
- Accidentes causados por seres vivos: Riesgo de lesiones o afecciones por la acción de animales sobre el organismo.
- Arco eléctrico: Posibilidad de lesiones o daño producidos por quemaduras al cebarse un arco eléctrico.

A continuación expondremos distintas medidas de **protección colectiva**, la cual prevalecerá siempre por encima de la individual.

## **6.3 Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.**

### **6.3.1. Introducción.**

En esta primera norma complementaria se fijan los aspectos más técnicos de las medidas preventivas, en cuanto a garantizar la seguridad y la salud en los diferentes puestos de trabajo, de manera que de su utilización no se deriven riesgos para los trabajadores.

Las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, vienen señaladas en el Real Decreto 486/1997, fijando como lugares de trabajo aquellas zonas 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 temporal o móvil.

Se consideran incluidos como lugares de trabajo, los servicios higiénicos y locales de descanso, los locales de primeros auxilios y los comedores.

### **6.3.2. 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 o, si ello no fuera posible, para que tales riesgos se reduzcan al mínimo.

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, condiciones ambientales, iluminación, servicios higiénicos y locales de descanso, y material y locales de primeros auxilios.

#### **6.3.2.1. 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 derrumbamientos o caídas de materiales sobre los trabajadores.

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.

Los lugares de trabajo deberán cumplir, en particular, los requisitos mínimos de seguridad indicados a continuación;

- Los edificios y locales de los lugares de trabajo poseerá la estructura y solidez apropiadas a su tipo de utilización.

- Las dimensiones de los locales de trabajo permitirán que los trabajadores realicen su trabajo sin riesgos para su seguridad y salud y en condiciones ergonómicas aceptables. Sus dimensiones mínimas serán las siguientes:
  1. 3 metros de altura desde el piso hasta el techo. No obstante, en locales comerciales, de servicios, oficinas y despachos, la altura podrá reducirse a 2,5 metros.
  2. 2 metros cuadrados de superficie libre por trabajador.
- La separación entre los elementos materiales existentes en el puesto de trabajo será suficiente para que los trabajadores puedan ejecutar su labor en condiciones de seguridad, salud y bienestar. Cuando, por razones inherentes al puesto de trabajo, el espacio libre disponible no permita que el trabajador tenga la libertad de movimientos necesaria para desarrollar su actividad, deberá disponer de espacio adicional suficiente en las proximidades del puesto de trabajo.
- Se tomarán las medidas adecuadas para la protección de los trabajadores autorizados a acceder a las zonas de los lugares de trabajo donde la seguridad de los trabajadores pueda verse afectada por riesgos de caída, caída de objetos y contacto o exposición a elementos agresivos. Asimismo, se dispondrá, en la medida de lo posible, de un sistema que impida que los trabajadores no autorizados puedan acceder a dichas zonas.
- 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, estarán claramente señalizadas.
- Los suelos de los locales de trabajo serán fijos, estables y no resbaladizos, sin irregularidades ni pendientes peligrosas.
- Las barandillas serán de materiales rígidos, tendrán una altura mínima de 90 centímetros y dispondrán de una protección que impida el paso o deslizamiento por debajo de las mismas o la caída de objetos sobre personas.
- Los tabiques transparentes o translúcidos y, en especial, los tabiques acristalados situados en los locales o en las proximidades de los puestos de trabajo y vías de circulación, estarán claramente señalizados y fabricados con materiales seguros, o bien estar separados de dichos puestos y vías, para

impedir que los trabajadores puedan golpearse con los mismos o lesionarse en caso de rotura.

- Las vías de circulación de los lugares de trabajo, tanto las situadas en el exterior de los edificios y locales como en el interior de los mismos, incluidas las puertas, pasillos, escaleras, escalas fijas, rampas y muelles de carga, se podrán utilizar conforme a su uso previsto, de forma fácil y con total seguridad para los peatones o vehículos que circulen por ellas y para el personal que trabaje en sus proximidades.
- La anchura mínima de las puertas exteriores y de los pasillos será de 80 centímetros y 1 metro, respectivamente.
- Las rampas tendrán una pendiente máxima del 12% cuando su longitud sea menor que 3 metros, del 10% cuando su longitud sea menor que 10 metros o del 8% en el resto de los casos.
- Las escaleras tendrán una anchura mínima de 1 metro, excepto en las de servicio, que será de 55 centímetros.
- Los lugares de trabajo se ajustará a lo dispuesto en la normativa que resulte de aplicación sobre condiciones de protección contra incendios. En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, dichos lugares deberán satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.
- Según las dimensiones y el uso de los edificios, los equipos, las características físicas y químicas de las sustancias existentes, así como el número máximo de personas que puedan estar presentes, los lugares de trabajo estarán equipados con dispositivos adecuados para combatir los incendios y con un sistema de alarma.
- Los dispositivos no automáticos de lucha contra los incendios serán de fácil acceso y manipulación. Dichos dispositivos deberán señalizarse conforme a lo dispuesto en el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y ser duradera.
- La instalación eléctrica de los lugares de trabajo se ajustará a lo dispuesto en su normativa específica. La misma, no deberá entrañar riesgos de incendio o

explosión. Los trabajadores deberán estar debidamente protegidos contra los riesgos de accidente causados por contactos directos o indirectos.

- La instalación eléctrica y los dispositivos de protección deberán tener en cuenta la tensión, los factores externos condicionantes y la competencia de las personas que tengan acceso a partes de la instalación.

### **6.3.2.2. Orden, limpieza y mantenimiento**

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 de forma que sea posible utilizarlas sin dificultades en todo momento.

Los lugares de trabajo, incluidos los locales de servicio, y sus respectivos equipos e instalaciones, se limpiarán periódicamente y siempre que sea necesario para mantenerlos en todo momento en condiciones higiénicas adecuadas.

A tal fin, 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.

Las operaciones de limpieza no deberán constituir por si mismas una fuente de riesgo para los trabajadores que las efectúen o para terceros, realizándose a tal fin en los momentos, de la forma y con los medios más adecuados.

Los lugares de trabajo y, en particular, sus instalaciones, deberán ser objeto de un mantenimiento periódico, de forma que sus condiciones de funcionamiento satisfagan siempre las especificaciones del proyecto, subsanándose con rapidez las deficiencias que puedan afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.

### **6.3.2.3. 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.

- Asimismo, y en la medida de lo posible, las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no deben constituir una fuente de incomodidad o molestia para los trabajadores. A tal efecto, se evitarán las temperaturas y las humedades extremas, los cambios bruscos de temperatura, las corrientes de aire molestas, los olores desagradables, la irradiación excesiva y, en particular, la radiación solar a través de ventanas, luces o tabiques acristalados.
- En los locales de trabajo cerrados se cumplirá, en particular, las siguientes condiciones:
  1. La temperatura de los locales donde se realicen trabajos sedentarios propios de oficinas o similares estará comprendida entre 17 y 27° C. La temperatura de los locales donde se realicen trabajos ligeros estará comprendida entre 14 y 25° C.
  2. La humedad relativa estará comprendida entre el 30 y el 70%, excepto en los locales donde existan riesgos por electricidad estática en los que el límite inferior será el 50%
  3. Los trabajadores no estarán 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.

