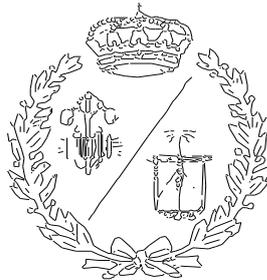


**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN**

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Trabajo Fin de Grado

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN EDIFICIO
DESTINADO A VIVIENDAS**
(Electrical installation of a residential building)

Para acceder al Título de

**GRADUADO EN INGENIERÍA EN
TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES**

Autor: Jaime Sánchez Reventún

OCTUBRE - 2019

INDICE

1. MEMORIA.....	
1.1. OBJETIVO DEL PROYECTO.....	
1.2. TECNICO.....	
1.3. UBICACIÓN.....	
1.4. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS.....	
1.5. DISPOSICIONES Y NORMATIVA.....	
1.6. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO.....	
1.6.1. Descripción General.....	
1.6.2. Planta de los Garajes.....	
1.6.3. Planta Baja.....	
1.6.4. Viviendas.....	
1.6.5. Agaterado.....	
1.7. EMPRESA SUMINISTRADORA.....	
1.8. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	
1.8.1. Datos Generales.....	
1.8.1.1. Servicios Generales.	
1.8.1.2. Viviendas.	
1.8.1.3. Locales Comerciales.	
1.8.1.4. Garajes.	
1.8.2. Suministros.....	
1.8.3. Instalaciones de Enlace.....	
1.8.3.1. Caja General de Protección	
1.8.3.2. Línea General de Alimentación	
1.8.3.3. Centralización de Contadores	
1.8.3.4. Derivaciones Individuales	
1.8.3.5. Dispositivos generales e individuales de mando y protección.	
Interruptor de control de potencia	
1.8.4. Circuitos Interiores de las viviendas.....	
1.8.5. Servicios Generales.....	

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

- 1.8.5.1. Circuito de alumbrado de portal, de escalera, de los rellanos de cada planta y de los cuartos comunitarios.
- 1.8.5.2. Circuito de las tomas de corriente.
- 1.8.5.3. Circuito del portero automático.
- 1.8.5.4. Características de los circuitos de los Servicios Generales.
- 1.8.6. Instalación Eléctrica del Garaje.....
- 1.8.7. Protección contra sobretensiones.....
 - 1.8.7.1. Protecciones de la Caja General de Protección.
 - 1.8.7.2. Protecciones de la centralización de Contadores.
 - 1.8.7.3. Protecciones de los cuadros de las viviendas.
 - 1.8.7.4. Protecciones de los servicios generales.
 - 1.8.7.5. Protecciones del garaje.
- 1.8.8. Corrientes de Cortocircuito.....
- 1.9. INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.....
- 1.10. ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....
 - 1.10.1. Alumbrado de Seguridad.
 - 1.10.1.1. Alumbrado de Evacuación.
 - 1.10.1.2. Alumbrado Ambiente ó Antipánico.
 - 1.10.1.3. Alumbrado de zonas de alto riesgo.
 - 1.10.2. Alumbrado de reemplazamiento.
 - 1.10.2.1. Apartados autónomos para alumbrado de emergencia.
 - 1.10.3. Lugares donde debería instalarse alumbrados de emergencia.
 - 1.10.4. Aparatos autónomos para el alumbrado de emergencia.

2. CALCULOS.....	
2.1. PREVISIÓN DE LAS CARGAS.....	
2.1.1. En las Viviendas.	
2.1.2. En los Servicios Generales.	
2.1.2.1. Alumbrado del Portal.	
2.1.2.2. Alumbrado de la Escalera.	
2.1.2.3. Ascensor.	
2.1.2.4. Tabla resumen Previsión de carga.	
2.1.3. En el Garaje.	
2.1.3.1. Extracción.	
2.1.3.2. Iluminación.	
2.1.3.3. Motor para la Puerta del Garaje.	
2.1.3.4. Tabla resumen Previsión de Cargas en Garaje.	
2.1.4. Previsión de Cargas de los locales comerciales.	
2.1.5. Previsión de Cargas total.	
2.2. LINEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN.....	
2.3. DERIVACIONES INDIVIDUALES.....	
2.4. INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS.....	
2.4.1. Circuitos de las viviendas.	
2.4.2. Circuitos de los Servicios Generales.	
2.4.3. Circuitos de los Garajes.	
2.5. CALCULOS Y SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES.....	
2.5.1. Protecciones de la caja general de Protección.	
2.5.2. Protecciones de la centralización de contadores.	
2.5.3. Protecciones de los cuadros de las viviendas.	
2.5.4. Protecciones de los Servicios Generales.	
2.5.5. Protecciones de los Garajes.	
2.6. CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.....	
2.7. CALCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUERTA A TIERRA.....	

3. ANEXOS.....

3.1. ANEXO 1 - INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED.....

- 3.1.1. Objetivo de la Instalación fotovoltaica.
- 3.1.2. Clasificación de la Instalación.
- 3.1.3. Características de la Instalación.
 - 3.1.3.1. Características Generales.
 - 3.1.3.2. Emplazamiento de los Módulos Fotovoltaicos.
 - 3.1.3.3. Nuevas acciones añadidas a la estructura de la cubierta.
 - 3.1.3.4. Módulos Fotovoltaicos.
 - 3.1.3.5. Estructura de Aluminio.
 - 3.1.3.6. Sistema para la Fijación de los paneles.
 - 3.1.3.7. Inversor Trifásico de conexión a red.
 - 3.1.3.8. Cuadro de Protección.
 - 3.1.3.9. Puesta a tierra de la Instalación Fotovoltaica.
 - 3.1.3.10. Canalizaciones y Cableado de la Instalación Fotovoltaica.
- 3.1.4. CUMPLIMIENTO DEL PGOU DE SANTANDER – Plan General de O. Urbana.
- 3.1.5. LEGISLACIÓN APLICABLE.
- 3.1.6. ESQUEMA SIMPLE DE INSTALACIÓN.

3.2. ANEXO 2 - APROVECHAMIENTO GEOTÉRMICO PARA CALEFACCIÓN Y ACS EN NUESTRO EDIFICIO.....

- 3.2.1. Objetivo de la Instalación Geotérmica.
- 3.2.2. Introducción.
- 3.2.3. Clasificación.
- 3.2.4. Proceso de instalación en mi edificio.
 - 3.2.4.1. Captación Geotérmica.
 - 3.2.4.2. Bomba de Calor Geotérmica.
 - 3.2.4.3. Depósitos de ACS y acumuladores de inercia.

3.3. COMPARATIVA ENTRE INSTALAR ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA Y ENERGÍA GEOTÉRMICA.....

3.4. ANEXO 3: TIPOS DE CABLES UTILIZADOS.....

3.5. ANEXO 4: SELECTIVIDAD DE LOS INTERRUPTORES.....

4. PLANOS.....

- 4.1. PLANO 1
- 4.2. PLANO 2
- 4.3. PLANO 3
- 4.4. PLANO 4
- 4.5. PLANO 5
- 4.6. PLANO 6
- 4.7. PLANO 7
- 4.8. PLANO 8
- 4.9. PLANO 9
- 4.10. PLANO 10
- 4.11. PLANO 11
- 4.12. PLANO 12
- 4.13. PLANO 13
- 4.14. PLANO 14
- 4.15. PLANO 15
- 4.16. PLANO 16
- 4.17. PLANO 17
- 4.18. PLANO 18
- 4.19. PLANO 19
- 4.20. PLANO 20

5. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES.....

5.1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES.....

- 5.1.1. Ámbito de aplicación.
- 5.1.2. Disposiciones Generales.
- 5.1.3. Condiciones Facultativas legales.
- 5.1.4. Seguridad en el Trabajo.
- 5.1.5. Seguridad Pública.
- 5.1.6. Organización del Trabajo.
 - 5.1.6.1. Datos de la obra.
 - 5.1.6.2. Replanteo de la Obra.
 - 5.1.6.3. Condiciones Generales.
- 5.1.7. Planificación y coordinación.
- 5.1.8. Acopio de materiales.
- 5.1.9. Inspección y medidas previas al montaje.
- 5.1.10. Planos, Catálogos y muestras.
- 5.1.11. Variaciones de Proyecto y cambio de materiales.
- 5.1.12. Cooperación con otros instaladores.
- 5.1.13. Protección.
- 5.1.14. Limpieza de la Obra.
- 5.1.15. Andamios y Aparejos.
- 5.1.16. Obras de Albañilería.
- 5.1.17. Energía eléctrica y agua.
- 5.1.18. Ruidos y vibraciones.
- 5.1.19. Accesibilidad.
- 5.1.20. Canalizaciones.
- 5.1.21. Manguitos pasamuros.
- 5.1.22. Protección de las partes en movimiento.
- 5.1.23. Protección de los elementos a temperatura elevada.
- 5.1.24. Cuadros y energías eléctricas.
- 5.1.25. Pinturas y colores.
- 5.1.26. Identificación.

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

- 5.1.27. Pruebas
- 5.1.28. Pruebas Finales.
- 5.1.29. Recepción provisional.
- 5.1.30. Periodos de garantía.
- 5.1.31. Recepción definitiva.
- 5.1.32. Permisos
- 5.1.33. Entrenamiento.
- 5.1.34. Repuestos, herramientas y útiles específicos.
- 5.1.35. Subcontratación de las obras.
- 5.1.36. Riesgos.
- 5.1.37. Rescisión del contrato.
- 5.1.38. Pago de la obra.
- 5.1.39. Abono de materiales acopiados.
- 5.2. PLIEGO DE CONDICIONES TECNICAS.....
- 5.2.1. Generalidades.
- 5.2.2. Instalaciones Eléctricas.
 - 5.2.2.1. Dispositivos Generales Individuales.
 - 5.2.2.2. Instalación Interior.
 - 5.2.2.3. Aparatos de Protección.
 - 5.2.2.4. Identificación de los conductores.
 - 5.2.2.5. Subdivisiones de las instalaciones.
 - 5.2.2.6. Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica.
 - 5.2.2.7. Conexiones Eléctricas.
- 5.2.3. Sistemas de instalación.
 - 5.2.3.1. Conductores aislados bajo tubos protectores.
 - 5.2.3.2. Conductores aislados bajo canales protectores.
- 5.2.4. Red de Tierra.
 - 5.2.4.1. Conductores de equipotencialidad.
 - 5.2.4.2. Resistencia de las tomas a tierra.
 - 5.2.4.3. Cuadro de distribución de baja tensión.
 - 5.2.4.4. Alumbrado de emergencia.

6. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	
6.1. INTRODUCCIÓN.....	
6.2. FASES DE LA OBRA CON IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS.....	
6.2.1. Instalaciones Eléctricas.	
6.3. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LOS LUGARES DE TRABAJO.	
6.3.1. Introducción	
6.3.2. Obligaciones del empresario.	
6.3.2.1. Condiciones constructivas.	
6.3.2.2. Orden, Limpieza y Mantenimiento.	
6.3.2.3. Condiciones ambientales.	
6.3.2.4. Condiciones de Iluminación mínima.	
6.3.2.5. Servicios higiénicos y lugares de descanso.	
6.3.2.6. Materiales y locales de primeros auxilios.	
6.4. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEÑALIZACIÓN EN LOS LUGARES DE TRABAJO.	
6.4.1. Introducción.	
6.4.2. Obligaciones del empresario.	
6.4.3. Condiciones de señalización.	
6.5. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEÑALIZACIÓN EN LOS LUGARES DE TRABAJO.	
6.5.1. Introducción.	
6.5.2. Disposiciones mínimas aplicables a los equipos de trabajo.	
6.5.3. Disposiciones mínimas aplicables a los equipos para la elevación de carga.	
6.5.4. Disposiciones mínimas aplicables a los equipos para los equipos de movimiento de tierras y maquinaria pesada.	
6.5.5. Disposiciones mínimas aplicables en medios auxiliares.	
6.6. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES FRENTE AL RIESGO ELÉCTRICO.....	
6.6.1. Introducción.	
6.6.2. Obligaciones del empresario.	
6.6.3. Instalaciones Eléctricas.	
6.6.4. Técnicas y Procedimientos de Trabajo.	
6.7. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL – EPIS.....	

- 6.7.1. Afecciones en la piel por dermatitis de contacto.
 - 6.7.2. Quemaduras físicas y químicas.
 - 6.7.3. Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
 - 6.7.4. Ambiente Pulvígeno.
 - 6.7.5. Aplastamientos.
 - 6.7.6. Atrapamientos.
 - 6.7.7. Caída de objetos y máquinas.
 - 6.7.8. Caída de personas a distinto nivel.
 - 6.7.9. Contactos eléctricos directos.
 - 6.7.10. Inserción de cuerpos extraños en los ojos.
 - 6.7.11. Exposición a fuentes luminosas peligrosas.
 - 6.7.12. Golpe por rotura de cable.
 - 6.7.13. Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
 - 6.7.14. Pisada de objetos punzantes.
 - 6.7.15. Sobresfuerzos.
 - 6.7.16. Ruido.
 - 6.7.17. Condiciones de señalización.
- 6.8. LEGISLACIÓN, NORMATIVAS Y CONVENIOS DE APLICACIÓN AL PRESENTE ESTUDIO.
- 6.8.1. Legislación.
 - 6.8.2. Normativas.
 - 6.8.3. Convenios.

7. PRESUPUESTO.....

7.1. PRESUPUESTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....

7.2. PRESUPUESTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....

7.3. PRESUPUESTO DE INSTALACIÓN GEOTÉRMICA.....

8. BIBLIOGRAFÍA.....

1. MEMORIA

1.1. OBJETIVO DEL PROYECTO:

El objetivo del presente proyecto es definir técnica y dimensionalmente, de acuerdo con las prescripciones técnicas reglamentarias, la instalación eléctrica de un edificio, el cual estará destinado al uso de viviendas y garajes. Además, tendrá locales comerciales en la planta baja.

El proyecto, por tanto, comprenderá el estudio desde la caja general de protección hasta los circuitos interiores.

El edificio cuenta con seis plantas: una planta subterránea donde estará el garaje, la planta 0 donde estarán el portal y los locales comerciales, y las otras cuatro donde estarán las viviendas. El aligerado será aprovechado para trasteros, habiendo un trastero para cada vivienda y uno comunitario. Habrá cuatro viviendas por planta, haciendo un total de 16 viviendas.

Por último, se realizará un estudio para dotar al edificio de un sistema de energía renovable. Primero en el caso de instalar energía solar fotovoltaica y posteriormente en el caso de instalar energía geotérmica. Una vez finalizado el citado estudio se compararán ambas opciones, en función de la inversión y de los pros y contras de cada sistema de energía.

El edificio estará ubicado en la zona de Valdenoja, Santander.

1.2. TÉCNICO:

El presente proyecto ha sido realizado por **Jaime Sánchez Reventún**, alumno del Grado de Ingeniería en Tecnologías Industriales de la Universidad de Cantabria.

1.3. UBICACIÓN:

El edificio estará ubicado en la calle La Pereda, frente al CEIP Cabo Mayor, Valdenoja, Santander, Cantabria. CP: 39012.