Estos límites no se aplicarán a las corrientes de aire expresamente utilizadas para evitar el estrés en exposiciones intensas al calor, ni a las corrientes de aire acondicionado, para las que el límite será de 0,25 m/s en el caso de trabajos sedentarios y 0,35 m/s en los demás casos.

4. Sin perjuicio de lo dispuesto en relación a la ventilación de determinados locales en el Real Decreto 1618/1980, de 4 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Calefacción, Climatización y Agua Caliente Sanitaria, la renovación mínima del aire de los locales de trabajo, será de 30 metros cúbicos de aire limpio por hora y trabajador, en el caso de trabajos sedentarios en ambientes no calurosos ni

contaminados por humo de tabaco y de 50 metros cúbicos, en los casos restantes, a fin de evitar el ambiente viciado y los olores desagradables.

El sistema de ventilación empleado y, en particular, la distribución de las entradas de aire limpio y salidas de aire viciado, asegurarán una efectiva renovación del aire del local de trabajo.

- A efectos de la aplicación de lo establecido en el apartado anterior se tendrá en cuenta las limitaciones o condicionantes que puedan imponer, en cada caso, las características particulares del propio lugar de trabajo, de los procesos u operaciones que se desarrollen en él y del clima de la zona en la que esté ubicado. En cualquier caso, el aislamiento térmico de los locales cerrados estará adecuado a nuestro clima.
- En los lugares de trabajo al aire libre y en los locales de trabajo que, por la actividad desarrollada, no puedan quedar cerrados, se tomarán medidas para que los trabajadores puedan protegerse, en la medida de lo posible, de las inclemencias del tiempo.
- Las condiciones ambientales de los locales de descanso, de los locales para el personal de guardia, de los servicios higiénicos, de los comedores y de los locales de primeros auxilios deberán responder al uso específico de estos locales.

#### **6.3.2.4. Iluminación**

La iluminación de los lugares de trabajo deberá permitir que los trabajadores dispongan de condiciones de visibilidad adecuadas para poder circular por los mismos y desarrollar en ellos sus actividades sin riesgo para su seguridad y salud.

La iluminación de los lugares de trabajo deberá cumplir;

- Siempre que sea posible los lugares de trabajo tendrán una iluminación natural, que podrá complementarse con una iluminación artificial cuando la primera, por sí sola, no garantice las condiciones de visibilidad adecuadas.  
En tales casos se utilizará preferentemente la iluminación artificial general, complementada a su vez con una localizada cuando en zonas concretas se requieran niveles de iluminación elevados.
- Los niveles mínimos de iluminación de los lugares de trabajo serán los siguientes;

| <b>Zona o parte del lugar de trabajo</b> | <b>Nivel mínimo de iluminación (lux)</b> |
|--|--|
| Zonas con bajas exigencias visuales      | 100 lux                                  |
| Zonas con exigencias visuales moderadas  | 200 lux                                  |
| Zonas con exigencias visuales altas      | 500 lux                                  |
| Zona con exigencias visuales muy altas   | 1.000 lux                                |
| 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                                   |

- Toda la iluminación se distribuirá de forma uniforme para evitar 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.
- Los sistemas de iluminación utilizados no originarán riesgos eléctricos, de incendio o de explosión, cumpliendo, a tal efecto, lo dispuesto en la normativa específica vigente.

#### **6.3.2.5. Servicios higiénicos y locales de descanso**

Los lugares de trabajo deberán cumplir las disposiciones que a continuación se describen, en cuanto a servicios higiénicos y locales de descanso.

- Se dispondrá de agua potable en cantidad suficiente y fácilmente accesible. Se evitará toda circunstancia que posibilite la contaminación del agua potable. En las fuentes de agua se indicará si ésta es o no potable, siempre que puedan existir dudas al respecto.
- Los vestuarios estarán provistos de asientos y de armarios o taquillas individuales con llave, que tendrán la capacidad suficiente para guardar la ropa y el calzado.

- Los lugares de trabajo dispondrán de retretes, dotados de lavabos, situados en las proximidades de los puestos de trabajo, de los locales de descanso, de los vestuarios y de los locales de aseo, cuando no estén integrados en éstos últimos. Los retretes dispondrán de descarga automática de agua y papel higiénico. En los retretes que hayan de ser utilizados por mujeres se instalarán recipientes especiales y cerrados. Las cabinas estarán provistas de una puerta con cierre interior y de una percha.

#### **6.3.2.6. Material y locales de primeros auxilios.**

El lugar de trabajo dispondrá del material y de un local necesario para la prestación de primeros auxilios a los trabajadores accidentados.

El material para primeros auxilios en caso de accidente, será adecuado, en cuanto a su cantidad y características, al número de trabajadores, a los riesgos a que estén expuestos y a las facilidades de acceso al centro de asistencia médica más próximo.

En el lugar de trabajo se dispondrá, como mínimo, de un botiquín portátil que contenga lo siguiente;

- Desinfectantes y antisépticos autorizados.
- Gasas estériles.
- Algodón hidrófilo.
- Venda, esparadrapo.
- Apósitos adhesivos.
- Tijeras.
- Pinzas.
- Guantes desechables

El material de primeros auxilios se revisará periódicamente y se irá reponiendo tan pronto como caduque o sea utilizado.

El material y local de primeros auxilios, estarán claramente señalizados.

## **6.4. Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.**

### **6.4.1. Introducción.**

Esta norma complementaria hace referencia a las medidas mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo, siempre que los riesgos no puedan evitarse o limitarse suficientemente a través de medios técnicos de protección colectiva.

En dicha ley se entiende como disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y de salud en el trabajo, a aquellas señalizaciones que referidas a un objeto, actividad o situación determinada, proporcionen una indicación o una obligación relativa a la seguridad o a la salud en el trabajo, mediante:

- Una señal en forma de panel con color.
- Una señal luminosa o acústica.
- Una comunicación verbal.
- Una señal gestual.

### **6.4.2. Obligaciones del empresario.**

Para el cumplimiento de todas estas disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo, el empresario deberá adoptar las medidas necesarias para que no se originen riesgos perjudiciales para la seguridad y salud de los trabajadores.

La elección del tipo de señal, la cantidad y el 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.

### 6.4.3. Señalización en seguridad.

La señalización en seguridad se puede definir como el conjunto de estímulos que condicionan la actuación del individuo frente a unas circunstancias que se resaltan y cuyo fin es llamar la atención.