En esta primera imagen podemos ver en un rectángulo rojo el terreno donde se construirá el edificio:



Imagen 1: Ubicación del edificio

Ampliando la imagen:

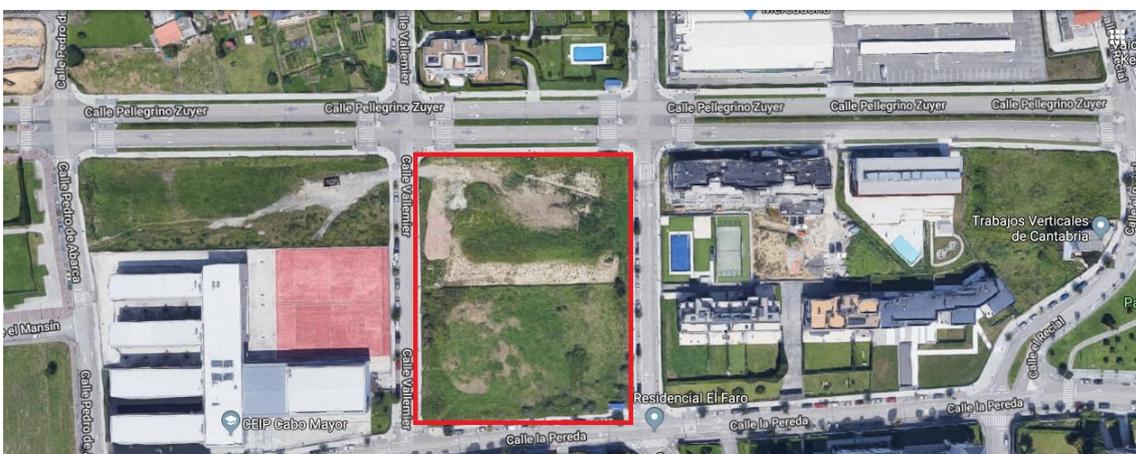


Imagen 2: Ubicación del edificio ampliada 1

Ampliando aún más:



Imagen 3: Ubicación del edificio ampliada 2

Según el plan general de ordenación urbana de Santander (PGOU), (*actualmente el que está en vigor fue aprobado el 17 de abril de 1997*), el suelo está calificado como **urbanizable**.



Imagen 4: Situación del terreno en el plan general de ordenación urbana

Ampliando la imagen:



Imagen 5: Situación del terreno ampliada 1 en el plan general de ordenación urbana

Ampliando aún más:



Imagen 6: Situación del terreno ampliada 2 en el plan general de ordenación urbana

1.4. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS:

Debido a que en numerosas ocasiones vamos a repetir una serie de palabras clave, se van a emplear las abreviaturas que a continuación se explican:

ITC: Instrucción técnica complementaria

REBT: Reglamento electrotécnico de baja tensión

BT: Baja tensión

LGA: Línea general de alimentación

DI: Derivación individual

CGP: Caja general de protección

DGMP: Dispositivo general de mando y protección

IG: Interruptor general

ICP: Interruptor de control de potencia

ID: Interruptor diferencial

PIA: Pequeño interruptor automático

Fu: Factor de utilización

CS: Coeficiente de simultaneidad

1.5. DISPOSICIONES Y NORMATIVA:

En la realización del presente proyecto, se ha tenido en cuenta lo establecido en la siguiente reglamentación:

- **Normas UNE.**
- **Código técnico de la edificación.**
- **Normas tecnológicas de la edificación.**
- **Reglamento electrotécnico para baja tensión (560/2010) y sus instrucciones técnicas complementarias.**

Respecto a las **instrucciones técnicas complementarias** hemos tenido en cuenta para la realización del proyecto las que a continuación se indican:

- ✚ **ITC-BT-10:** Previsión de cargas para suministros en baja tensión.
- ✚ **ITC-BT-12:** Instalaciones de enlace. Esquemas.
- ✚ **ITC-BT-13:** Instalaciones de enlace. Cajas generales 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: Ubicación y sistemas de instalación.
- ✚ **ITC-BT-17:** Instalaciones de enlace. Dispositivos generales e individuales de mando y protección. Interruptor de control de potencia.
- ✚ **ITC-BT-18:** Instalaciones de puesta a tierra.
- ✚ **ITC-BT-19:** Instalaciones interiores. Prescripciones generales.
- ✚ **ITC-BT-20:** Instalaciones interiores. Sistemas de instalación.

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

- ✚ **ITC-BT-21:** Instalaciones interiores. Tubos y canales protectoras.
- ✚ **ITC-BT-22:** Instalaciones interiores. Protección contra sobrecorrientes.
- ✚ **ITC-BT-23:** Instalaciones interiores. Protección contra sobretensiones.
- ✚ **ITC-BT-24:** Instalaciones interiores. Protección contra los contactos directos e indirectos.
- ✚ **ITC-BT-25:** Instalaciones interiores en viviendas. Número de circuitos y características.
- ✚ **ITC-BT-26:** Instalaciones interiores en viviendas. Prescripciones generales de instalación.
- ✚ **ITC-BT-27:** Instalaciones interiores en viviendas. Locales que contienen una bañera o ducha.
- ✚ **ITC-BT-28:** Instalaciones en locales de pública concurrencia.
- ✚ **ITC-BT-29:** Prescripciones particulares para las instalaciones eléctricas de los locales con riesgo de incendio o explosión.
- ✚ **ITC-BT-31:** Instalaciones con fines especiales. Piscinas y fuentes.

1.6. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

1.6.1. Descripción general

El edificio estará destinado al uso de viviendas y garajes. Además, tendrá locales comerciales en la planta baja.

Cuenta con seis plantas: una planta subterránea donde estará el garaje, la planta 0 donde estarán el portal y los locales comerciales, y las otras cuatro donde estarán las viviendas. El agaterado será aprovechado para trasteros, habiendo un trastero para cada vivienda y uno comunitario. Habrá cuatro viviendas por planta, haciendo un total de 16 viviendas.

1.6.2. Planta de los garajes

Cuenta con 16 plazas de aparcamiento de 13 m² (2,60x5m). Cada una está vinculada a una vivienda. Son de gran tamaño, entra un coche y si este no es demasiado grande, queda suficiente espacio para guardar bicis o una moto. Para las viviendas que tengan más de un coche y para los locales comerciales habrá plazas de aparcamiento en el exterior.

Esta planta también cuenta con el cuarto de calderas, cuya superficie es de 25 m² (5x5m) en la esquina noroeste de la planta. Por otro lado, en esta planta también se localiza el cuarto de geotermia, que más adelante se explicará en detalle de qué se compone, con unas dimensiones de 25m² (5x5m) en la esquina nordeste.

A esta planta se accederá, de manera única, por medio de los dos ascensores. La puerta de entrada y salida de vehículos tendrá una anchura de 3,70m y estará ubicada en la fachada norte de la planta.

1.6.3. Planta baja

En primer lugar, tenemos el portal, que cuenta con una superficie de 143 metros cuadrados y está compuesto por cuatro cuartos, dos ascensores y la escalera de acceso a todas las plantas, salvo el sótano, que como ya se explicó previamente, solo se accederá mediante los ascensores.

La utilidad de los cuartos y la superficie de estos será la siguiente:

- ✚ **El primero** de ellos está destinado a la centralización de contadores (como se explicará más adelante, debido a que el número de contadores centralizados es superior a 16, es obligatorio concentrar los contadores en un local), la superficie de este cuarto es de 6 metros cuadrados.
- ✚ **El segundo** de estos cuartos irá destinado al almacenaje de distintas herramientas y utensilios del conserje. Tendrá una superficie de 4 metros cuadrados.
- ✚ **El tercer** cuarto estará destinado al almacenaje de la basura (cuarto de basuras). Este tendrá una superficie de 2 metros cuadrados.
- ✚ **El último** será el cuarto del conserje. Tendrá una superficie de 6 metros cuadrados y será donde se encuentre para controlar las entradas, atender desperfectos.

A parte del portal, en la planta baja tenemos los tres locales comerciales a los que se entra por la parte exterior del edificio. Las dimensiones de estos locales serán las siguientes:

- **Local 1:** Posee una superficie de 60 metros cuadrados.
- **Local 2:** Posee una superficie de 70 metros cuadrados.
- **Local 3:** Posee una superficie de 127 metros cuadrados.

1.6.4. Viviendas

De la primera a la cuarta planta habrá únicamente viviendas. Hay cuatro viviendas por planta, haciendo un total de 16 viviendas. En cada planta hay dos viviendas de dos dormitorios de 70 m² y otras dos viviendas de tres dormitorios de 98,5 m².

El espacio interior de las viviendas está repartido de la siguiente manera:

✓ **Viviendas de dos habitaciones:**

Entrada-recibidor: 4 m²

Pasillo: 5 m²

Cocina: 9 m²

Baño 1 (principal): 6 m²

Baño 2 (habitación principal): 4 m²

Salón: 16 m²

Dormitorio principal: 18 m²

Segundo dormitorio: 12 m²

TOTAL: 70 m²

✓ **Viviendas de tres habitaciones:**

Entrada-recibidor: 6,9 m²

Pasillo: 7,2 m²

Baño 1 (principal): 6 m²

Baño 2 (habitación principal): 4 m²

Salón-cocina: 18 m²

Dormitorio principal: 25,6 m²

Segundo dormitorio: 17,4 m²

Tercer dormitorio: 17,4 m²

TOTAL: 98,5 m²

En ambos casos (viviendas de dos y tres habitaciones), en la superficie de la habitación principal viene incluida la superficie del aseo que está en el interior de esa habitación.

1.6.5. Agaterado

Hay una planta extra, la que sería la quinta planta, a la que solo se puede acceder por las escaleras, cuya peculiaridad es que el techo es agaterado. Esto es porque el tejado tiene una cierta inclinación. Es decir, esta “quinta planta” es el hueco del tejado, que en este caso lo aprovecharemos para tener 16 trasteros privados de 8 metros cuadrados cada uno (uno por vivienda); un trastero comunitario de 18 metros cuadrados; un cuarto de maquinaria del ascensor, de 18 metros cuadrados, en el que solo podrá entrar el conserje y la empresa encargada del mantenimiento de los ascensores y por último, un cuarto, de 36 metros cuadrados, destinado a centralizar la aparamenta de los paneles solares que se colocarán en el tejado, tal y como se explicará posteriormente. Como en el caso anterior, a este cuarto únicamente podrán entrar el conserje y la empresa encargada del mantenimiento de la instalación de los paneles solares.

En esta planta, como se podrá comprobar posteriormente en los planos, hay un espacio no aprovechable de 1,5 metros a lo largo de todo el perímetro de la planta. Esto es debido al agaterado, ya que en ese espacio no hay altura suficiente.

1.7. EMPRESA SUMINISTRADORA

La empresa suministradora será Viesgo. Es la distribuidora de la zona de Santander. La tensión de alimentación será de 12/20 kV con una frecuencia de 50 Hz.

1.8. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

1.8.1. Datos generales

La carga total de un edificio destinado a viviendas resulta de la suma de la carga correspondiente a los servicios generales, la correspondiente al conjunto de viviendas, la correspondiente a los locales comerciales y por último la de los garajes.

1.8.1.1. Servicios generales

Según el reglamento electrotécnico para baja tensión (de aquí en adelante REBT), en la instrucción técnica complementaria para baja tensión (de aquí en adelante ITC-BT) 10, apartado 3.2, la carga correspondiente a los servicios generales será la suma de la potencia prevista en los siguientes circuitos (sin aplicar ningún factor de reducción por simultaneidad, es decir, factor de simultaneidad=1):

- Ascensores.
- Alumbrado de portal.
- Caja de escalera.
- Alumbrado de los rellanos de cada una de las plantas.
- Alumbrado de los cuartos de contadores y caldera.
- Alumbrado de los cuartos de geotermia, paneles solares, y en definitiva, todos los cuartos de propiedad común.
- Tomas de corriente del portal y zonas comunes.
- Portero automático.

1.8.1.2. Viviendas

Según el REBT en la ITC-BT-10, en el apartado del grado de electrificación y teniendo en cuenta que ninguna de las viviendas va a estar provista de calefacción eléctrica, de acondicionamiento de aire ni va a contar con una superficie superior a 160 m², se dotará a dichas viviendas de un grado de electrificación básico. El grado de electrificación básico es el correspondiente a la utilización de los aparatos eléctricos de uso normal en una vivienda. Este tipo de electrificación debe cubrir las necesidades de utilización primarias sin obras posteriores de adecuación.

Basándonos en la ITC-BT-10, apartado de la previsión de la potencia, y teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, asignaremos una potencia a prever a cada vivienda de 5.750 W a 230 V como mínimo, independientemente de la potencia a contratar por cada usuario.

Esta potencia a prever se corresponde con la capacidad máxima de la instalación. Es decir, la intensidad asignada en el interruptor general automático (IGA).

1.8.1.3. Locales comerciales

Basándonos en la misma ITC (ITC-BT-10), en este caso en el apartado de carga correspondiente a los locales comerciales y oficinas, vemos que se obtiene considerando un mínimo de 100W por metro cuadrado y planta, con un mínimo por local de 3450W a 230V y coeficiente de simultaneidad=1.

Como ya se dijo anteriormente, en nuestro edificio tendremos tres locales comerciales, cuyas superficies son, respectivamente, 60,70 y 127 m².

1.8.1.4. Garajes

Continuando sobre la misma ITC, en este caso en el apartado de carga correspondiente a los garajes, vemos que se obtiene considerando un mínimo de 10W por metro cuadrado y planta, para garajes de ventilación natural y de 20W para los de ventilación forzada, con un mínimo de 3450W a 230 V y CS=1 (coeficiente de simultaneidad).

En nuestro edificio dispondremos de ventilación forzada. Por normativa (código técnico de la edificación sección HS3), debe de haber un caudal de ventilación mínimo de 120 l/s por plaza de garaje, para garantizar la calidad del aire.

En nuestro caso, al tener una superficie de garaje de 347 m², vamos a instalar una central de detección de incendios, ya que por norma es obligatorio de instalarlo a partir de 100 m². Asimismo, instalaremos un sistema de detección de CO y de alumbrado de emergencia, ya que disponemos de 16 plazas de aparcamiento y por norma es obligatorio de implementarlo cuando se dispone de más de cinco plazas de aparcamiento.

Por tanto, la carga correspondiente a la instalación eléctrica de los garajes, corresponderá a la suma de las potencias previstas en:

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

1.8.2. Suministro

La Red General de Distribución es propiedad de la compañía suministradora. La derivación que hay en esta red que llega hasta nuestra vivienda es la acometida.

La acometida es la parte de la instalación de la red de distribución que alimenta la caja o cajas generales de protección o unidad funcional equivalente (es decir, CGP). Es decir, la CGP actúa de frontera entre lo que es propiedad de la empresa suministradora y propiedad del usuario. En resumen, hasta la CGP es propiedad de la empresa suministradora y a partir de la CGP es propiedad del usuario.

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

1.8.3. Instalaciones de enlace

Según la ITC-BT-12, se denominan instalaciones de enlace, a aquellas que unen la caja general de protección o cajas generales de protección, incluidas éstas, con las instalaciones interiores o receptoras del usuario.

Comenzarán, por tanto, en el final de la acometida y terminarán en los dispositivos generales de mando y protección.

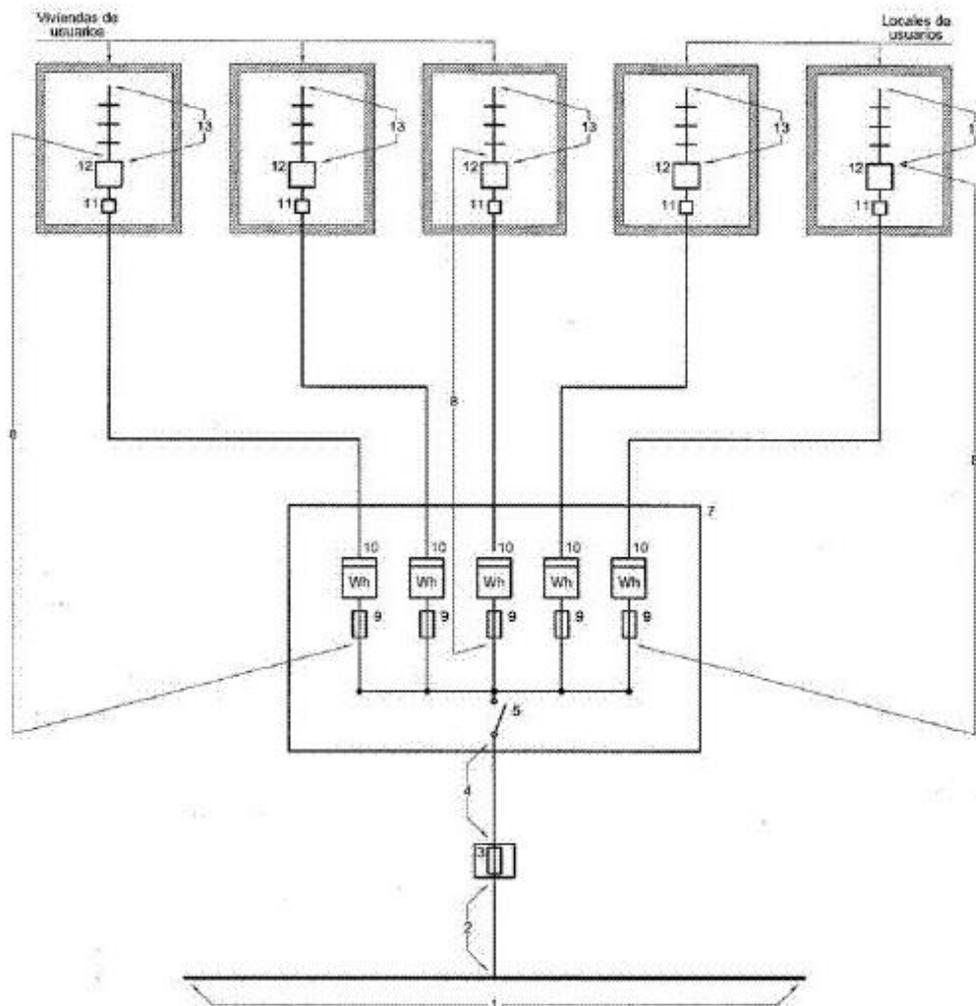
Estas instalaciones se situarán y discurrirán siempre por lugares de uso común y quedarán de propiedad del usuario, que se responsabilizará de su conservación y mantenimiento.