Habrán cinco tipos de señales:

- Advertencia: Incluye peligro por riesgo de incendio, materias inflamables, de explosión, materias explosivas, eléctrico, cargas suspendidas, caída de objetos, caídas al mismo nivel, caídas de distinto nivel, maquinaria pesada.
- Prohibición: Incluye prohibición de fumar, encender fuego, utilización de materiales inflamables.
- Obligación: Incluye obligación de uso de casco, botas, guantes, gafas, pantalla protectora, mascarilla, protectores auditivos, cinturón de seguridad, arnés de seguridad, calzado de seguridad.
- Salvamento o de socorro: Relativas a las salidas de socorro, a los primeros auxilios o a los dispositivos de salvamento. Serán de forma cuadrada o rectangular, con un pictograma característico de color blanco sobre fondo verde.
- Color de seguridad: Al que se atribuye una significación determinada en relación con la seguridad y salud en el trabajo. El color rojo será para la señalización de los equipos de protección contra incendios.

## 6.5. Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

### 6.5.1. Introducción.

El Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, es en el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Dichas disposiciones van dedicadas a garantizar que la utilización o presencia de dichos equipos de trabajo puestos a disposición de los trabajadores en la empresa o centro de trabajo no deriven en riesgos dañinos para la seguridad o salud de los mismos.

Según establece dicho Decreto, se entiende como equipos de trabajo cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el centro de trabajo.

### **6.5.2. Obligaciones 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.

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

Para la elección de los mencionados 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.

En todos los elementos que conforman los equipos de trabajo, el empresario adoptará las medidas necesarias para que, mediante un mantenimiento adecuado, dichos elementos se conserven en unas condiciones adecuadas. Todas estas operaciones de mantenimiento, ajuste, desbloqueo, revisión o reparación de los equipos de trabajo se realizarán tras haber parado o desconectado el equipo, siendo realizadas por personal especialmente capacitado para ello. Estas medidas se exponen en apartados sucesivos.

Además, el empresario es el encargado de garantizar que todos los trabajadores reciban una formación e información adecuadas a los riesgos derivados de los equipos de trabajo. La información, suministrada será preferentemente por escrito, deberá contener, como mínimo, las siguientes indicaciones relativas:

- 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.

### **6.5.2.1. Disposiciones mínimas generales aplicables a los equipos de trabajo.**

A continuación, se puntualizan las disposiciones mínimas que deberán cumplir los diversos equipos en los lugares de trabajo:

- Los órganos de accionamiento de un equipo de trabajo que tengan alguna incidencia en la seguridad serán claramente visibles e identificables y no deberán acarrear riesgos como consecuencia de una manipulación involuntaria.
- Cada equipo de trabajo estará 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 estará 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 estará provisto de dispositivos adecuados de captación o extracción cerca de la fuente emisora correspondiente.
- Cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgo de accidente por contacto mecánico, irán 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 estarán adecuadamente iluminadas en función de las tareas que deban realizarse.
- Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas estarán protegidas cuando corresponda contra los riesgos de contacto o la proximidad de los trabajadores.
- Todo equipo de trabajo será 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 estarán construidas con materiales resistentes y la unión entre sus elementos será firme, de manera que se eviten las roturas o proyecciones de los mismos.
- La utilización de todos los equipos en los centros de trabajo 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.

#### **6.5.2.2. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a determinados equipos de trabajo**

- Los equipos con trabajadores transportados evitarán 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 se 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 estarán acondicionadas mediante la instalación de una cabina para el conductor con una estructura que impida que la carretilla vuelque o en caso de vuelco, que se garantice que queda espacio suficiente para el trabajador entre el suelo y las determinadas partes de dicha carretilla, igualmente esa estructura deberá mantener al trabajador sobre el asiento de conducción en buenas condiciones.
- Los equipos de trabajo automotores contarán con, dispositivos de frenado y parada, dispositivos para garantizar una visibilidad adecuada y una señalización acústica de advertencia. Si entrañan riesgos de incendio, por ellos mismos o debido a sus remolques o cargas, que puedan poner en peligro a los trabajadores, deberán contar con dispositivos apropiados de lucha contra incendios, excepto que el lugar de utilización esté equipado con ellos en puntos suficientemente cercanos.

### **6.5.2.3. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para elevación de carga.**

En cuanto a las disposiciones mínimas que deben cumplir los equipos de trabajo para la elevación de cargas, enumeramos las más relevantes:

- Los equipos de trabajo para la elevación de cargas estarán instalados firmemente cuando se trate de equipos fijos, o disponer de los elementos o condiciones necesarias en los casos restantes, para garantizar su solidez y estabilidad durante el empleo, teniendo en cuenta, en particular, las cargas que deben levantarse y las tensiones inducidas en los puntos de suspensión o de fijación a las estructuras.
- En todos los equipos figurará claramente la carga nominal.
- Los equipos de trabajo instalados de forma permanente 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 o, por cualquier otro motivo, golpee a los trabajadores.

## **6.6. Disposiciones mínimas de seguridad y salud de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.**

### **6.6.1. Introducción.**

El Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, establece en el marco de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, las disposiciones mínimas de seguridad para la protección de los trabajadores frente al riesgo eléctrico en los lugares de trabajo (instalaciones eléctricas y receptores eléctricos), además de las técnicas y procedimientos para trabajar en ellas, o en sus proximidades.

### **6.6.2. Obligaciones del empresario**

El empresario deberá adoptar las medidas necesarias para que de la utilización o presencia de la energía eléctrica en los lugares de trabajo no se deriven riesgos para la salud y seguridad de los trabajadores o, si ello no fuera posible, para que tales riesgos se reduzcan al mínimo. La adopción de estas medidas deberá basarse en la

evaluación de los riesgos contemplada en el artículo 16 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y la sección 1.a del capítulo II del Reglamento de los Servicios de Prevención.

Este artículo establece la obligación del empresario de aplicar las medidas que se integran en el deber general de protección, con el fin de evitar los riesgos y de evaluar los riesgos que no se puedan evitar.

La evaluación de riesgos, aunque basada en los mismos principios, tendrá particularidades diferentes en función del trabajo que desarrolle el trabajador. En general, se puede distinguir entre:

- Trabajadores usuarios de equipos y/o instalaciones eléctricas: en este caso, la evaluación de riesgos se dirigirá a comprobar si los equipos y las instalaciones son los adecuados para evitar que los trabajadores puedan sufrir contactos eléctricos directos o indirectos peligrosos, quemaduras, etc. Esto implica:
  - Comprobar la adecuación de los equipos y/o instalaciones eléctricas a las condiciones en que se utilizan
    1. Condiciones de los locales: locales mojados, locales con superficies conductoras.
    2. Condiciones de la actividad: posible presencia de atmósferas combustibles o explosivas, ambientes agresivos (contaminación, temperaturas extremas, corrosión, etc.).
    3. Condiciones ambientales: instalaciones en interior o a la intemperie, altitud, sobretensiones y otras perturbaciones en la alimentación, etc.
  - Tener en cuenta el cumplimiento de la normativa legal específica aplicable, en particular, la reglamentación electrotécnica y otras disposiciones sobre seguridad industrial (máquinas, material eléctrico destinado a utilizarse en baja tensión, compatibilidad electromagnética, equipos aptos para uso en atmósferas explosivas, material médico, etc.).

Además, será necesario comprobar que los trabajadores disponen de la formación e información adecuadas para la correcta utilización de los equipos y/o instalaciones eléctricas.

- Trabajadores cuya actividad, no eléctrica, se desarrolla en proximidad de instalaciones eléctricas con partes accesibles en tensión y trabajadores cuyos

cometidos sean instalar, reparar o mantener instalaciones eléctricas: en estos casos, la evaluación de riesgos se centrará en las siguientes actividades:

- Comprobar que las técnicas y procedimientos de trabajo empleados se ajustan a lo dispuesto en este real decreto.
- Comprobar que los equipos de trabajo y los equipos y dispositivos de protección utilizados se ajustan a la normativa específica que sea de aplicación.
- Comprobar que los trabajadores disponen de la formación, información y, en su caso, cualificación requeridas.

### **6.6.3. Instalaciones eléctricas.**

- El tipo de instalación eléctrica de un lugar de trabajo y las características de sus componentes deberán adaptarse a las condiciones específicas del propio lugar, de la actividad desarrollada en él y de los equipos eléctricos (receptores) que vayan a utilizarse. Para ello deberán tenerse particularmente en cuenta factores tales como las características conductoras del lugar del trabajo (posible presencia de superficies muy conductoras, agua o humedad), la presencia de atmósferas explosivas, materiales inflamables o ambientes corrosivos y cualquier otro factor que pueda incrementar significativamente el riesgo eléctrico.
- En los lugares de trabajo sólo podrán utilizarse equipos eléctricos para los que el sistema o modo de protección previstos por su fabricante sea compatible con el tipo de instalación eléctrica existente y los factores mencionados en el apartado anterior.
- Las instalaciones eléctricas de los lugares de trabajo se utilizarán y mantendrán en la forma adecuada y el funcionamiento de los sistemas de protección se controlará periódicamente, de acuerdo a las instrucciones de sus fabricantes e instaladores, si existen, y a la propia experiencia del explotador.
- En cualquier caso, las instalaciones eléctricas de los lugares de trabajo y su uso y mantenimiento deberán cumplir lo establecido en la reglamentación electrotécnica, la normativa general de seguridad y salud sobre lugares de trabajo, equipos de trabajo y señalización en el trabajo, así como cualquier otra normativa específica que les sea de aplicación.

#### 6.6.4. Técnicas y procedimientos de trabajo.

Las técnicas y procedimientos empleados para trabajar en instalaciones eléctricas, o en sus proximidades, se establecerán teniendo en consideración, la evaluación de los riesgos que el trabajo pueda suponer, habida cuenta de las características de las instalaciones, del propio trabajo y del entorno en el que va a realizarse.

Todo trabajo en una instalación eléctrica, o en su proximidad, que conlleve un riesgo eléctrico se efectuará sin tensión, salvo en los casos siguientes;

- Las operaciones elementales, tales como por ejemplo conectar y desconectar, en instalaciones de baja tensión con material eléctrico concebido para su utilización inmediata y sin riesgos por parte del público en general. En cualquier caso, estas operaciones deberán realizarse por el procedimiento normal previsto por el fabricante y previa verificación del buen estado del material manipulado.
- Los trabajos en instalaciones con tensiones de seguridad, siempre que no exista posibilidad de confusión en la identificación de las mismas y que las intensidades de un posible cortocircuito no supongan riesgos de quemadura. En caso contrario, el procedimiento de trabajo establecido deberá asegurar la correcta identificación de la instalación y evitar los cortocircuitos cuando no sea posible proteger al trabajador frente a los mismos.
- Las maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones cuya naturaleza así lo exija, tales como por ejemplo la apertura y cierre de interruptores o seccionadores, la medición de una intensidad, la realización de ensayos de aislamiento eléctrico, o la comprobación de la concordancia de fases.
- Los trabajos en, o en proximidad de instalaciones, cuyas condiciones de explotación o de continuidad del suministro así lo requieran.
- Sin perjuicio de lo dispuesto anteriormente, los trabajos que se realicen en emplazamientos con riesgo de incendio o explosión, así como los procesos en los que se pueda producir una acumulación peligrosa de carga electrostática, se deberán efectuar de la siguiente forma;
  1. Siguiendo un procedimiento que reduzca al mínimo estos riesgos; para ello se limitará y controlará, en lo posible, la presencia de sustancias inflamables en la zona de trabajo y se evitará la aparición de focos de ignición, en particular, en caso

de que exista, o pueda formarse, una atmósfera explosiva. En tal caso queda prohibida la realización de trabajos u operaciones (cambio de lámparas, fusibles, etc.) en tensión, salvo si se efectúan en instalaciones y con equipos concebidos para operar en esas condiciones, que cumplan la normativa específica aplicable.

2. Antes de realizar el trabajo, se verificará la disponibilidad, adecuación al tipo de fuego previsible y buen estado de los medios y equipos de extinción. Si se produce un incendio, se desconectarán las partes de la instalación que puedan verse afectadas, salvo que sea necesario dejarlas en tensión para actuar contra el incendio, o que la desconexión conlleve peligros potencialmente más graves que los que pueden derivarse del propio incendio.
3. Los trabajos los llevarán a cabo trabajadores autorizados; cuando deban realizarse en una atmósfera explosiva, los realizarán trabajadores cualificados y deberán seguir un procedimiento previamente estudiado.

#### **6.6.5. Formación e información de los trabajadores.**

De conformidad con los artículos 18 y 19 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, el empresario deberá garantizar que los trabajadores y los representantes de los trabajadores reciban una formación e información adecuadas sobre el riesgo eléctrico, así como sobre las medidas de prevención y protección que hayan de adoptarse en aplicación del presente Real Decreto.

### **6.7. Medidas de protección individual (EPIS).**

En función de los riesgos detectados anteriormente, y siempre que dichos riesgos no puedan ser eliminados en su origen o de forma colectiva, se utilizará por el personal adscrito a la obra los siguientes equipos de protección individual.

El empresario tiene la obligación de suministrar y dar la formación necesaria para utilizar los distintos equipos de protección, a todas las personas que están bajo su mando o que están relacionadas con la obra a realizar.

### **6.7.1. Caída de personas a distinto nivel.**

En presencia de este riesgo se debe de utilizar equipo anti-caída (si procede). El casco de seguridad será con barboquejo en aquellos casos en los que sea necesario según el trabajo a realizar.

### **6.7.2. Golpes/Cortes por objetos o herramientas.**

En presencia de este riesgo se deben utilizar guantes de protección mecánica. También se usará calzado de seguridad adecuado.