Partes de las instalaciones de enlace:

1. Caja general de protección (CGP)
2. Línea general de alimentación (LGA)
3. Elementos para la ubicación de contadores (CC)
4. Derivación individual (DI)
5. Caja para interruptor de control y medida (ICP)
6. Dispositivos generales de mando y protección (DGMP)

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

A continuación, se muestra un *esquema de la instalación de enlace*. Para nuestro proyecto, hemos elegido la colocación de contadores en forma centralizada en un lugar, que es el que se escoge para conjuntos de edificación vertical.



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 interruptor de control de potencia. |
| 5 | Interruptor general de maniobra. | 12 | Dispositivos generales de mando y protección. |
| 6 | Caja de derivación. | 13 | Instalación interior. |
| 7 | Emplazamiento de contadores. | | |

Imagen 7: Esquema de la instalación de enlace con contadores de manera centralizada en un lugar. (ITC-BT-12)

1.8.3.1. Caja general de protección

Son las cajas que alojan los elementos de protección de las líneas generales de alimentación.

Además, actúa de frontera entre ambas propiedades, es decir, separa la instalación correspondiente a la empresa suministradora de la instalación correspondiente al usuario.

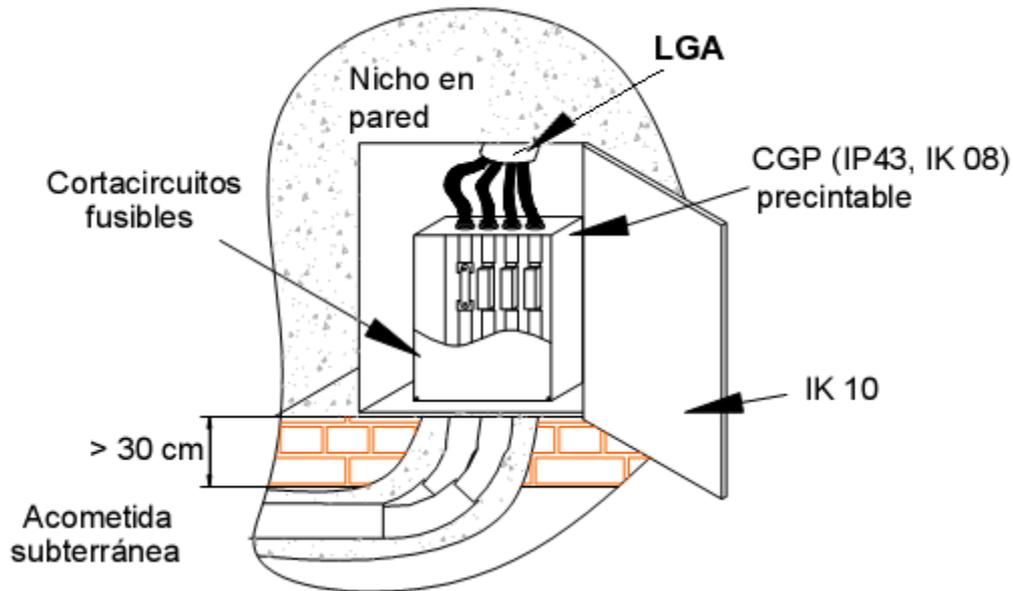


Imagen 8: Esquema caja general de protección con acometida subterránea (ITC-BT-13)

En cuanto al emplazamiento e instalación de la CGP, el REBT especifica lo siguiente en su ITC-BT 13:

- Se instalarán preferentemente sobre las fachadas exteriores de los edificios, en lugares de libre y permanente acceso. Su situación se fijará de común acuerdo entre la propiedad y la empresa suministradora.
- Cuando la acometida sea subterránea (nuestro caso) 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.

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

- 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.
- Se procura que la CGP 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.
- Cuando la fachada no linde con la vía pública, la caja general de protección se situará en el límite entre las propiedades públicas y privadas.
- 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.
- Habrá una CGP por cada LGA.

Para nuestro edificio destinado a viviendas, la CGP a instalar será de uno de los tipos existentes en las especificaciones técnicas de la empresa suministradora (Viesgo), las cuales tienen que haber sido aprobadas por la administración pública. Por lo que, siguiendo las especificaciones técnicas de Viesgo (NT-IEBT.01), tenemos:

- ❖ El neutro tendrá una conexión amovible situada a la izquierda de las fases, y dispondrá de borne de conexión a tierra.
- ❖ 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 tamaño y calibre deberá de estar de acuerdo con la siguiente tabla:

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

Tabla 1: Tamaño y calibre para los portafusibles

El calibre de mis fusibles tiene que ser de 250 A, debido a los cálculos realizados en el apartado correspondiente, y es por ello que se elegirá el BUC-1.

Con todas las particularidades anteriores, la CGP escogida será la GLV-250A-8-BUC.

Las características particulares de esta CGP son:

- 🔌 Dimensiones: 540x360x150mm
- 🔌 Esquema 8 de conexionado

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

A continuación se muestra una imagen de la CGP elegida:



Imagen 9: Caja general de protección elegida

Como ya se ha dicho anteriormente, seguirá el esquema 8 de conexionado, que es el que se muestra a continuación:

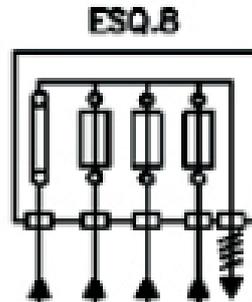


Imagen 10: Esquema 8 de conexionado de la CGP elegida

1.8.3.2. Línea general de alimentación

La LGA viene definida según la ITC-BT-14. Es aquella que enlaza la CGP con la centralización de contadores.

Las líneas generales de alimentación están constituidas por:

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

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

Con respecto a su instalación, hay que seguir una serie de directrices:

- El trazado de la LGA será lo más corto y rectilíneo posible, discurrendo 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 que se muestra a continuación:

Secciones (mm ²)		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 2: Diámetro de los tubos en función de la sección del cable a instalar

- Las uniones de los tubos rígidos serán roscadas o embutidas, de modo que no puedan separarse los extremos.
- Cuando la línea general de alimentación discorra verticalmente lo hará por el interior de una canaladura o conducto de obra de fábrica empotrado o adosado al hueco de la escalera por lugares de uso común. El conducto de obra para tramos verticales debe tener unas dimensiones mínimas de 30x30 cm y su uso es exclusivo de la LGA. Para evitar manipulaciones, así como para facilitar tanto su instalación como su mantenimiento, la canaladura debe ser registrable y precintable en cada planta.

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

Con respecto a los conductores a utilizar, hay que seguir una serie de directrices, tal y como viene reflejado en la ITC-BT-14, apartado 3:

- ✚ Los conductores a utilizar, tres de fase y uno de neutro, serán de cobre o aluminio, unipolares y aislados, siendo su tensión asignada 0,6/1 kV.
- ✚ Los 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 de incendio y con emisión de humos y opacidad reducida.
- ✚ La sección de los cables deberá ser uniforme en todo su recorrido y sin empalmes.
Las secciones mínimas son:

- Conductores de aluminio: 16 mm².
- Conductores de cobre: 10 mm².

Por normativa, la carga de la LGA no puede superar los 150 kW. En nuestro caso, cumplimos con esta condición.

En nuestro edificio, la longitud de la LGA será de 20 metros, estará formada por tres conductores de fase de 120 mm² y un conductor de neutro de 120 mm². Para este caso, el diámetro exterior del tubo será de 200 mm. El cable utilizado será de cobre, el tipo será el RZ1-K 0,6/1 kV.

Hemos considerado misma sección tanto para la fase como para el neutro porque pueden existir desequilibrios o corrientes armónicas, debidas a cargas no lineales.

A continuación, se muestra en la tabla un resumen de los cálculos obtenidos para la LGA:

P (W)	Tensión (V)	CGP (A)	Longitud (m)	Conductores (ud)	S. Fase (mm ²)	S. Neutro (mm ²)	φ _{et} (mm)
125977	400	250	20	4	120	120	200

Tabla3 : Cálculos LGA

1.8.3.3. Centralización de contadores

Debido a que el edificio en el que se basa el proyecto está destinado a viviendas y teniendo en cuenta la ITC-BT-16, voy a optar por una disposición concentrada de los contadores.

Como el número de contadores es superior a 16, tendrá que hacerse la instalación en un local dedicado única y exclusivamente a este fin. Al tener el edificio menos de 12 plantas, los contadores se colocarán en la planta baja, entresuelo o primer sótano. Para nuestro caso hemos elegido la planta del portal (planta baja).

El citado local cumplirá las condiciones de protección contra incendios que establece la NBECPI-96 para locales de riesgo especial bajo y responderá a las siguientes 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.
- ✚ 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.

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

- ✚ Dispondrá de ventilación e iluminación suficiente para comprobar el buen funcionamiento de todos sus componentes.
- ✚ El local tendrá una altura mínima de 2,30 m y una anchura mínima en paredes ocupadas por contadores de 1,50 m. Sus dimensiones serán tales que las distancias desde la pared donde se instale la concentración de contadores hasta el primer obstáculo que tenga enfrente sean de 1,10 m. La distancia entre los laterales de dicha concentración y sus paredes colindantes será de 20 cm.
- ✚ La puerta de acceso abrirá hacia el exterior y tendrá una dimensión mínima de 0,70x2m y estará equipada con la cerradura que tenga normalizada la empresa distribuidora.
- ✚ Dentro del local e inmediato a la entrada deberá instalarse un equipo autónomo de alumbrado de emergencia, de autonomía no inferior a 1 hora y proporcionando un nivel mínimo de iluminación de 5 lux.
- ✚ En el exterior del local y lo más próximo a la puerta de entrada, deberá existir un extintor móvil, de eficacia mínima 21B, 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.

Centralización de contadores:

Han de tenerse en cuenta las siguientes consideraciones, según la ITC-BT-16:

- ✚ 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.

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

- ✚ 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.

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

- ✚ Interruptor general de maniobra: obligatorio para concentraciones de más de 2 usuarios, su misión es dejar fuera de servicio a toda la concentración de contadores en caso de ser necesario. Se instalará en una envolvente de doble aislamiento independiente, que contendrá un interruptor de corte omnipolar, de apertura en carga y que garantice que el neutro no sea cortado antes que los otros polos. Se instalará entre la LGA y el embarrado general de la concentración de contadores. En nuestro caso, el interruptor será, como mínimo de 250A por tener una previsión de potencia hasta 150 kW.
- ✚ Embarrado general y fusibles de seguridad: contiene el embarrado general de la concentración y los fusibles de seguridad correspondiente a todos los suministros que estén conectados al mismo. Dispondrá de una protección aislante que evite contactos accidentales con el embarrado general al acceder a los fusibles de seguridad.
- ✚ Unidad funcional de medida: Contiene los contadores, interruptores horarios y dispositivos de mando para la medida de la energía eléctrica.

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

- ✚ Unidad funcional de mando: Contiene el mando para el cambio de tarifa de cada suministro. (Opcional).
- ✚ 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.

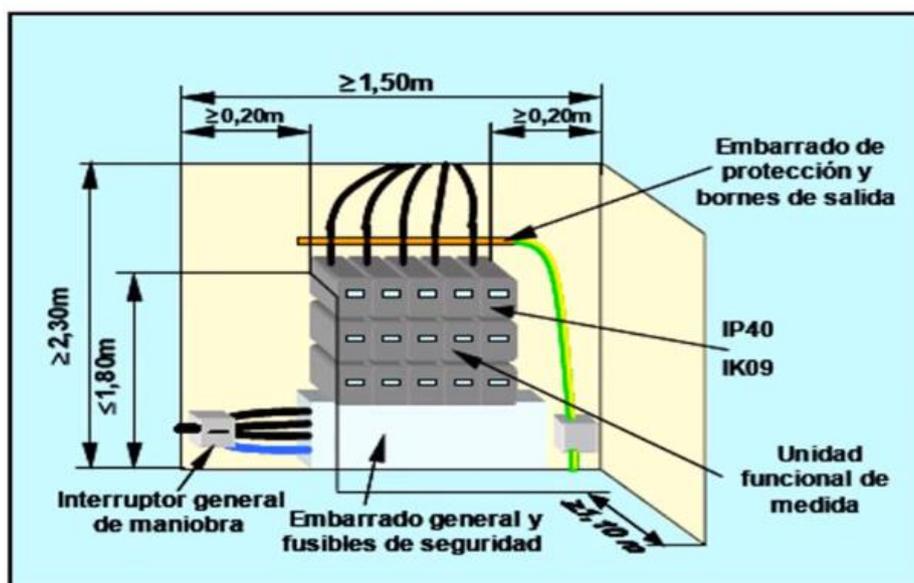


Imagen 11: Derivación individual

1.8.3.4. Derivaciones individuales

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

Según la ITC-BT-15, una derivación individual es la parte de la instalación que, partiendo de la línea general de alimentación suministra energía eléctrica a una instalación de usuario.

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

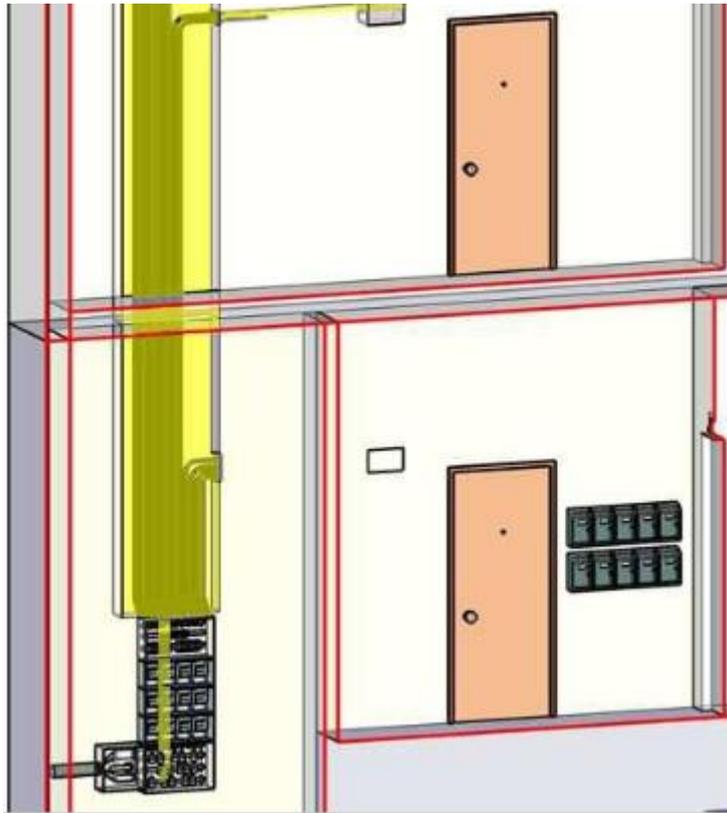


Imagen 12: Derivación individual

Las derivaciones individuales estarán constituidas por:

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

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

- ✚ Canalizaciones eléctricas prefabricadas que deberán cumplir la norma **UNE-EN 60439-2**.
- ✚ Conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica, proyectados y contruidos al efecto.