### **6.7.3. Proyecciones de fragmentos o partículas.**

En presencia de este riesgo se debe utilizar gafas de seguridad o pantalla facial.

### **6.7.4. Contactos eléctricos.**

En los trabajos eléctricos se utilizarán casco de seguridad, pantallas de protección facial al arco eléctrico, ropa de protección frente a los efectos térmicos de un arco eléctrico, guantes dieléctricos con características de protección mecánica al corte, perforación, etc., adecuadas a la labor y calzado de seguridad.

Se evitará la realización de trabajos en proximidad a elementos conductores, con ropas o componentes metálicos que puedan ser susceptibles de conducir la corriente.

### **6.7.5. Exposición a sustancias nocivas o tóxicas.**

Se debe disponer de máscaras con filtro, equipos de respiración autónoma, prendas de protección desechables, gafas de protección integral, etc., cuando proceda, y adecuados al trabajo que se vaya a realizar.

### **6.7.6. Incendio.**

Se utilizará casco ropa de trabajo con características ignífugas y antiestáticas.

### **6.7.7. Accidentes causados por seres vivos.**

En presencia de este riesgo se deben utilizar guantes de protección mecánica

## **6.8. Normativa y legislación de aplicación en el presente estudio.**

- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Directiva 92/57/CEE de 24 de junio, relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud que deben aplicarse en las obras de construcciones temporales o móviles.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbar, para los trabajadores.
- Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

- Decreto 2414/1961, de 30 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas.
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Real Decreto 1299/2006, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro.
- Ordenanza General de seguridad e higiene en el trabajo.

## 7. PRESUPUESTO

### 7.1. Materiales utilizados

#### 7.1.1. Fusibles

| Nº    | Ud.<br>Medida | Descripción                               | Cantidad | Importe<br>Unitario | Importe  |
|-------|---------------|---|----------|---------------------|----------|
| 1.1.1 | Ud.           | Cartucho de fusibles de cuchilla NH00 160 | 3        | 21,97 €             | 65,91 €  |
| 1.1.2 | Ud.           | Cartucho de fusibles de cuchilla NH0 20   | 6        | 15,11 €             | 90,66 €  |
| 1.1.3 | Ud.           | Cartucho de fusibles de cuchilla NH0 32   | 16       | 15,11 €             | 241,76 € |

|                       |                 |
|-----------------------|-----------------|
| <b>TOTAL CAPÍTULO</b> | <b>398,33 €</b> |
|-----------------------|-----------------|

#### 7.1.2. Conductores

| Nº    | Ud. | Descripción   | Cantidad | Importe<br>Unitario | Importe |
|-------|-----|---|----------|---------------------|---------|
| 1.2.1 | m   | Cable H07V-K 1,5 mm <sup>2</sup> todos colores                      | 2000 m   | 0,60 €              | 1.200 € |
| 1.2.2 | m   | Cable H07V-K 2,5 mm <sup>2</sup> todos colores                      | 1500 m   | 0,72 €              | 1.080 € |
| 1.2.3 | m   | Cable H07V-K 4 mm <sup>2</sup> todos colores                        | 1500 m   | 0,89 €              | 1.335 € |
| 1.2.4 | m   | Cable H07V-K 6 mm <sup>2</sup> todos colores                        | 1200 m   | 0,99 €              | 1.188 € |
| 1.2.5 | m   | Manguera RZ1-K 0,6/1 kV 3 x 70 mm <sup>2</sup> + 35 mm <sup>2</sup> | 25 m     | 33,6 €              | 840 €   |
| 1.2.6 | m   | Cable RZ1-K 6 mm <sup>2</sup> todos colores                         | 800 m    | 0,94 €              | 752 €   |
| 1.2.7 | m   | Cable RZ1-K 10 mm <sup>2</sup> todos colores                        | 800 m    | 1,56 €              | 1.248 € |
| 1.2.8 | m   | Cable SZ1/RZ1 (AS+) 1,5 mm <sup>2</sup> todos colores               | 800 m    | 1,60 €              | 1.280 € |
| 1.2.9 | m   | Cable RZ1-K 1,5 mm <sup>2</sup> todos colores                       | 1500 m   | 0,85 €              | 1.275 € |

|                       |                 |
|-----------------------|-----------------|
| <b>TOTAL CAPÍTULO</b> | <b>10.198 €</b> |
|-----------------------|-----------------|

**7.1.3. Interruptores diferenciales**

| Nº    | Ud. | Descripción   | Cantidad | Importe Unitario | Importe  |
|-------|-----|---|----------|------------------|----------|
| 1.3.1 | Ud. | Interruptor diferencial bipolar de 25 A, CDC728M Hager    | 16       | 43,63 €          | 698,08 € |
| 1.3.2 | Ud. | Interruptor diferencial tetrapolar de 25 A, CDC425M Hager | 2        | 128,26 €         | 256,52 € |

|                       |                |
|-----------------------|----------------|
| <b>TOTAL CAPÍTULO</b> | <b>954,6 €</b> |
|-----------------------|----------------|

**7.1.4. Interruptores magnetotérmicos**

| Nº    | Ud. | Descripción  | Cantidad | Importe Unitario | Importe   |
|-------|-----|--|----------|------------------|-----------|
| 1.4.1 | Ud. | Interruptor automático magnetotérmico bipolar de 6A, MUN506A Hager     | 7        | 59,34 €          | 415,38 €  |
| 1.4.2 | Ud. | Interruptor automático magnetotérmico bipolar de 10A, MUN510A Hager    | 17       | 24,37 €          | 414,29 €  |
| 1.4.3 | Ud. | Interruptor automático magnetotérmico bipolar de 16A, MUN216A Hager    | 33       | 24,84 €          | 819,72 €  |
| 1.4.4 | Ud. | Interruptor automático magnetotérmico bipolar de 20A, MUN520A Hager    | 16       | 25,50 €          | 408 €     |
| 1.4.5 | Ud. | Interruptor automático magnetotérmico bipolar de 25A, MUN525A Hager    | 32       | 26,06 €          | 833,92 €  |
| 1.4.6 | Ud. | Interruptor automático magnetotérmico tetrapolar de 6A, NDN406A Hager  | 1        | 300,66 €         | 300,66 €  |
| 1.4.7 | Ud. | Interruptor automático magnetotérmico tetrapolar de 10A, NDN410A Hager | 1        | 270,55 €         | 270,55 €  |
| 1.4.8 | Ud. | Interruptor automático magnetotérmico tetrapolar de 20A, MUN420A Hager | 2        | 143,17 €         | 2.86,34 € |

|                       |                   |
|-----------------------|-------------------|
| <b>TOTAL CAPÍTULO</b> | <b>3.748,86 €</b> |
|-----------------------|-------------------|

**7.1.5. Iluminación**

| Nº    | Ud. | Descripción   | Cantidad | Importe Unitario | Importe    |
|-------|-----|---|----------|------------------|------------|
| 1.5.1 | Ud. | Pantalla Estanca LED Integrado Aluminio de 120 cm y con una potencia 40 W | 30       | 49,95 €          | 1.498,5 €  |
| 1.5.2 | Ud. | Philips bombilla halógena   | 170      | 9,18 €           | 1.560,06 € |

|                       |                  |
|-----------------------|------------------|
| <b>TOTAL CAPÍTULO</b> | <b>3.059,1 €</b> |
|-----------------------|------------------|

**7.1.6. Cajas de protección y centralización de contadores**

| Nº    | Ud. | Descripción  | Cantidad | Importe Unitario | Importe   |
|-------|-----|--|----------|------------------|-----------|
| 1.6.1 | Ud. | Caja general de protección, CGP-8-160/BUC, equipada con bornes de conexión, bases unipolares cerradas previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 160 A, esquema 8, para protección de la línea general de alimentación, formada por una envolvente aislante, precintable y autoventilada, según UNE-EN 60439-1, grado de inflamabilidad según se indica en UNE-EN 60439-3, con grados de protección IP43, según UNE 20324 e IK08 según UNE-EN 50102. | 1        | 210,00 €         | 210,00 €  |
| 1.6.2 | Ud. | Marco y puerta metálica con cerradura o candado, con grado de protección IK10 según UNE-EN 50102, protegidos de la corrosión y normalizados por la empresa suministradora, para caja general de protección.  | 1        | 176,00 €         | 176,00 €  |
| 1.6.3 | Ud. | Módulo I-160. Módulo interruptor de corte en carga 160 A.  | 1        | 221,00 €         | 221,00 €  |
| 1.6.4 | Ud. | Paneles para contadores trifásicos hasta 15 KW. Tipo de panel P2-T para 2 Trifásicos Electrónicos con medidas 580x1188x195 mm.   | 1        | 490,00 €         | 490,00 €  |
| 1.6.5 | Ud. | Paneles para contadores monofásicos del tipo P8 Panel para 8 Monofasicos. Electrónicos.  | 2        | 706,00 €         | 1412,00 € |
| 1.6.6 | Ud. | Caja CST-50 de seccionamiento a tierra cable hasta 50 mm <sup>2</sup>  | 1        | 47,90 €          | 47,90 €   |
| 1.6.7 | Ud. | Caja automáticos ICP + 12 elementos  | 18       | 37,89 €          | 682,02 €  |

|                       |                   |
|-----------------------|-------------------|
| <b>TOTAL CAPÍTULO</b> | <b>3.238,92 €</b> |
|-----------------------|-------------------|

**7.1.7. Contadores**

| Nº    | Ud. | Descripción  | Cantidad | Importe Unitario | Importe |
|-------|-----|--|----------|------------------|---------|
| 1.7.1 | Ud. | CONTADOR MONOFÁSICO con tensión normalizada es de 230 voltios. Con sistema de telegestión. Tienen capacidad de medición de la energía consumida y también de la energía producida. | 16       | 132,00 €         | 2112 €  |
| 1.7.2 | Ud. | CONTADOR TRIFÁSICO con tensión normalizada es de 400 voltios. Con sistema de telegestión. Tienen capacidad de medición de la energía consumida y también de la energía producida.  | 2        | 224,00 €         | 448 €   |

|                       |                |
|-----------------------|----------------|
| <b>TOTAL CAPÍTULO</b> | <b>2.560 €</b> |
|-----------------------|----------------|

**7.2. Gastos Mano de Obra****7.2.1****. Mano Obra Materiales****7.2.1.1. Fusibles**

| Nº    | Ud | Descripción                | Cantidad | Precio | Importe |
|-------|----|----------------------------|----------|--------|---------|
| 1.1.1 | h. | Oficial de 1º electricista | 0,4      | 20     | 8,00 €  |
|       | h. | Ayudante electricista      | 0,4      | 16,32  | 6,52 €  |

| Nº    | Ud | Descripción                | Cantidad | Precio | Importe |
|-------|----|----------------------------|----------|--------|---------|
| 1.1.2 | h. | Oficial de 1º electricista | 0,2      | 20     | 4,00 €  |
|       | h. | Ayudante electricista      | 0,2      | 16,32  | 3,26 €  |

| Nº    | Ud | Descripción                | Cantidad | Precio | Importe |
|-------|----|----------------------------|----------|--------|---------|
| 1.1.3 | h. | Oficial de 1º electricista | 0,2      | 20     | 4,00 €  |
|       | h. | Ayudante electricista      | 0,2      | 16,32  | 3,26 €  |

|                       |                |
|-----------------------|----------------|
| <b>TOTAL CAPITULO</b> | <b>29,04 €</b> |
|-----------------------|----------------|

**7.2.1.2. Conductores**

| Nº    | Ud | Descripción                | Cantidad | Precio | Importe |
|-------|----|----------------------------|----------|--------|---------|
| 1.2.1 | h. | Oficial de 1º electricista | 0,1      | 20     | 2 €     |
|       | h. | Ayudante electricista      | 0,1      | 16,32  | 1,63 €  |

| Nº    | Ud | Descripción                | Cantidad | Precio | Importe |
|-------|----|----------------------------|----------|--------|---------|
| 1.2.2 | h. | Oficial de 1º electricista | 0,1      | 20     | 2 €     |
|       | h. | Ayudante electricista      | 0,1      | 16,32  | 1,63 €  |

| Nº    | Ud | Descripción                | Cantidad | Precio | Importe |
|-------|----|----------------------------|----------|--------|---------|
| 1.2.3 | h. | Oficial de 1º electricista | 0,1      | 20     | 2 €     |
|       | h. | Ayudante electricista      | 0,1      | 16,32  | 1,63 €  |

| Nº    | Ud | Descripción                | Cantidad | Precio | Importe |
|-------|----|----------------------------|----------|--------|---------|
| 1.2.4 | h. | Oficial de 1º electricista | 0,1      | 20     | 2 €     |
|       | h. | Ayudante electricista      | 0,1      | 16,32  | 1,63 €  |

| Nº    | Ud | Descripción                | Cantidad | Precio | Importe |
|-------|----|----------------------------|----------|--------|---------|
| 1.2.5 | h. | Oficial de 1º electricista | 0,1      | 20     | 2 €     |
|       | h. | Ayudante electricista      | 0,1      | 16,32  | 1,63 €  |

| Nº    | Ud | Descripción                | Cantidad | Precio | Importe |
|-------|----|----------------------------|----------|--------|---------|
| 1.2.6 | h. | Oficial de 1º electricista | 0,1      | 20     | 2 €     |
|       | h. | Ayudante electricista      | 0,1      | 16,32  | 1,63 €  |

| Nº    | Ud | Descripción                | Cantidad | Precio | Importe |
|-------|----|----------------------------|----------|--------|---------|
| 1.2.7 | h. | Oficial de 1º electricista | 0,1      | 20     | 2 €     |
|       | h. | Ayudante electricista      | 0,1      | 16,32  | 1,63 €  |

| Nº    | Ud | Descripción                | Cantidad | Precio | Importe |
|-------|----|----------------------------|----------|--------|---------|
| 1.2.8 | h. | Oficial de 1º electricista | 0,1      | 20     | 2 €     |
|       | h. | Ayudante electricista      | 0,1      | 16,32  | 1,63 €  |

| Nº    | Ud | Descripción                | Cantidad | Precio | Importe |
|-------|----|----------------------------|----------|--------|---------|
| 1.2.9 | h. | Oficial de 1º electricista | 0,1      | 20     | 2 €     |
|       | h. | Ayudante electricista      | 0,1      | 16,32  | 1,63 €  |

|                       |                |
|-----------------------|----------------|
| <b>TOTAL CAPITULO</b> | <b>32,67 €</b> |
|-----------------------|----------------|