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.

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

Referente a la instalación:

Los tubos y canales protectoras tendrán una sección nominal que permita ampliar la sección de los conductores inicialmente instalados en un 100%. En las mencionadas condiciones de instalación, los diámetros exteriores nominales mínimos de los tubos en derivaciones individuales serán de 32 mm.

En cualquier caso, se dispondrá de un tubo de reserva por cada diez derivaciones individuales desde las concentraciones de contadores hasta las viviendas para poder atender fácilmente posibles ampliaciones.

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

En el caso de edificios destinados principalmente a viviendas, deberán trascurrir por zonas de uso común.

Cuando las derivaciones discurran verticalmente se alojarán en el interior de una canaladura o conducto de obra de fábrica con paredes de resistencia al fuego RF 120, preparado única y exclusivamente para este fin, que podrá ir empotrado o adosado al hueco de escalera o zonas de uso común. Para evitar la caída de objetos y la propagación de las llamas, se dispondrá como mínimo cada tres plantas, de elementos cortafuegos y tapas de registro

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

precintables de las dimensiones de la canaladura, a fin de facilitar los trabajos de inspección y de instalación y sus características vendrán definidas por la NBE-CPI-96. Las tapas de registro tendrán una resistencia al fuego mínima, RF 30.

Las dimensiones mínimas de la canaladura o conducto de obra de fábrica se ajustarán a la siguiente tabla:

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

Tabla 4 : Dimensiones de la Canaladura.

Como en el proyecto desarrollado hay 21 derivaciones individuales (16 para las viviendas, 3 para los locales comerciales, 1 para los servicios generales y otra para el garaje), las dimensiones de nuestra canaladura serán de:

- Profundidad= 0,3 metros.
- Anchura= 0,65 metros

La altura mínima de las tapas registro será de 0,30 m y su anchura igual a la de la canaladura. Su parte superior quedará instalada, como mínimo, a 0,20 m del techo.

El REBT dictamina lo siguiente respecto a los cables de las derivaciones individuales:

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

- ✚ 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. No se permitirá la utilización de un conductor neutro común ni un conductor de protección común. Además, cada derivación individual incluirá el hilo de mando para posibilitar la aplicación de diferentes tarifas.
- ✚ Con respecto a la consideración del número de fases que componen la derivación individual, se tendrá en cuenta la potencia que en monofásico está obligada a suministrar la empresa suministradora si el usuario así lo desea.
- ✚ Los cables no presentarán empalmes y su sección será uniforme, salvo en las conexiones realizadas en la ubicación de los contadores y en los dispositivos de protección.
- ✚ Los conductores a utilizar serán de Cobre o Aluminio, aislados y normalmente unipolares, siendo su tensión asignada 450/750 V.
- ✚ Deberán instalarse de manera que no se reduzcan las características de la estructura del edificio en la seguridad contra incendios.
- ✚ Los cables y elementos de conducción que serán “no propagadores de llama” y con emisión de humos y opacidad reducida.
- ✚ La sección mínima será de 6 mm² para los cables polares, neutro y protección y de 1,5 mm² para el hilo de mando, que será de color rojo.
- ✚ Los elementos de conducción de cables con características equivalentes a los clasificados como “no propagadores de la llama” de acuerdo con las normas UNE-EN 50085-1 y UNE-EN 50086-1, cumplen con esta prescripción.

Las características de los conductores para nuestra instalación serán las que se muestran a continuación:

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

- ✓ Los conductores serán de cobre, aislados y unipolares.
- ✓ La tensión asignada será 450/750 V.
- ✓ Teniendo en cuenta que los cables tienen que ser no propagadores de incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, elegimos el ES07Z1-K.
- ✓ Alimentación trifásica con neutro para las derivaciones individuales de garaje y servicios generales.
- ✓ Alimentación monofásica para el resto de las derivaciones individuales.

También, antes de pasar al cálculo, hay que tener en cuenta, según la ITC-BT-15, que la caída de tensión máxima admisible para nuestro caso, que es el de contadores totalmente concentrados es del 1 %.

A modo de recordatorio, en nuestro proyecto habrá 16 derivaciones monofásicas destinadas a las viviendas, una por cada vivienda; otras 3 derivaciones individuales monofásicas destinadas a los locales comerciales, una para cada uno; y 2 derivaciones individuales trifásicas destinadas a los servicios generales y los garajes.

A continuación, se muestra la tabla resumen del cálculo y dimensionamiento de las derivaciones individuales, que se ha obtenido en el apartado de cálculos teniendo en cuenta todas las consideraciones anteriores:

Derivaciones individuales	P(W)	I(A)	V(V)	L(m)	N.º cond (ud)	Sección fase (mm2)	Sneutro (mm2)	Sprotecc (mm2)	Φet (mm)
Vivienda (1-A)	5750	25	230	13	3	6	6	6	25
Vivienda (1-B)	5750	25	230	19	3	10	10	10	25
Vivienda (1-C)	5750	25	230	21	3	10	10	10	25
Vivienda (1-D)	5750	25	230	15	3	6	6	6	25
Vivienda (2-A)	5750	25	230	16	3	10	10	10	25
Vivienda (2-B)	5750	25	230	22	3	10	10	10	25
Vivienda (2-C)	5750	25	230	24	3	10	10	10	25
Vivienda (2-D)	5750	25	230	18	3	10	10	10	25
Vivienda (3-A)	5750	25	230	19	3	10	10	10	25
Vivienda (3-B)	5750	25	230	25	3	10	10	10	25
Vivienda (3-C)	5750	25	230	27	3	16	16	16	32
Vivienda (3-D)	5750	25	230	21	3	10	10	10	25
Vivienda (4-A)	5750	25	230	22	3	10	10	10	25
Vivienda (4-B)	5750	25	230	28	3	16	16	16	32
Vivienda (4-C)	5750	25	230	30	3	16	16	16	32
Vivienda (4-D)	5750	25	230	24	3	10	10	10	25
Serv. Generales	20136	36,3298	400	10	5	6	6	6	25
Garaje	8266	14,9137	400	15	5	6	6	6	25
Local 1	6000	26,0870	230	3	3	6	6	6	25
Local 2	7000	30,4348	230	12	3	6	6	6	25
Local 3	12700	55,2174	230	12	3	16	16	16	32

Tabla 5: Características de las derivaciones individuales

1.8.3.5. Dispositivos generales e individuales de mando y protección. Interruptor de control de potencia

Atendiendo a la ITC-BT-17, los dispositivos generales de mando y protección se situarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual en la vivienda o local del usuario. Se colocará una caja para el interruptor de control de potencia, justo antes de los demás dispositivos, en compartimento independiente y precintable. Dicha caja se podrá colocar en el mismo cuadro donde se coloquen los dispositivos generales de mando y protección.

En viviendas, deberá preverse la situación de los dispositivos generales de mando y protección junto a la puerta de entrada y no podrá colocarse en dormitorios, baños, aseos.

En locales comerciales, deberá colocarse lo más próximo a una puerta de entrada y, además, deberán tomarse las precauciones necesarias para que no sean accesibles al público.

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.

En locales de uso común o de pública concurrencia, es decir, el caso de nuestros locales comerciales, la altura mínima será de un metro respecto del nivel del suelo.

Composición y características de los cuadros:

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección (de aquí en adelante DGMP) tendrán una posición de servicio vertical y se ubicarán en el interior de uno o varios cuadros de distribución, de donde partirán los circuitos interiores.

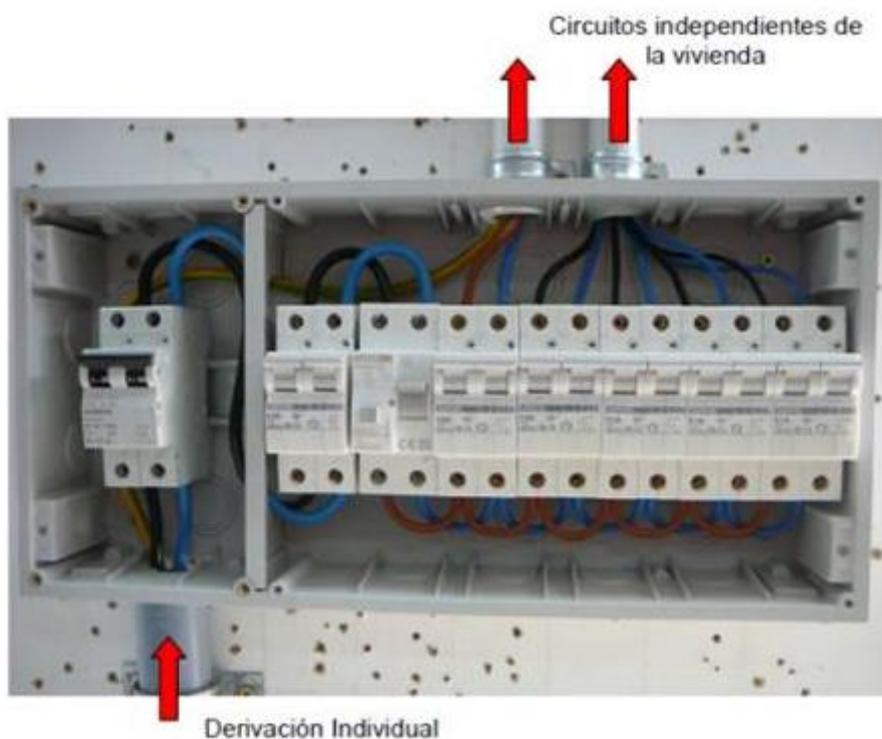


Imagen 13: ICP y DGMP

Las envolventes de los cuadros se ajustarán las normas UNE 20 451 y UNE-EN 60 439- 3, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20 324 e IK07 según UNE-EN 50 102. La envolvente para el interruptor de control de potencia será precintable y sus dimensiones estarán de acuerdo con el tipo de suministro y tarifa a aplicar. Sus características y tipo corresponderán a un modelo oficialmente aprobado.

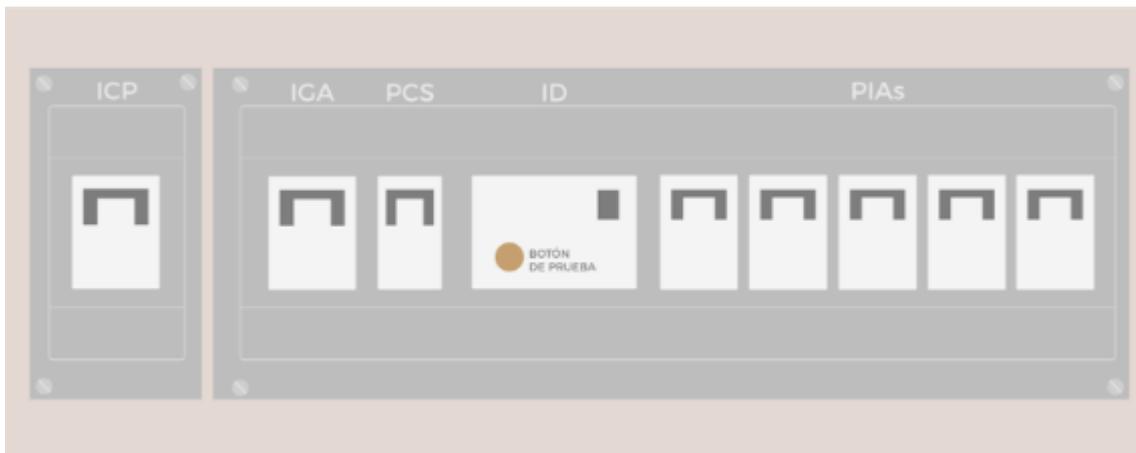


Imagen 14: Cuadro eléctrico actual

Como se puede ver en la imagen, el interruptor de control de potencia está separado del resto de dispositivos de mando y protección, estando en un compartimento diferente y precintable, tal y como se ha explicado anteriormente.

Diferencia entre el ICP y los dispositivos generales de mando y de protección:

Interrupor de control de potencia:

Según la ITC-BT- 17, el interruptor de control de potencia (ICP) es un dispositivo para controlar que la potencia realmente demandada por el consumidor no exceda de la contratada. Este deberá estar acompañado de un interruptor general automático de corte omnipolar, ya que no puede considerarse el ICP como elemento de protección y de desconexión de la instalación.

Dispositivos Generales de Mando y Protección:

Según la ITC-BT-17, los dispositivos generales de mando y protección se ubicarán en el interior de uno o varios cuadros de distribución de donde partirán los circuitos interiores.

Los DGMP, serán, como mínimo:

- Un interruptor general automático (IGA): Es un elemento que tiene la función de proteger la vivienda de posibles sobrecargas o cortocircuitos que se pueden producir en una instalación eléctrica. Cuando se produce una sobrecarga o un cortocircuito, el interruptor general automático corta inmediatamente el suministro de luz para evitar cualquier tipo de incidente. El interruptor a añadir deberá ser de corte omnipolar, tendrá poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación, de 4500 A como mínimo.
- Un interruptor diferencial general (ID) destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos.
- Dispositivos de corte omnipolar (PIA's), destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores de la vivienda. Habrá uno por cada circuito interior de la vivienda.

1.8.4. Circuitos interiores de las viviendas

Como se ha dicho anteriormente, todas las viviendas tendrán un grado de electrificación básico, con lo que, siguiendo la ITC-BT-25, los circuitos interiores correspondientes a este grado de electrificación son los siguientes:

- ✚ **C1:** Circuito de distribución interna, destinado a alimentar los puntos de iluminación
- ✚ **C2:** Circuito de distribución interna, destinado a tomas de corriente de uso general y de frigorífico.
- ✚ **C3:** Circuito de distribución interna, destinado a alimentar la cocina y el horno.
- ✚ **C4:** Circuito de distribución interna, destinado a alimentar la lavadora, lavavajillas y termo eléctrico.
- ✚ **C5:** Circuito de distribución interna, destinado a alimentar las tomas de corriente de los cuartos de baño, así como las bases auxiliares de la cocina.

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

Los conductores deben ser de cobre y la caída de tensión será como máximo del 3%, siendo calculada con el valor de intensidad igual a la del interruptor automático de dicho circuito y para una distancia correspondiente a la del punto de utilización más alejado del origen de la instalación interior.

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, según el tipo de esquema utilizado.

Como ya se dijo en la introducción, tendremos viviendas de dos y de tres habitaciones, por lo que tendremos que hacer dos tipos de instalaciones diferentes.

Con respecto a los cables, tenemos:

- ✓ Los cables serán de cobre.
- ✓ Hemos elegido el tipo H07V-K, el cual es no propagador de la llama.
- ✓ La instalación será para la clase B1 (Bajo tubo empotrado en obra).

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

Para el caso de las viviendas de dos habitaciones, los receptores seleccionados por circuito teniendo en cuenta la normativa explicada anteriormente, son:

Estancia	C1	C2	C3	C4	C5
Entrada-recibidor	2	1			
Pasillo	2	1			
Cocina	2	2	1	3	3
Baño	2				1
Salón	4	3			
Habitación principal	4	3			
Aseo 2	2				1
Habitación 2	4	3			
TOTAL	22	13	1	3	5

Tabla 6: receptores seleccionados para las viviendas de dos dormitorios

Teniendo en cuenta la normativa explicada anteriormente, se ha calculado en el apartado de cálculos del proyecto la instalación interior para las viviendas de dos habitaciones.

Tabla 7: Cálculos del proyecto de la instalación interior

Circuito	N.º de tomas utilizadas	F _s	F _u	Potencia por toma (W)	Interruptor automático(A)	Tipo de Toma	Potencia circuito (W)	Conductores sección utilizada (mm ²)	Longitud asignada (m)	Diámetro Tubo (mm)
C1	22	0,75	0,5	200	10	Punto de Luz	1650	1,5	15	16
C2	13	0,2	0,25	3450	16	Base 16A	2242,5	2,5	16	20
C3	1	0,5	0,75	5400	25	Base 25A	2025	6	6	25
C4	3	0,66	0,75	3450	20	Base 16A	5123,25	4	7	20
C5	5	0,4	0,5	3450	16	Base 16A	3450	2,5	13	20

Para el caso de las viviendas de tres habitaciones, los receptores seleccionados por circuito teniendo en cuenta la normativa explicada anteriormente, son: **Tabla 8:**

Estancia	C1	C2	C3	C4	C5
Entrada-recibidor	2	1			
Pasillo	3	1			
Salón-cocina	6	5	1	3	3
Baño	2				1
Habitación principal	4	4			
Aseo 2	2				1
Habitación 2	4	3			
Habitación 3	4	3			
TOTAL	27	17	1	3	5

Teniendo en cuenta la normativa explicada anteriormente, se ha calculado en el apartado de cálculos del proyecto la instalación interior para las viviendas de tres habitaciones.