### 7.2.1.3. Interruptores diferenciales

| Nº    | Ud | Descripción                | Cantidad | Precio | Importe |
|-------|----|----------------------------|----------|--------|---------|
| 1.3.1 | h. | Oficial de 1º electricista | 0,2      | 20     | 4,00 €  |
|       | h. | Ayudante electricista      | 0,2      | 16,32  | 3,26 €  |

| Nº    | Ud | Descripción                | Cantidad | Precio | Importe |
|-------|----|----------------------------|----------|--------|---------|
| 1.3.2 | h. | Oficial de 1º electricista | 0,2      | 20     | 4,00 €  |
|       | h. | Ayudante electricista      | 0,2      | 16,32  | 3,26 €  |

|                       |                |
|-----------------------|----------------|
| <b>TOTAL CAPITULO</b> | <b>14,52 €</b> |
|-----------------------|----------------|

### 7.2.1.4. Interruptores magnetotérmicos

| Nº    | Ud | Descripción                | Cantidad | Precio | Importe |
|-------|----|----------------------------|----------|--------|---------|
| 1.4.1 | h. | Oficial de 1º electricista | 0,2      | 20     | 4,00 €  |
|       | h. | Ayudante electricista      | 0,2      | 16,32  | 3,26 €  |

| Nº    | Ud | Descripción                | Cantidad | Precio | Importe |
|-------|----|----------------------------|----------|--------|---------|
| 1.4.2 | h. | Oficial de 1º electricista | 0,2      | 20     | 4,00 €  |
|       | h. | Ayudante electricista      | 0,2      | 16,32  | 3,26 €  |

| Nº    | Ud | Descripción                | Cantidad | Precio | Importe |
|-------|----|----------------------------|----------|--------|---------|
| 1.4.3 | h. | Oficial de 1º electricista | 0,2      | 20     | 4,00 €  |
|       | h. | Ayudante electricista      | 0,2      | 16,32  | 3,26 €  |

| Nº    | Ud | Descripción                | Cantidad | Precio | Importe |
|-------|----|----------------------------|----------|--------|---------|
| 1.4.4 | h. | Oficial de 1º electricista | 0,2      | 20     | 4,00 €  |
|       | h. | Ayudante electricista      | 0,2      | 16,32  | 3,26 €  |

| Nº    | Ud | Descripción                | Cantidad | Precio | Importe |
|-------|----|----------------------------|----------|--------|---------|
| 1.4.5 | h. | Oficial de 1º electricista | 0,2      | 20     | 4,00 €  |
|       | h. | Ayudante electricista      | 0,2      | 16,32  | 3,26 €  |

| Nº    | Ud | Descripción                | Cantidad | Precio | Importe |
|-------|----|----------------------------|----------|--------|---------|
| 1.4.6 | h. | Oficial de 1º electricista | 0,2      | 20     | 4,00 €  |
|       | h. | Ayudante electricista      | 0,2      | 16,32  | 3,26 €  |

| Nº    | Ud | Descripción                | Cantidad | Precio | Importe |
|-------|----|----------------------------|----------|--------|---------|
| 1.4.7 | h. | Oficial de 1º electricista | 0,2      | 20     | 4,00 €  |
|       | h. | Ayudante electricista      | 0,2      | 16,32  | 3,26 €  |

| Nº    | Ud | Descripción                | Cantidad | Precio | Importe |
|-------|----|----------------------------|----------|--------|---------|
| 1.4.8 | h. | Oficial de 1º electricista | 0,2      | 20     | 4,00 €  |
|       | h. | Ayudante electricista      | 0,2      | 16,32  | 3,26 €  |

|                       |                |
|-----------------------|----------------|
| <b>TOTAL CAPITULO</b> | <b>58,08 €</b> |
|-----------------------|----------------|

### 7.2.1.5. Iluminación

| Nº    | Ud | Descripción                | Cantida<br>d | Precio | Importe |
|-------|----|----------------------------|--------------|--------|---------|
| 1.5.1 | h. | Oficial de 1º electricista | 0,5          | 20     | 10,00 € |
|       | h. | Ayudante electricista      | 0,5          | 16,32  | 8,16 €  |

| Nº    | Ud | Descripción                | Cantida<br>d | Precio | Importe |
|-------|----|----------------------------|--------------|--------|---------|
| 1.5.2 | h. | Oficial de 1º electricista | 0,23         | 20     | 4,60 €  |
|       | h. | Ayudante electricista      | 0,23         | 16,32  | 3,75 €  |

|                       |                |
|-----------------------|----------------|
| <b>TOTAL CAPITULO</b> | <b>26,51 €</b> |
|-----------------------|----------------|

**7.2.1.6. Armarios y cajas de protección**

| Nº    | Ud | Descripción                | Cantidad | Precio | Importe |
|-------|----|----------------------------|----------|--------|---------|
| 1.6.1 | h. | Oficial de 1º electricista | 0,5      | 20     | 10,00 € |
|       | h. | Ayudante electricista      | 0,5      | 16,32  | 8,16 €  |

| Nº    | Ud | Descripción                | Cantidad | Precio | Importe |
|-------|----|----------------------------|----------|--------|---------|
| 1.6.2 | h. | Oficial de 1º electricista | 0,5      | 20     | 10,00 € |
|       | h. | Ayudante electricista      | 0,5      | 16,32  | 8,16 €  |

| Nº    | Ud | Descripción                | Cantidad | Precio | Importe |
|-------|----|----------------------------|----------|--------|---------|
| 1.6.3 | h. | Oficial de 1º electricista | 0,5      | 20     | 10,00 € |
|       | h. | Ayudante electricista      | 0,5      | 16,32  | 8,16 €  |

| Nº    | Ud | Descripción                | Cantidad | Precio | Importe |
|-------|----|----------------------------|----------|--------|---------|
| 1.6.4 | h. | Oficial de 1º electricista | 0,5      | 20     | 10,00 € |
|       | h. | Ayudante electricista      | 0,5      | 16,32  | 8,16 €  |

| Nº    | Ud | Descripción                | Cantidad | Precio | Importe |
|-------|----|----------------------------|----------|--------|---------|
| 1.6.5 | h. | Oficial de 1º electricista | 0,5      | 20     | 10,00 € |
|       | h. | Ayudante electricista      | 0,5      | 16,32  | 8,16 €  |

| Nº    | Ud | Descripción                | Cantidad | Precio | Importe |
|-------|----|----------------------------|----------|--------|---------|
| 1.6.6 | h. | Oficial de 1º electricista | 0,5      | 20     | 10,00 € |
|       | h. | Ayudante electricista      | 0,5      | 16,32  | 8,16 €  |

|                       |                 |
|-----------------------|-----------------|
| <b>TOTAL CAPITULO</b> | <b>108,96 €</b> |
|-----------------------|-----------------|

**7.2.1.7. Contadores**

| Nº    | Ud | Descripción                | Cantidad | Precio | Importe |
|-------|----|----------------------------|----------|--------|---------|
| 1.7.1 | h. | Oficial de 1º electricista | 1        | 20     | 20,00 € |
|       | h. | Ayudante electricista      | 1        | 16,32  | 16,32 € |

| Nº    | Ud | Descripción                | Cantidad | Precio  | Importe |
|-------|----|----------------------------|----------|---------|---------|
| 1.7.2 | h. | Oficial de 1º electricista | 0,5      | 20 €    | 10,00 € |
|       | h. | Ayudante electricista      | 0,5      | 16,32 € | 8,16 €  |

|                       |                |
|-----------------------|----------------|
| <b>TOTAL CAPITULO</b> | <b>54,48 €</b> |
|-----------------------|----------------|

|                                   |                 |
|-----------------------------------|-----------------|
| <b>TOTAL MANO OBRA MATERIALES</b> | <b>324,26 €</b> |
|-----------------------------------|-----------------|

## 7.2.2. Mano Obra Instalaciones interiores

### 7.2.2.1. Viviendas

| Ud                                       | Descripción                | Cantidad | Precio  | Importe    |
|--|----------------------------|----------|---------|------------|
| h.                                       | Oficial de 1º electricista | 8        | 20 €    | 160€       |
| h.                                       | Ayudante electricista      | 8        | 16,32 € | 130,56 €   |
| Total mano de obra por vivienda          |                            |          |         | 290,56 €   |
| Total mano de Obra para las 16 viviendas |                            |          |         | 4.648,96 € |

### 7.2.2.2. Servicios Generales

| Ud                                     | Descripción                | Cantidad | Precio  | Importe  |
|--|----------------------------|----------|---------|----------|
| h.                                     | Oficial de 1º electricista | 9        | 20 €    | 180 €    |
| h.                                     | Ayudante electricista      | 9        | 16,32 € | 146,88 € |
| Total mano de obra Servicios Generales |                            |          |         | 326,88 € |

### 7.2.2.3. Garaje

| Ud                                     | Descripción                | Cantidad | Precio  | Importe |
|--|----------------------------|----------|---------|---------|
| h.                                     | Oficial de 1º electricista | 15       | 20 €    | 300 €   |
| h.                                     | Ayudante electricista      | 15       | 16,32 € | 244,8 € |
| Total mano de obra Servicios Generales |                            |          |         | 544,8 € |

|  |                   |
|--|-------------------|
| <b>TOTAL MANO DE OBRA INSTALACIONES INTERIORES</b> | <b>5.520,64 €</b> |
|--|-------------------|

### 7.3. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

|                               |                   |
|-------------------------------|-------------------|
| Interruptores diferenciales   | <b>954,6 €</b>    |
| Interruptores magnetotérmicos | <b>3.748,86 €</b> |
| Fusibles                      | <b>398,33 €</b>   |
| Conductores                   | <b>10.198 €</b>   |
| Iluminación                   | <b>3.059,1 €</b>  |
| Cajas de protección           | <b>3.238,92 €</b> |
| Contadores                    | <b>2.560 €</b>    |
| Mano Obra Total               | <b>5.844,9 €</b>  |

|  |                    |
|--|--------------------|
| <b>TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b> | <b>30.002,71 €</b> |
|--|--------------------|

### 7.4. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA

|  |                    |
|--|--------------------|
| TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL            | <b>30.002,71 €</b> |
| GASTOS GENERALES 30 %                              | <b>9.008,81 €</b>  |
| BENEFICIO INDUSTRIAL 15 %                          | <b>4.500,40 €</b>  |
| TOTAL PARCIAL                                      | <b>43.511,92 €</b> |
| IVA 21 %   | <b>9.137,5 €</b>   |
| <b>TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA</b> | <b>52.649,42 €</b> |

El presupuesto total del proyecto asciende a **52.649,42 €**.

## 8. BIBLIOGRAFÍA.

### Libros

- Cabello, Manuel. Instalaciones en Edificio de Viviendas.
- Cabello, Manuel. Instalaciones eléctricas en Viviendas.
- Cabello, Manuel. Protecciones eléctricas.
- González Lezcano, Roberto. Diseño y Cálculo de Instalaciones Eléctricas en Baja Tensión.
- Lagunas Marqués, Ángel. Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión en Edificios de Viviendas.
- Rodríguez Pozueta, Miguel Ángel. Instalaciones Eléctricas en Edificios.

### Normas y reglamentos

- RBT-2002: Reglamento electrotécnico de baja tensión e Instrucciones técnicas complementarias.
- Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace para el Suministro de Baja Tensión. En NÚMERO: NT-IEBT.01. Viesgo (2016).
- Normas UNE de referencia u otras para los materiales que puedan ser objeto de ellas.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo de fecha 9 de marzo de 1971.
- Norma Tecnológica de la Edificación NTE, del Ministerio de la Vivienda, con relación a Instalaciones de Electricidad, Protección y Telefonía.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- Ordenanzas Municipales particulares dictadas por el Excmo. Ayuntamiento.
- Normas dictadas por la Comunidad Autónoma correspondiente.

- Ley de Prevención de Riesgos Laborales. Ley 31/1995 de 8 de noviembre de 1995.
- Norma Básica de la Edificación NBE-CPI/96 Condiciones de protección contra incendios en los edificios (REAL DECRETO 2177/1996, de 4 de octubre, por el que se aprueba la Norma).

### **Sitios web**

- <https://es.rs-online.com/>
- <https://www.ilumitec.es/>
- <https://www.cablesrct.com/>
- <https://www.lighting.philips.es/>
- <https://www.efectoled.com/>
- <https://www.hager.es/>
- <https://www.safybox.com/es/>
- <https://www.topcable.com/es/>
- <https://www.groupe-cahors.com/>

### **Catálogos**

- Catálogo de fusibles df electric

### **Soporte Informático**

- AutoCad 2018.
- Microsoft Word 2010.
- Microsoft PowerPoint 2010.
- Microsoft Excel 2010.