Tabla 9:

Circuito	Nº de tomas utilizadas	F _s	F _u	Potencia por toma (W)	Interruptor automático(A)	Tipo de Toma	Potencia circuito (W)	Conductores sección utilizada (mm ²)	Longitud asignada (m)	Diámetro Tubo (mm)
C1	27	0,75	0,5	200	10	Punto de Luz	2025	1,5	18	16
C2	17	0,2	0,25	3450	16	Base 16A	2932,5	2,5	17	20
C3	1	0,5	0,75	5400	25	Base 25A	2025	6	6	25
C4	3	0,66	0,75	3450	20	Base 16A	5123,25	4	7	20
C5	5	0,4	0,5	3450	16	Base 16A	3450	2,5	15	20

En los cuartos de baño, teniendo en cuenta la ITC-BT-27, habrá que conectar a tierra todos los puntos de luz y tomas de corriente instalados.

1.8.5. Servicios generales

Los circuitos que forman parte de los servicios generales son los siguientes:

- ✚ Alumbrado del portal.
- ✚ Alumbrado de la escalera.
- ✚ Alumbrado de los rellanos de cada planta.
- ✚ Alumbrado de los cuartos de propiedad comunitaria.
- ✚ Tomas de corriente en el portal.
- ✚ Motor y alumbrado de los ascensores.
- ✚ Portero automático.

Las características de los cables para cada uno de los circuitos son:

- ✓ Conductores de cobre.
- ✓ Alimentación trifásica para el motor del ascensor y monofásica para los demás circuitos.
- ✓ Cable RZ1-K (AS), como el empleado para la LGA. De tensión asignada 0,6/1kV, con aislamiento XLPE
- ✓ Instalación bajo tubo empotrado en obra (B1).

La longitud de cada uno de los circuitos descritos será la distancia desde el cuadro general de mando y protección situado en el portal (planta 0) hasta cada uno de los circuitos.

1.8.5.1. Circuito de alumbrado de portal, de escalera, de los rellanos de cada planta y de los cuartos comunitarios.

Este circuito une el cuadro general de mando y protección con cada punto de luz. La forma de realizar la siguiente instalación es bajo tubo empotrados en obra (*método de instalación B*).

Tanto la sección de los conductores como el diámetro exterior de los tubos viene determinado en el apartado de cálculos. El conductor empleado será el RZ1-K (AS) de cobre, el mismo que ya se ha empleado en la LGA

1.8.5.2. Circuito de las tomas de corriente.

El circuito de las tomas de corriente se encarga de enlazar el cuadro general de mando y protección con cada toma de corriente.

Se empleará el mismo método que antes para la instalación, que es bajo tubo empotrado en obra (*método de instalación B*).

Tanto la sección de los conductores como el diámetro exterior de los tubos viene determinado en el apartado de cálculos. El conductor empleado será el RZ1-K (AS) de cobre, el mismo que ya se ha empleado en la LGA

1.8.5.3. Circuito de los ascensores

El circuito de los ascensores se encarga de enlazar el cuadro general de mando y protección con los dos ascensores.

Desde el cuadro general de mando y protección, situado en el portal, se tirará una línea Trifásica con conductor RZ1-K (AS) de cobre para el ascensor.

La forma de realizar la siguiente instalación es diferente con respecto a los casos anteriores, esta vez es por el hueco del ascensor bajo tubo (*método de instalación A2*). Tanto la sección

de los conductores como el diámetro exterior de los tubos vienen determinados en el apartado de cálculos.

1.8.5.4. Circuito del portero automático

Con respecto al portero automático, se instalará una centralita en la parte superior de la puerta de entrada, así como un receptor en cada vivienda, de tal manera que desde cada vivienda se acciona la cerradura del portal (se abre cuando pulsamos nuestro receptor).

La forma de realizar la siguiente instalación es bajo tubo empotrados en obra (método de instalación B).

Tanto la sección de los conductores como el diámetro exterior de los tubos vienen determinados en el apartado de cálculos. El conductor empleado será el RZ1-K (AS), de cobre.

1.8.5.5. Características de los circuitos de los servicios generales

Teniendo en cuenta todo lo expuesto anteriormente en el apartado de cálculos de nuestro proyecto, los resultados de la instalación eléctrica de los servicios generales es la siguiente:

(Ver tabla en página siguiente)

Tabla 10

Circuito	P (W)	V (V)	I (A)	L (m)	Nº Conductores	Sfase (mm ²)	S Neutro(mm)	Φet(mm)
Al. Portal	784	230	3,40869565	11	3	1,5	1,5	20
Al. Plantas	1152	230	5,00869565	27	3	1,5	1,5	20
Al. Escalera	576	230	2,50434783	20	3	1,5	1,5	20
Al. Agaterado	504	230	2,19130435	40	3	1,5	1,5	20
Al. Cuartos comunes	1120	230	4,86956522	37	3	1,5	1,5	20
Toma de corriente	6900	230	30	13	3	4	4	20
Portero automático	100	230	0,43478261	10	3	1,5	1,5	20
Ascensores	9000	400	16,2379763	37	5	6	6	40

Tabla 10: Cuadro resumen del cálculo y dimensionamiento de los servicios generales.

1.8.6. Instalación eléctrica del garaje

Los circuitos que forman parte de la instalación eléctrica del garaje son los siguientes:

- ✚ Alumbrado del garaje.
- ✚ Sistema de extracción (ventilación forzada).
- ✚ Motor del portón (puerta de garaje).
- ✚ Sistema de detección de monóxido de carbono (CO).
- ✚ Sistema de detección de incendios.

Seguindo el CTE, la puesta en marcha de los sistemas de extracción puede llevarse a cabo por cualquiera de las siguientes razones, prevaleciendo la señal de detección de incendios sobre cualquier otra:

- ✚ Señal de la central de detección de CO: Cuando se sobrepase cierto límite de concentración de CO se pondrán en marcha los sistemas de extracción, parándose en el momento que la concentración de CO vuelva a estar en valores admisibles.
- ✚ Señal de la central de incendios: una vez que la central de incendios reciba señal de alarma de incendio de cualquier detector, mandará señal de encendido a los sistemas de ventilación.
- ✚ Los circuitos de encendido de los extractores estarán temporizados provocando la puesta en marcha de los ventiladores periódicamente. Con ello se conseguirá una renovación adecuada de aire en el aparcamiento evitando la formación de atmósferas explosivas.
- ✚ Los sistemas de ventilación dispondrán de un interruptor para su accionamiento manual.

Las características del conductor elegido para la instalación eléctrica del garaje son las siguientes:

- ✚ Conductores de cobre.
- ✚ El tipo de cable escogido será el RZ1-K (AS), el cual ha sido empleado para otros circuitos de esta instalación, tales como la LGA y los servicios generales. Ha sido escogido este tipo de cable debido a que aumenta la protección contra incendios.
- ✚ Tensión asignada 0,6/1 kV.
- ✚ Alimentación trifásica para el motor de la puerta y el sistema de extracción.
- ✚ Alimentación monofásica para el resto de los circuitos del garaje
- ✚ Tipo de instalación como las anteriores, bajo tubo empotrado en obra (B1).

Teniendo en cuenta todo lo expuesto anteriormente en el apartado de cálculos de nuestro proyecto, los resultados de la instalación eléctrica de los servicios generales es la siguiente:

Circuito	P (W)	V (V)	I (A)	L (m)	Nº Conductores	Sfase (mm2)	Sneutro (mm2)	Φet(mm)
Iluminación garaje	576	230	2,50434783	12	3	1,5	1,5	20
Motor puerta	350	400	0,63147686	13	5	6	6	40
Detección CO	400	230	1,73913043	10	3	1,5	1,5	20
Extracción	6940	400	12,521284	6	5	6	6	40
Detección de incendios	300	230	1,30434783	10	3	1,5	1,5	20

Tabla11: Cuadro resumen del cálculo y dimensionamiento de los garajes

1.8.7. Protección contra sobreintensidades

Siguiendo la normativa expuesta en la ITC-BT-22, todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

En los circuitos, las sobreintensidades pueden estar motivadas por:

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

A continuación, explicación de la protección contra sobrecargas y la protección contra cortocircuitos:

- ✚ Protección contra sobrecargas: En todo conductor tiene que garantizarse el límite de intensidad de corriente admisible por el dispositivo de protección utilizado.

El dispositivo de protección podrá estar constituido por un interruptor automático de corte omnipolar o por cortacircuitos fusibles.

- ✚ Protección contra cortocircuitos: En el origen de cada uno de los circuitos se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión. Se admite, no obstante, que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados.

Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles calibrados y los interruptores automáticos con sistema de corte omnipolar.

Para la protección contra sobrecargas en instalaciones domésticas y locales comerciales, únicamente se utilizan Interruptores automáticos (IA) ya que protegen simultáneamente tanto contra cortocircuitos como contra sobrecargas.

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

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

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

Si el elemento protector elegido es un fusible normalizado, entonces:

$$I_f = 1,6 * I_n$$

Si el elemento protector elegido es un interruptor automático, entonces:

$$I_f = 1,45 * I_n$$

1.8.7.1. Protecciones de la Caja General de Protección

Para el caso de la caja general de protección, se emplearán fusibles como elemento protector.

Como ya se ha dicho anteriormente, en nuestro edificio habrá una única LGA.

Con las especificaciones anteriores, realizamos los cálculos oportunos en el apartado de cálculos del proyecto y obtenemos la tabla resumen de cálculo de protecciones para la LGA:

P (W)	Tensión (V)	I _b (A)	I _n (A)	I _z (A)	I _f =1,6*I _n (A)	I _f =1,45*I _n (A)	S.fase (mm ²)	S.neutro (mm ²)	φ _{et} (mm)
126277	400	202,5168	250	260	400	362,5	120	120	200

Tabla 12: cálculo de protecciones LGA

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

Para escoger el fusible, he ido al catálogo de la empresa *df Electric*. Los fusibles elegidos serán del tipo NHO S de 250 A (todos los escogeremos de la clase gG, que son fusibles de protección integral para aplicaciones generales). En total emplearemos tres fusibles que serán colocados en las bases de portafusibles que vienen en la CGP.

A continuación, se muestra una imagen del tipo de fusible empleado:



Imagen 15: tipo de fusible empleado

1.8.7.2. Protecciones de la centralización de contadores

Al inicio de cada derivación individual, hay un fusible de seguridad, para que, en caso de cortocircuito, este se funda y proteja el resto del circuito.

A continuación, se presenta una tabla resumen de los cálculos realizados y los fusibles escogidos, basándonos en el catálogo de *df Electrics* para la centralización de contadores de nuestro edificio.

Tabla 13:

Derivaciones individuales	P (W)	Tensión (V)	Ib(A)	In(A)	Iz(A)	If=1,6*In (A)	If=1,45*In (A)	FUSIBLES	S.fase (mm2)	S.neutro (mm2)	φet (mm)
Vivienda (1-A)	5750	230	25	35	49	56	50,75	NH0 35A	6	6	25
Vivienda (1-B)	5750	230	25	35	68	56	50,75	NH0 35A	10	10	25
Vivienda (1-C)	5750	230	25	35	68	56	50,75	NH0 35A	10	10	25
Vivienda (1-D)	5750	230	25	35	49	56	50,75	NH0 35A	6	6	25
Vivienda (2-A)	5750	230	25	35	68	56	50,75	NH0 35A	10	10	25
Vivienda (2-B)	5750	230	25	35	68	56	50,75	NH0 35A	10	10	25
Vivienda (2-C)	5750	230	25	35	68	56	50,75	NH0 35A	10	10	25
Vivienda (2-D)	5750	230	25	35	68	56	50,75	NH0 35A	10	10	25
Vivienda (3-A)	5750	230	25	35	68	56	50,75	NH0 35A	10	10	25
Vivienda (3-B)	5750	230	25	35	68	56	50,75	NH0 35A	10	10	25
Vivienda (3-C)	5750	230	25	35	91	56	50,75	NH0 35A	16	16	32
Vivienda (3-D)	5750	230	25	35	68	56	50,75	NH0 35A	10	10	25
Vivienda (4-A)	5750	230	25	35	68	56	50,75	NH0 35A	10	10	25
Vivienda (4-B)	5750	230	25	35	91	56	50,75	NH0 35A	16	16	32
Vivienda (4-C)	5750	230	25	35	91	56	50,75	NH0 35A	16	16	32
Vivienda (4-D)	5750	230	25	35	68	56	50,75	NH0 35A	10	10	25
Serv. Generales	20136	400	36,3297657	40	44	64	58	NH0 40A	6	6	25
Garaje	8266	400	14,9136791	16	44	25,6	23,2	NH0 16A	6	6	25
Local 1	6000	230	26,0869565	35	49	56	50,75	NH0 35A	6	6	25
Local 2	7000	230	30,4347826	35	49	56	50,75	NH0 35A	6	6	25



Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

Tabla: Cálculo de las protecciones de las derivaciones individuales

A modo de resumen, tendremos:

1. 18 fusibles del tipo NH0 35A
2. 1 fusible del tipo NH0 40A
3. 1 fusible del tipo NH0 16A
4. 1 fusible del tipo NH0 63 A

Como se ha dicho anteriormente, todos serán del tipo gG.

A continuación, se muestra una imagen del tipo de fusible empleado:



Imagen 16 : fusible empleado para cada derivación individual

1.8.7.3. Protecciones de los cuadros de las viviendas

En este cuadro se dispondrán, además de los interruptores explicados anteriormente (un ICP de 25 A en cada vivienda, un IGA de 25 A en cada vivienda y un interruptor diferencial por cada vivienda), los diferentes interruptores denominados (PIA), en cada una de las viviendas.

El tipo de PIA lo hemos obtenido del catálogo de Hager, clase MUN.

A continuación, se muestra una tabla resumen con los cálculos realizados para la obtención de las protecciones de los cuadros de las viviendas:

✓ Viviendas de dos habitaciones:

Potencia (W)	Tensión (V)	Ib (A)	In (A)	Iz (A)	If=1,6*In (A)	If=1,45*In (A)	FUSIBLES	S.fase (mm2)	S.neutro (mm2)	φet (mm)
1650	230	7,17391304	10	20	16	14,5	MUN210A	1,5	1,5	16
2242,5	230	9,75	16	26,5	25,6	23,2	MUN216A	2,5	2,5	20
2025	230	8,80434783	10	46	16	14,5	MUN210A	6	6	25
5123,25	230	22,275	25	36	40	36,25	MUN225A	4	4	20
3450	230	15	16	26,5	25,6	23,2	MUN216A	2,5	2,5	20

Tabla 14: Cuadro resumen de los cálculos de las protecciones de los circuitos de las viviendas

✓ Viviendas de tres habitaciones:

Circuito	Potencia(W)	Tensión (V)	Ib (A)	In (A)	Iz (A)	If=1,6*In (A)	If=1,45*In (A)	FUSIBLES	S.fase (mm2)	S.neutro (mm2)	φet (mm)
C1	2025	230	8,80434783	10	20	16	14,5	MUN210A	1,5	1,5	16
C2	2932,5	230	12,75	16	26,5	25,6	23,2	MUN216A	2,5	2,5	20
C3	2025	230	8,80434783	10	46	16	14,5	MUN210A	6	6	25
C4	5123,25	230	22,275	25	36	40	36,25	MUN225A	4	4	20
C5	3450	230	15	16	20	25,6	23,2	MUN216A	2,5	2,5	20

Tabla 15: Cuadro resumen de los cálculos de las protecciones de los circuitos de las viviendas

A modo de resumen, tendremos un total de 80 PIA's, que desglosado queda:

- ✓ 32 unidades de MUN210A
- ✓ 32 unidades de MUN216A
- ✓ 16 unidades de MUN 225^a

1.8.7.4. Protecciones de los servicios generales

Además de instalar los interruptores explicados anteriormente (un ICP, un ID y un IGA), habrá un PIA por circuito.

Las protecciones han sido elegidas del catálogo de Häger, teniendo en cuenta los cálculos realizados.

A continuación se presentan los cálculos obtenidos junto con las protecciones elegidas:

Circuito	Potencia (W)	V (V)	Ib (A)	In (A)	Iz (A)	If=1,6*In (A)	If=1,45*In (A)	FUSIBLES	S.fase (mm ²)	S.neutro (mm ²)	φet (mm)
Al. Portal	784	230	3,40869565	6	20	9,6	8,7	MUN206A	1,5	1,5	20
Al. Plantas	1152	230	5,00869565	6	20	9,6	8,7	MUN206A	1,5	1,5	20
Al. Escalera	576	230	2,50434783	6	20	9,6	8,7	MUN206A	1,5	1,5	20
Al. Agaterado	504	230	2,19130435	6	20	9,6	8,7	MUN206A	1,5	1,5	20
Al. Cuartos comunes	1120	230	4,86956522	6	20	9,6	8,7	MUN206A	1,5	1,5	20
Toma de corriente	6900	230	30	32	36	51,2	46,4	MUN232A	4	4	20
Portero automático	100	230	0,43478261	6	20	9,6	8,7	MUN206A	1,5	1,5	20
Ascensores	9000	400	16,2379763	20	46	32	29	MUN220A	6	6	40

Tabla 17: protecciones de los servicios generales

A modo de resumen, tendremos 6 PIA's tipo MUN206A, un PIA MUN220A y un PIA MUN232A.

1.8.7.5. Protecciones del garaje

En el garaje tendremos, como en los servicios generales, un ICP, un IGA y un ID. También, tendremos tantos PIA como número de circuitos tengamos.

Teniendo en cuenta los cálculos obtenidos y que los PIA los hemos elegido sobre el mismo catálogo anterior (Häger), se presentan a continuación los resultados obtenidos:

Circuito	P (W)	V (V)	Ib (A)	In (A)	Iz (A)	If=1,6*In (A)	If=1,45*In (A)	FUSIBLES	S.fase (mm2)	S.neutro (mm2)	φet (mm)
Iluminación garaje	576	230	2,50434783	6	20	9,6	8,7	MUN206A	1,5	1,5	20
Motor puerta	350	400	0,63147686	6	40	9,6	8,7	MUN206A	6	6	40
Detección CO	400	230	1,73913043	6	20	9,6	8,7	MUN206A	1,5	1,5	20
Extracción	6940	400	12,521284	16	40	25,6	23,2	MUN216A	6	6	40
Detección de incendios	300	230	1,30434783	6	20	9,6	8,7	MUN206A	1,5	1,5	20

Tabla 18: Cuadro resumen protecciones del garaje

A modo de resumen, tendremos 4 PIA's tipo MUN206A y un PIA MUN216A.

1.8.8. Corrientes de cortocircuito

Para este apartado seguiremos el Anexo III del REBT "Corrientes de cortocircuito".

Generalmente desconocemos la impedancia del circuito de alimentación de la red (impedancia del transformador, red de distribución y acometida), pero, en este proyecto, se conoce la impedancia del transformador, obtenida en el apartado de cálculos.

Se admite en caso de cortocircuito, la tensión en el inicio de las instalaciones de los usuarios como 0,8 veces la tensión de suministro.

Se toma el defecto fase tierra como el más desfavorable y, además, se supone despreciable la inductancia de los cables. Esto es así porque el Centro de Transformación está ubicado fuera del edificio.

Por tanto, podemos aplicar la siguiente fórmula:

$$I_{cc} = \frac{0,8 * U}{R + Z_T}$$

Donde:

- ✚ I_{cc}: Intensidad de cortocircuito máxima en el punto considerado.
- ✚ U: La tensión de alimentación fase neutro (230V).
- ✚ R: La resistencia del conductor de fase entre el punto considerado y la alimentación.
- ✚ Z_T: La impedancia del transformador en ohmios.

Para calcular la resistencia de las distintas partes de la instalación, se utilizará la siguiente fórmula:

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

Donde:

- ✚ L: Longitud del conductor:
- ✚ S: Sección del conductor.
- ✚ ρ : Resistividad del cobre a 20°C (1/56 Ω *mm²/m).

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}.

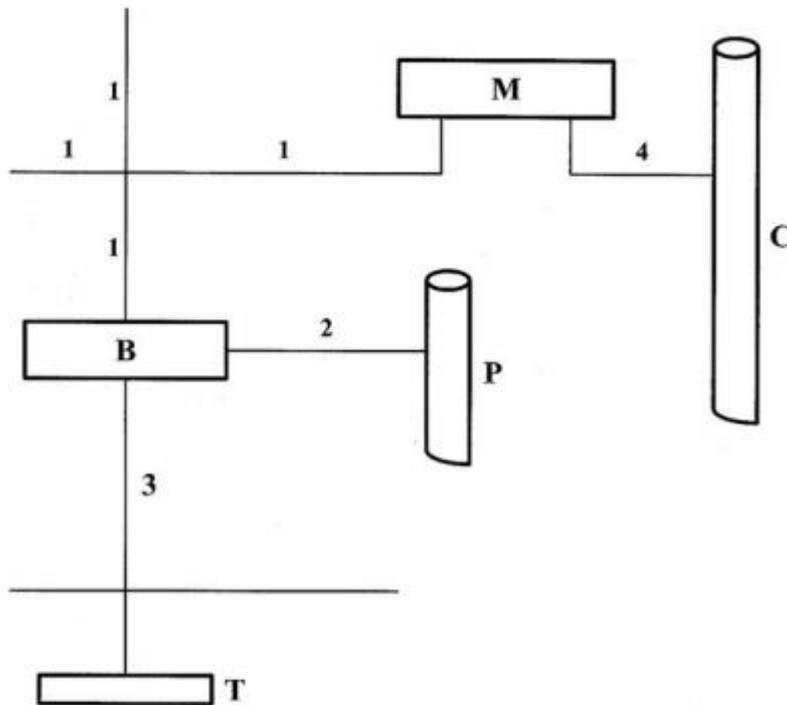
1.9. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

Según la ITC-BT-18, las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte, del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo mediante una toma de tierra con un electrodo o 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.

A continuación, se presenta una imagen con las partes de una instalación de puesta a tierra:



Leyenda

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

Imagen 18 : Partes de una instalación de puesta a tierra

Siguiendo la ITC-BT-26, en toda nueva edificación se establecerá una toma de tierra de protección, instalando en el fondo de la zanja de cimentación del edificio y antes de empezar la obra de construcción, un cable rígido de cobre desnudo de 35 mm² de sección (siguiendo la ITC-BT-18), formando un anillo cerrado que rodee el edificio. La profundidad mínima de enterramiento del conductor es de 0,5m, siendo la mínima recomendada 0,8 m. 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.

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

Al conductor en anillo o a los electrodos se conectará la estructura metálica del edificio. En caso de que la cimentación se realice con zapatas de hormigón armado, un cierto número de hierros, siendo mínimo uno por zapata. Se conectará mediante soldadura aluminotérmica o autógena.

Los conductores de tierra, cuando estén enterrados, deberán cumplir que la sección no sea inferior a 25mm^2 , para el caso de conductores de cobre no protegidos contra la corrosión.

Siguiendo con la ITC-BT-18, al borne de tierra deberemos de conectar los conductores de protección, los conductores de unión equipotencial y los conductores de tierra.

Los conductores de protección unirán las masas al conductor de tierra.

A la toma de tierra establecida habrá que conectar:

- ✚ Las masas metálicas importantes existentes en la zona de la instalación.
- ✚ Las masas metálicas accesibles de los receptores, cuando su clase de aislamiento lo exija.
- ✚ Las masas metálicas de las instalaciones de calefacción general.
- ✚ Las masas metálicas de las instalaciones de agua.

En edificios de viviendas existen cinco posibles puntos o bornes de puesta a tierra, pudiendo coexistir varios a la vez, siendo el borne principal el situado en la centralización de contadores. Estos bornes se situarán:

- ✚ 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 todos los locales destinados a servicios generales y que, por su clase de aislamiento o condiciones de instalación, deba de ponerse a tierra.

El punto de puesta a tierra ubicado en la caja general de protección deberá estar situado junto a la misma, ya que puede ser empleada como punto de mediciones.

Las líneas de enlace con tierra se establecerán de acuerdo con la situación y número previsto de puntos de puesta a tierra.

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

Las líneas principales de tierra y sus derivaciones se establecerán en las mismas canalizaciones que las líneas generales de alimentación y derivaciones individuales. Las líneas principales de tierra se encuentran conectadas directamente a un borne de puesta a tierra, mientras que las derivaciones se conectan a tierra a través de las líneas principales.

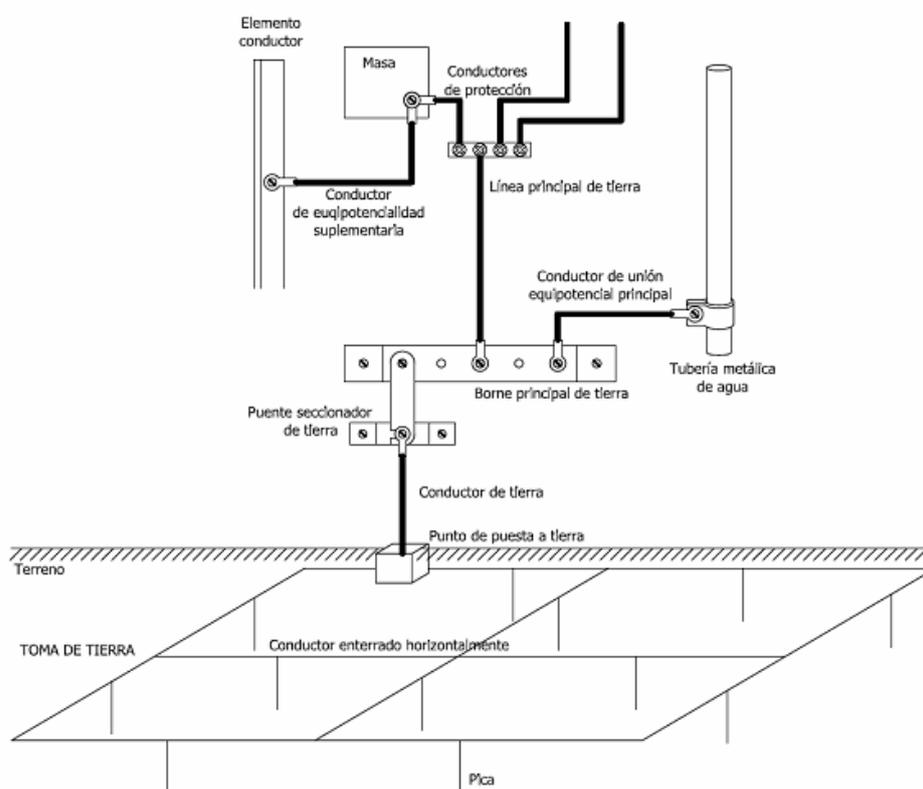
En edificios con una única centralización de contadores, como es nuestro caso, la línea principal de tierra está formada por el conductor de protección que va desde el borne de puesta hasta el embarrado de protección y bornes de salida de la centralización de contadores.

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.

En la siguiente imagen se muestra un ejemplo de cómo está estructurada la puesta a tierra en un edificio de viviendas:

Imagen: 18



1.10. ALUMBRADO DE EMERGENCIA

El alumbrado de emergencia es aquel previsto para ser utilizado en caso de un fallo en la alimentación del alumbrado normal.

Según la ITC-BT-28, todos los locales de pública concurrencia deberán de disponer de alumbrado de emergencia. Además, nuestro garaje debe de poseer alumbrado de emergencia ya que alberga a 16 vehículos.

Las instalaciones destinadas a alumbrado de emergencia tienen por objeto asegurar, en caso de fallo de la alimentación al alumbrado normal, la iluminación en los locales y accesos hasta las salidas, para una eventual evacuación del público o iluminar otros puntos que se señalen.

La alimentación del alumbrado de emergencia será automática con corte breve.

Se incluyen dentro de este alumbrado, el alumbrado de seguridad y el alumbrado de reemplazamiento:

1.10.1. Alumbrado de seguridad

Es el alumbrado de emergencia previsto para garantizar la seguridad de las personas que evacuen una zona o que tienen que terminar un trabajo potencialmente peligroso antes de abandonar la zona.

El alumbrado de seguridad estará previsto para entrar en funcionamiento automáticamente cuando se produce el fallo del alumbrado general o cuando la tensión de éste baje a menos del 70% de su valor nominal.

La instalación de este alumbrado será fija y estará provista de fuentes propias de energía.

Sólo se podrá utilizar el suministro exterior para proceder a su carga, cuando la fuente propia de energía esté constituida por baterías de acumuladores o aparatos autónomos automáticos, como es nuestro caso.

1.10.1.1. Alumbrado de evacuación

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar el reconocimiento y la utilización de los medios o rutas de evacuación cuando los locales estén o puedan estar ocupados.

En rutas de evacuación, el alumbrado de evacuación debe proporcionar, a nivel del suelo y en el eje de los pasos principales, una iluminancia horizontal mínima de 1 lux.

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

El alumbrado de evacuación deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminancia prevista.

1.10.1.2. Alumbrado ambiente o antipánico

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para evitar todo riesgo de pánico y proporcionar una iluminación ambiente adecuada que permita a los ocupantes identificar y acceder a las rutas de evacuación e identificar obstáculos.

El alumbrado ambiente o anti-pánico debe proporcionar una iluminancia horizontal mínima de 0,5 lux en todo el espacio considerado, desde el suelo hasta una altura de 1 m.

El alumbrado ambiente o anti-pánico deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminancia prevista.

1.10.1.3. Alumbrado de zonas de alto riesgo

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

El alumbrado de las zonas de alto riesgo debe proporcionar una iluminancia de 15 LUX o el 10% de la iluminancia normal.

En nuestro caso, no dispondremos de este tipo de alumbrado.

1.10.2. Alumbrado de reemplazamiento

Parte del alumbrado de emergencia que permite la continuidad de las actividades normales.

1.10.3. Lugares en que deberían instalarse alumbrados de emergencia.

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

A continuación, vamos a explicar donde debemos instalar los alumbrados de emergencia en nuestro proyecto, en función de si es alumbrado de seguridad o de reemplazamiento:

- Con alumbrado de seguridad:
 - En los aparcamientos cerrados y cubiertos para más de 5 vehículos (en nuestro proyecto tenemos 16), incluidos los pasillos y las escaleras que conduzcan desde aquellos hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio.
 - En los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección.
 - En el exterior del edificio, en la vecindad inmediata a la salida.
 - Cerca de las escaleras.

- Con alumbrado de reemplazamiento:

En nuestro proyecto no empleamos alumbrado de reemplazamiento, ya que no es necesario.

1.10.4. Aparatos autónomos para el alumbrado de emergencia

Luminaria que proporciona alumbrado de emergencia de tipo permanente o no permanente en la que todos los elementos, tales como la batería, la lámpara, el conjunto de mando y los dispositivos de verificación y control, si existen, están contenidos dentro de la luminaria o a una distancia inferior a 1 m de ella.

El tipo de aparato autónomo para alumbrado de emergencia escogido para el proyecto es el modelo EMERLUX F315. El número de unidades se detallará en la partida presupuestaria.

2. CÁLCULOS

2.1. PREVISIÓN DE CARGAS

Según el REBT en la ITC-BT-10, la carga total en un edificio destinado a viviendas cumple la siguiente expresión:

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

Donde P_V corresponde a la carga correspondiente al conjunto de viviendas; P_{SG} es la correspondiente a los servicios generales del edificio; P_{LC} es la correspondiente a los locales comerciales y P_G la correspondiente a los garajes.

2.1.1. En las viviendas

La carga correspondiente al conjunto de viviendas se calcula a través de la siguiente expresión:

$$P_V = GE * CS$$

Donde, GE es el grado de electrificación (W) y CS es el coeficiente de simultaneidad.

La carga máxima por vivienda depende del grado de utilización que se vaya a realizar. Como se dijo anteriormente, se empleará electrificación básica, cuya potencia asignada es de 5750 W a 230V.

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

El coeficiente de simultaneidad se obtiene 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 lo expuesto anteriormente, obtenemos que la carga correspondiente al conjunto de viviendas es:

$$P_V = 5750 \text{ W} * 12,5 = \mathbf{71.875 \text{ W}}$$

2.1.2. En los servicios generales

La carga correspondiente a los servicios generales será la suma de la potencia prevista en los dos ascensores, en el alumbrado del portal, en la caja de escalera y espacios comunes y en todo el servicio eléctrico sin aplicar ningún factor de reducción por simultaneidad (CS=1).

2.1.2.1. Alumbrado del portal

Como alumbrado del portal se tendrá en cuenta: el alumbrado de acceso, el de las plantas 1 al agaterado y los distintos cuartos de uso común (cuarto conserje, multiusos, basuras, contadores, trastero comunitario, cuarto ascensor, cuarto de aparamento de paneles solares, el cuarto de geotermia y el cuarto de calderas.

Se considera una potencia de 8 W/m² ya que se utilizará luminaria fluorescente.

2.1.2.2. Alumbrado de la escalera

Para el alumbrado de la caja de la escalera se considerará una previsión de cargas de 4W/m², puesto que, al igual que en el portal, se empleará luminaria fluorescente.

2.1.2.3. Ascensor

Basándonos en la Norma Tecnológica de la edificación ITE-ITA, vamos a elegir dos ascensores del tipo ITA-1, cuya carga máxima es de 400 Kg, siendo 5 el número máximo de personas. Este funcionará a una velocidad de 0,63 m/s y la potencia individual de cada uno de ellos es de 4,5 kW.

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

La tabla en la que nos hemos basado para elegir el tipo de aparato elevador se muestra a continuación:

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	7,5
ITA-3	630	8	1	11,5
ITA-4	630	8	1,6	18,5
ITA-5	1000	13	1,6	29,5
ITA-6	1000	13	2,5	46

Tabla19: Potencias de aparatos de elevación (Norma tecnológica de la edificación ITE-ITA)

2.1.2.4. Tabla resumen previsión de carga

En primer lugar, se muestra una tabla con las distintas áreas de las zonas comunes:

Circuito	Área (m ²)
Portal	98
Rellanos de las plantas	36
Agaterado	63
Cuartos comunes	140
Caja de escalera	24

Tabla 20: áreas de las distintas zonas comunes

A continuación, se presentará una tabla a modo de resumen de la previsión de carga de los servicios generales. Esta tabla incluye la previsión de instalación de dos tomas de corriente, una en el cuarto del conserje y otra en el portal y la instalación de portero automático.

Circuito	Previsión de cargas (W/m ²)	Superficie (m ²)	Unidades	Total (W)
Portal	8	98		784
Plantas	8	36	4	1152
Agaterado	8	63		504
Cuartos comunes	8	140		1120
Escalera	4	24	6	576
Ascensores				9000
Toma de corriente			2	6900
Portero automático			1	100
TOTAL				20136

Tabla 21: Previsión de carga de los servicios generales

2.1.3. En el garaje

2.1.3.1. Extracción

Según el REBT en la ITC-BT-10 en el apartado 3.4, la carga se calculará considerando un mínimo de 10 W por metro cuadrado y planta para garajes de ventilación natural y de 20 W para los de ventilación forzada, con un mínimo de 3.450W a 230 V y coeficiente de simultaneidad 1.

Como ya se dijo anteriormente, nuestro caso es ventilación forzada. Teniendo en cuenta la superficie y el tipo de ventilación, obtendremos el valor de la potencia:

$$P = PC * S$$

Donde: PC es la previsión de cargas (W/m²) y S es la superficie (m²).

Con lo anterior y teniendo en cuenta que la superficie de nuestro garaje es de 347 m², obtenemos:

$$P = 20 * 347 = 6940 \text{ W}$$

2.1.3.2. Iluminación

Para la iluminación general del garaje emplearé 16 unidades de luz tipo LED. En particular, "Pantalla estanca con led integrado" de 1200 mm de 36 W.

2.1.3.3. Motor para la puerta del garaje

El motor elegido para la puerta del garaje será el "Dimoel BTL". Es un motor para puertas basculantes para paso de vehículos de un edificio residencial. La potencia máxima de este motor es de 350 W.

2.1.3.4. Tabla resumen de la previsión de cargas del garaje

Con todo lo anterior, obtenemos

Circuito	Potencia (W)	Unidades	Total (W)
Extracción			6940
Iluminación garaje	16	36	576
Motor puerta		1	350
Detección CO	200	2	400
Detección de incendios		1	300
TOTAL			8566

Tabla 22: Previsión de cargas del garaje

2.1.4. Previsión de cargas de los locales comerciales

Como ya se ha explicado anteriormente, en la planta baja del edificio habrá un total de tres locales comerciales:

✚ **Local 1:** Tiene una superficie útil de 60 m². Puesto que la actividad que se va a desarrollar en dicho local no va a requerir de una instalación con fines especiales, seguiremos las indicaciones sobre la carga correspondiente a locales comerciales especificados en la ITC-BT-10 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

En esta ITC se establece una previsión de cargas, como mínimo, de 100 W/m² y planta, con un coeficiente de simultaneidad de 1.

$$P_{\text{Local 1}} = 60\text{m}^2 * 100\text{W/m}^2 = 6000 \text{ W}$$

Por tanto, como la potencia calculada es superior a la mínima por local según el reglamento, la potencia total prevista del local 1 será 6000 W.

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

✚ **Local 2:** Tiene una superficie útil de 70 m². Puesto que la actividad que se va a desarrollar en dicho local no va a requerir de una instalación con fines especiales, seguiremos las indicaciones sobre la carga correspondiente a locales comerciales especificados en la ITC-BT-10 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

En esta ITC se establece una previsión de cargas, como mínimo, de 100 W/m² y planta, con un coeficiente de simultaneidad de 1.

$$P_{\text{Local 2}} = 70 \text{ m}^2 * 100 \text{ W/m}^2 = 7000 \text{ W}$$

Por tanto, como la potencia calculada es superior a la mínima por local según el reglamento, la potencia total prevista del local 2 será 7000 W.

✚ **Local 3:** Tiene una superficie útil de 127 m². Puesto que la actividad que se va a desarrollar en dicho local no va a requerir de una instalación con fines especiales, seguiremos las indicaciones sobre la carga correspondiente a locales comerciales especificados en la ITC-BT-10 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

En esta ITC se establece una previsión de cargas, como mínimo, de 100 W/m² y planta, con un coeficiente de simultaneidad de 1.

$$P_{\text{Local 3}} = 127 \text{ m}^2 * 100 \text{ W/m}^2 = 12700 \text{ W}$$

Por tanto, como la potencia calculada es superior a la mínima por local según el reglamento, la potencia total prevista del local 3 será 12700 W.

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

A continuación, se presenta la previsión de potencia en los locales comerciales a través de una tabla, a modo de resumen:

	Superficie(m ²)	Previsión de carga (W/m ²)	Previsión de carga (W)
Local 1	60	100	6000
Local 2	70		7000
Local 3	127		12700
		Carga Total (Cs=1)	25700

Tabla 23: Previsión de carga de los locales comerciales

2.1.5. Previsión de cargas total

Con todos los datos obtenidos en los apartados anteriores, vamos a calcular la previsión de cargas total.

Según lo expuesto en el apartado 2.1, la previsión de cargas total la calcularemos a través de la siguiente fórmula:

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

Donde, a modo de recuerdo, P_V corresponde a la carga correspondiente al conjunto de viviendas; P_{SG} es la correspondiente a los servicios generales del edificio; P_{LC} es la correspondiente a los locales comerciales y P_G la correspondiente a los garajes.

Los datos a sustituir en la fórmula son:

Circuito	Carga prevista (W)
Viviendas	71875
Servicios generales	20136
Garaje	8566
Locales comerciales	25700

Tabla 24: Previsión de cargas individual de cada lugar de consumo

Sustituyendo los datos en la fórmula, tenemos que la previsión total de potencia es:

$$P_T = 71875 + 20136 + 8566 + 25700 = 126277 \text{ W}$$

2.2. LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN

Para el cálculo y dimensionamiento de la línea general de alimentación (LGA), seguiremos la ITC-BT-14, del REBT.

Basándonos en la norma, los conductores a utilizar (tres de fase y uno neutro), serán de cobre, unipolares y aislados, siendo su nivel de aislamiento 0,6/1 kV.

Tal y como dice la norma, la sección mínima del citado conductor de cobre será de 10 mm².

Para el cálculo de la sección de los cables, tendremos en cuenta la máxima caída de tensión permitida y la intensidad máxima admisible.

Las fórmulas utilizadas para el cálculo de la intensidad y de la caída de tensión para poder seleccionar la correcta sección del cable serán las siguientes:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos \varphi} \quad (1)$$

$$S = \frac{P * L}{\sigma * u * V} \quad (2)$$

$$\Delta V(\%) = \frac{\Delta V}{V} * 100 \quad (3)$$

Donde,

- ✚ **I**: intensidad (A)
- ✚ **P**: potencia (W)
- ✚ **V**: tensión (V)
- ✚ **Cos φ** : factor de potencia
- ✚ **ΔV** : caída de tensión (V)
- ✚ **L**: longitud (m)
- ✚ **σ** : conductividad (m/ Ω *mm²)
- ✚ **S**: sección (mm²).

En primer lugar, la caída de tensión máxima permitida será 0,5%, ya que en nuestro caso los contadores están totalmente centralizados.

Emplearemos cables de cobre de aislamiento XLPE, en concreto RZ1-K 0,6/1kV. La permeabilidad del cobre a 90°C es de 44m/ Ω *mm². También tendremos en cuenta un fdp=0,9.

La caída de tensión máxima, tal y como se dijo anteriormente, es del 0,5%. Al ser alimentación trifásica obtenemos una caída de tensión máxima de 2V, a través de la fórmula (3).

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

Sustituimos las fórmulas (1) y (2) con los datos obtenidos en apartados anteriores y sabiendo que la longitud L desde la CGP hasta la centralización de contadores es de 20 metros, obtenemos:

$$S = \frac{P * L}{\sigma * u * V} = \frac{125977 * 20}{44 * 2 * 400} = 71,5778 \text{ mm}^2$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos \varphi} = \frac{125977}{\sqrt{3} * 400 * 0,9} = 202,036 \text{ A}$$

Yendo a la tabla A-52-1 bis de la ITC-BT-19, al apartado B (conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en obra), obtenemos:

Entramos en la citada tabla con el valor de la sección, tomando el valor más próximo al alza ($S_n=95 \text{ mm}^2$), obteniendo una I_{adm} de 224 A. Cumple que $I_c \leq I_n \leq I_{adm}$.

Como no sabemos a ciencia cierta si van a existir desequilibrios o corrientes armónicas, no podemos reducir la sección del neutro, siendo esta de igual dimensión que las de fase.

A modo de resumen, se presenta la siguiente tabla:

P (W)	Tensión (V)	CGP (A)	Longitud (m)	Conductores (ud)	S.fase (mm ²)	S.neutro (mm ²)	φ _{et} (mm)
125977	400	250	20	4	95	95	140

Tabla 26: Resumen cálculo sección LGA

Donde φ_{et} es el diámetro exterior del tubo. Como hemos considerado sección del conductor de fase igual que el conductor neutro, tiene un valor tan elevado (lo hemos calculado a través de la tabla 1 de la ITC-BT-14).

2.3. DERIVACIONES INDIVIDUALES

Las derivaciones individuales se calcularán a través de la ITC-BT-15, del REBT. Las características de los conductores serán las que se muestran a continuación:

- ✚ Los conductores serán de cobre, aislados y unipolares.
- ✚ La tensión asignada será 450/750 V.
- ✚ Teniendo en cuenta que los cables tienen que ser no propagadores de incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, elegimos el ES07Z1-K.
- ✚ Alimentación trifásica con neutro para las derivaciones individuales de garaje y servicios generales.
- ✚ Alimentación monofásica para el resto de las derivaciones individuales.

También, antes de pasar al cálculo, hay que tener en cuenta, según la ITC-BT-15, que la caída de tensión máxima admisible para nuestro caso, que es el de contadores totalmente concentrados es del 1 %.

Las fórmulas a emplear para realizar el cálculo de intensidad y sección son las mismas que para el cálculo de la LGA, a excepción que hay que añadir el suministro monofásico.

- ✓ Suministro trifásico:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos \varphi} \quad (1)$$

$$S_{DI} = \frac{\sqrt{3} * L * I * \rho * \cos \varphi}{\Delta V_{max}} \quad (4)$$

$$\Delta V = e = \frac{\sqrt{3} * L * I * \rho * \cos \varphi}{S} \quad (5)$$

$$\Delta V(\%) = \frac{\Delta V}{V} * 100 \quad (6)$$

- ✓ Suministro monofásico:

$$I = \frac{P}{V * \cos \varphi} \quad (7)$$

$$S_{DI} = \frac{2 * L * I * \rho * \cos \varphi}{\Delta V_{max}} \quad (8)$$

$$\Delta V = e = \frac{2 * L * I * \rho * \cos \varphi}{S} \quad (9)$$

$$\Delta V(\%) = \frac{\Delta V}{V} * 100 \quad (6)$$

La leyenda es la misma para ambos casos, siendo:

I: intensidad (A)

P: Potencia (w)

V: Tensión (V)

$\cos \varphi$: Factor de potencia

ΔV : caída de tensión (V)

L: Longitud (m)

σ : conductividad ($m/\Omega \cdot mm^2$)

S: Sección (mm^2)

El factor de potencia tenido en cuenta en redes monofásicas es igual a la unidad y para redes trifásicas consideraremos 0,8.

A continuación, se muestra la tabla resumen del cálculo y dimensionamiento de las derivaciones individuales:

Tabla 27:

Derivaciones individuales	P(W)	I(A)	V(V)	L(m)	Nº cond (ud)	Sección fase (mm2)	Sneutro (mm2)	Sprotecc (mm2)	Øet (mm)
Vivienda (1-A)	5750	25	230	13	3	6	6	6	25
Vivienda (1-B)	5750	25	230	19	3	10	10	10	25
Vivienda (1-C)	5750	25	230	21	3	10	10	10	25
Vivienda (1-D)	5750	25	230	15	3	6	6	6	25
Vivienda (2-A)	5750	25	230	16	3	10	10	10	25
Vivienda (2-B)	5750	25	230	22	3	10	10	10	25
Vivienda (2-C)	5750	25	230	24	3	10	10	10	25
Vivienda (2-D)	5750	25	230	18	3	10	10	10	25
Vivienda (3-A)	5750	25	230	19	3	10	10	10	25
Vivienda (3-B)	5750	25	230	25	3	10	10	10	25
Vivienda (3-C)	5750	25	230	27	3	16	16	16	32
Vivienda (3-D)	5750	25	230	21	3	10	10	10	25
Vivienda (4-A)	5750	25	230	22	3	10	10	10	25
Vivienda (4-B)	5750	25	230	28	3	16	16	16	32

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

Vivienda (4-C)	5750	25	230	30	3	16	16	16	32
Vivienda (4-D)	5750	25	230	24	3	10	10	10	25
Serv. Generales	20136	36,3298	400	10	5	6	6	6	25
Garaje	8266	14,9137	400	15	5	6	6	6	25
Local 1	6000	26,0870	230	3	3	6	6	6	25
Local 2	7000	30,4348	230	12	3	6	6	6	25
Local 3	12700	55,2174	230	12	3	16	16	16	32

El cuadro general de mando y protección de los servicios generales se localizará en el portal. Por otro lado, el correspondiente al garaje, se situará en el propio garaje (en la planta -1) y el de las viviendas, a la entrada de cada una de ellas.

La sección mínima será de 6mm^2 para cables polares, neutro y protección. Es por ello, que, aunque numéricamente haya obtenido valores inferiores, he tenido que optar por ese valor mínimo de sección para algunas viviendas, servicios generales y locales comerciales.

Hemos optado por que en las Derivaciones Individuales la sección del conductor neutro sea igual al de fase.

2.4. INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS

2.4.1. Circuitos de las viviendas

Para el dimensionamiento de las instalaciones interiores nos guiamos en la ITC-BT-25.

A modo de recuerdo, los circuitos interiores correspondientes al grado de electrificación elegido (electrificación básica), son los siguientes:

- ✚ **C₁: Circuito de distribución interna**, destinado a alimentar los puntos de iluminación
- ✚ **C₂: Circuito de distribución interna**, destinado a tomas de corriente de uso general y de frigorífico.
- ✚ **C₃: Circuito de distribución interna**, destinado a alimentar la cocina y el horno.
- ✚ **C₄: Circuito de distribución interna**, destinado a alimentar la lavadora, lavavajillas y termo eléctrico.
- ✚ **C₅: Circuito de distribución interna**, destinado a alimentar las tomas de corriente de los cuartos de baño, así como las bases auxiliares de la cocina.

Los conductores deben ser de cobre y la caída de tensión será como máximo del 3%, siendo calculada con el valor de intensidad igual a la del interruptor automático de dicho circuito y para una distancia correspondiente a la del punto de utilización más alejado del origen de la instalación interior.

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, según el tipo de esquema utilizado.

Según la ITC-BT-07, la temperatura máxima que puede aguantar el PVC es de 70°C en servicio permanente, siendo la resistividad del cobre a dicha temperatura de 0,02127 ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$).

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

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

$$I = \frac{P}{V * \cos \varphi} \quad (7)$$

$$\Delta V = e = \frac{2 * L * I * \cos \varphi}{\sigma * S} = \frac{2 * L * P}{\sigma * S * V} \quad (10)$$

$$\Delta V(\%) = \frac{\Delta V}{V} * 100 \quad (6)$$

Para el caso de las viviendas de dos dormitorios, los receptores seleccionados por circuito teniendo en cuenta la normativa explicada anteriormente, son:

Estancia	C1	C2	C3	C4	C5
Entrada-recibidor	2	1			
Pasillo	2	1			
Cocina	2	2	1	3	3
Baño	2				1
Salón	4	3			
Habitación principal	4	3			
Aseo 2	2				1
Habitación 2	4	3			
TOTAL	22	13	1	3	5

Tabla 28: receptores seleccionados para las viviendas de dos dormitorios

A continuación, se adjuntan los circuitos interiores de las viviendas de dos dormitorios: **Tabla 29**

Circuito	Nº de tomas utilizadas	F _s	F _u	Potencia por toma (W)	Interruptor automático(A)	Tipo de Toma	Potencia circuito (W)	Conductores sección utilizada (mm ²)	Longitud asignada (m)	Diámetro Tubo (mm)
C1	22	0,75	0,5	200	10	Punto de Luz	1650	1,5	15	16
C2	13	0,2	0,25	3450	16	Base 16A	2242,5	2,5	16	20
C3	1	0,5	0,75	5400	25	Base 25A	2025	6	6	25
C4	3	0,66	0,75	3450	20	Base 16A	5123,25	4	7	20
C5	5	0,4	0,5	3450	16	Base 16A	3450	2,5	13	20

Tabla 29: Circuitos interiores de las viviendas de dos dormitorios

Para el caso de las viviendas de tres dormitorios, los receptores seleccionados por circuito teniendo en cuenta la normativa explicada anteriormente, son:

Estancia	C1	C2	C3	C4	C5
Entrada-recibidor	2	1			
Pasillo	3	1			
Salón-cocina	6	5	1	3	3
Baño	2				1
Habitación principal	4	4			
Aseo 2	2				1
Habitación 2	4	3			
Habitación 3	4	3			
TOTAL	27	17	1	3	5

Tabla 30: receptores seleccionados para las viviendas de tres dormitorios

Los circuitos interiores para las viviendas de tres dormitorios serán:

Circuito	Nº de tomas utilizadas	F _s	F _u	Potencia por toma (W)	Interruptor automático(A)	Tipo de Toma	Potencia circuito (W)	Conductores sección utilizada (mm ²)	Longitud asignada (m)	Diámetro Tubo (mm)
C1	27	0,75	0,5	200	10	Punto de Luz	2025	1,5	18	16
C2	17	0,2	0,25	3450	16	Base 16A	2932,5	2,5	17	20
C3	1	0,5	0,75	5400	25	Base 25A	2025	6	6	25
C4	3	0,66	0,75	3450	20	Base 16A	5123,25	4	7	20
C5	5	0,4	0,5	3450	16	Base 16A	3450	2,5	15	20

Tabla 31: circuitos interiores de las viviendas de tres dormitorios

2.4.2. Circuitos de los servicios generales.

Para el caso de los circuitos de los servicios generales, nos guiaremos de la ITC-BT-19.

En primer lugar, suponemos un factor de potencia igual a la unidad para los circuitos monofásicos, y de 0,8 para el motor del ascensor.

La caída de tensión máxima permitida será del 3% para circuito de alumbrado y del 5% para el resto de los usos (circuitos).

Las fórmulas a utilizar serán las mismas a las correspondientes en apartados anteriores:

❖ **Suministro trifásico:**

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos \varphi} \quad (1)$$

$$S_{Dt} = \frac{\sqrt{3} * L * I * \rho * \cos \varphi}{\Delta V_{max}} \quad (4)$$

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

$$\Delta V = e = \frac{\sqrt{3} * L * I * \rho * \cos \varphi}{S} \quad (5)$$

$$\Delta V(\%) = \frac{\Delta V}{V} * 100 \quad (6)$$

❖ Suministro monofásico:

$$I = \frac{P}{V * \cos \varphi} \quad (7)$$

$$S_{DI} = \frac{2 * L * I * \rho * \cos \varphi}{\Delta V_{max}} \quad (8)$$

$$\Delta V = e = \frac{2 * L * I * \rho * \cos \varphi}{S} \quad (9)$$

$$\Delta V(\%) = \frac{\Delta V}{V} * 100 \quad (6)$$

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

La leyenda es la misma para ambos casos, siendo:

I: intensidad (A)

P: Potencia (w)

V: Tensión (V)

Cos φ : Factor de potencia

ΔV : caída de tensión (V)

L: Longitud (m)

σ : conductividad (m/ Ω *mm²)

S: Sección (mm²)

A continuación se presentan, en la siguiente tabla, los cálculos para el dimensionamiento de los circuitos:

Circuito	P (W)	V (V)	I (A)	L (m)	Nº Conductores	Sfase (mm ²)	S Neutro(mm)	Φet(mm)
Al. Portal	784	230	3,40869565	11	3	1,5	1,5	20
Al. Plantas	1152	230	5,00869565	27	3	1,5	1,5	20
Al. Escalera	576	230	2,50434783	20	3	1,5	1,5	20
Al. Agaterado	504	230	2,19130435	40	3	1,5	1,5	20
Al. Cuartos comunes	1120	230	4,86956522	37	3	1,5	1,5	20
Toma de corriente	6900	230	30	13	3	4	4	20
Portero automático	100	230	0,43478261	10	3	1,5	1,5	20
Ascensores	9000	400	16,2379763	37	5	6	6	40

Tabla 32: Cuadro dimensionamiento servicios generales

2.4.3. Circuitos de los garajes

Vamos a suponer un factor de potencia unidad para los circuitos monofásicos, y de 0,8 para los trifásicos.

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

Con las mismas fórmulas del apartado anterior, obtenemos:

Circuito	P (W)	V (V)	I (A)	L (m)	Nº Conductores	Sfase (mm ²)	Sneuro (mm ²)	Φet(mm)
Iluminación garaje	576	230	2,50434783	12	3	1,5	1,5	20
Motor puerta	350	400	0,63147686	13	5	6	6	40
Detección CO	400	230	1,73913043	10	3	1,5	1,5	20
Extracción	6940	400	12,521284	6	5	6	6	40
Detección de incendios	300	230	1,30434783	10	3	1,5	1,5	20

Tabla 33: Dimensionamiento garajes

2.5. CÁLCULO Y SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES

2.5.1. Protecciones de la caja general de protección

Los cálculos los realizaremos por medio de las siguientes fórmulas:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

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

Donde,

- **I_b**: Es la corriente para la que se ha diseñado el circuito según la previsión de cargas
- **I_n**: Corriente asignada del dispositivo de protección
- **I_z**: Es la corriente máxima admisible del conductor
- **I_f**: Es la corriente que garantiza el funcionamiento efectivo de la protección

Para el caso de la caja general de protección, se emplearán fusibles como elemento protector.

Como ya se ha dicho anteriormente, en nuestro edificio habrá una única LGA.

A continuación, se opera, teniendo como resultado los datos obtenidos en la tabla que se muestra a continuación:

P (W)	Tensión (V)	I _b (A)	I _n (A)	I _z (A)	I _f =1,6*I _n (A)	I _f =1,45*I _n (A)	S.fase (mm ²)	S.neutro (mm ²)	φ _{et} (mm)
126277	400	202,5168	250	260	400	362,5	120	120	200

Tabla 34: Cálculo de las protecciones de la LGA

Para escoger el fusible, he ido al catálogo de la empresa df Electric. Los fusibles elegidos serán del tipo NHO S de 250 A (todos los escogeremos de la clase gG, que son fusibles de protección integral para aplicaciones generales). En total emplearemos tres fusibles que serán colocados en las bases de portafusibles que vienen en la CGP.

2.5.2. Protecciones de la centralización de contadores

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

Al inicio de cada derivación individual, hay un fusible de seguridad, para que, en caso de cortocircuito, este se funda y proteja el resto del circuito.

Los cálculos se realizan de la misma manera que en el apartado anterior, obteniendo:

Derivaciones individuales	P (W)	Tensión (V)	Ib(A)	In(A)	Iz(A)	If=1,6*In (A)	If=1,45*In (A)	FUSIBLES	S.fase (mm2)	S.neutro (mm2)	φet (mm)
Vivienda (1-A)	5750	230	25	35	49	56	50,75	NHO 35A	6	6	25
Vivienda (1-B)	5750	230	25	35	68	56	50,75	NHO 35A	10	10	25
Vivienda (1-C)	5750	230	25	35	68	56	50,75	NHO 35A	10	10	25
Vivienda (1-D)	5750	230	25	35	49	56	50,75	NHO 35A	6	6	25
Vivienda (2-A)	5750	230	25	35	68	56	50,75	NHO 35A	10	10	25
Vivienda (2-B)	5750	230	25	35	68	56	50,75	NHO 35A	10	10	25
Vivienda (2-C)	5750	230	25	35	68	56	50,75	NHO 35A	10	10	25
Vivienda (2-D)	5750	230	25	35	68	56	50,75	NHO 35A	10	10	25
Vivienda (3-A)	5750	230	25	35	68	56	50,75	NHO 35A	10	10	25
Vivienda (3-B)	5750	230	25	35	68	56	50,75	NHO 35A	10	10	25
Vivienda (3-C)	5750	230	25	35	91	56	50,75	NHO 35A	16	16	32
Vivienda (3-D)	5750	230	25	35	68	56	50,75	NHO 35A	10	10	25
Vivienda (4-A)	5750	230	25	35	68	56	50,75	NHO 35A	10	10	25
Vivienda (4-B)	5750	230	25	35	91	56	50,75	NHO 35A	16	16	32
Vivienda (4-C)	5750	230	25	35	91	56	50,75	NHO 35A	16	16	32
Vivienda (4-D)	5750	230	25	35	68	56	50,75	NHO 35A	10	10	25
Serv. Generales	20136	400	36,3297657	40	44	64	58	NHO 40A	6	6	25
Garaje	8266	400	14,9136791	16	44	25,6	23,2	NHO 16A	6	6	25
Local 1	6000	230	26,0869565	35	49	56	50,75	NHO 35A	6	6	25
Local 2	7000	230	30,4347826	35	49	56	50,75	NHO 35A	6	6	25
Local 3	12700	230	55,2173913	63	91	100,8	91,35	NHO 63A	16	16	32

Tabla 35 : Cálculo de las protecciones de las derivaciones individuales

Para escoger el fusible deseado, vamos al catálogo de df electricis.

A modo de resumen, tendremos:

- ✓ 18 fusibles del tipo NH0 35A
- ✓ 1 fusible del tipo NH0 40A
- ✓ 1 fusible del tipo NH0 16A
- ✓ 1 fusible del tipo NH0 63 A

Como se ha dicho anteriormente, todos serán del tipo gG.

2.5.3. Protección de los cuadros de las viviendas

En este caso el elemento protector es un interruptor automático.

El tipo de PIA lo hemos obtenido del catálogo de Häger, clase MUN.

A continuación, se muestra una tabla resumen con los cálculos realizados para la obtención de las protecciones de los cuadros de las viviendas:

✓ Viviendas de dos habitaciones:

Circuito	Potencia (W)	Tensión (V)	I _b (A)	I _n (A)	I _z (A)	I _f =1,6*I _n (A)	I _f =1,45*I _n (A)	FUSIBLES	S.fase (mm ²)	S.neutro (mm ²)	φ _{et} (mm)
C1	1650	230	7,17391304	10	20	16	14,5	MUN210A	1,5	1,5	16
C2	2242,5	230	9,75	16	26,5	25,6	23,2	MUN216A	2,5	2,5	20
C3	2025	230	8,80434783	25	46	16	14,5	MUN225A	6	6	25
C4	5123,25	230	22,275	25	36	40	36,25	MUN225A	4	4	20
C5	3450	230	15	16	26,5	25,6	23,2	MUN216A	2,5	2,5	20

Tabla 36: Cálculo de las protecciones de los cuadros de las viviendas

✓ Viviendas de tres habitaciones:

Circuito	Potencia(W)	Tensión (V)	I _b (A)	I _n (A)	I _z (A)	I _f =1,6*I _n (A)	I _f =1,45*I _n (A)	FUSIBLES	S.fase (mm ²)	S.neutro (mm ²)	φ _{et} (mm)
C1	2025	230	8,80434783	10	20	16	14,5	MUN210A	1,5	1,5	16
C2	2932,5	230	12,75	16	26,5	25,6	23,2	MUN216A	2,5	2,5	20
C3	2025	230	8,80434783	25	46	16	14,5	MUN225A	6	6	25
C4	5123,25	230	22,275	25	36	40	36,25	MUN225A	4	4	20
C5	3450	230	15	16	20	25,6	23,2	MUN216A	2,5	2,5	20

Tabla 37: Cálculo de las protecciones de los cuadros de las viviendas

A modo de resumen, tendremos un total de 80 PIA's, que desglosado queda:

- ✓ **32 unidades de MUN210A**
- ✓ **32 unidades de MUN216A**
- ✓ **16 unidades de MUN 225^a**

2.5.4. Protección de los servicios generales

Tendremos un PIA por cada circuito de los servicios generales

Las protecciones han sido elegidas del catálogo de Häger, teniendo en cuenta los cálculos realizados.

A continuación se presentan los cálculos obtenidos junto con las protecciones elegidas:

Circuito	Potencia (W)	V (V)	I _b (A)	I _n (A)	I _z (A)	I _f =1,6*I _n (A)	I _f =1,45*I _n (A)	FUSIBLES	S.fase (mm ²)	S.neutro (mm ²)	φ _{et} (mm)
Al. Portal	784	230	3,40869565	6	20	9,6	8,7	MUN206A	1,5	1,5	20
Al. Plantas	1152	230	5,00869565	6	20	9,6	8,7	MUN206A	1,5	1,5	20
Al. Escalera	576	230	2,50434783	6	20	9,6	8,7	MUN206A	1,5	1,5	20
Al. Agaterado	504	230	2,19130435	6	20	9,6	8,7	MUN206A	1,5	1,5	20
Al. Cuartos comunes	1120	230	4,86956522	6	20	9,6	8,7	MUN206A	1,5	1,5	20
Toma de corriente	6900	230	30	32	36	51,2	46,4	MUN232A	4	4	20
Portero automático	100	230	0,43478261	6	20	9,6	8,7	MUN206A	1,5	1,5	20
Ascensores	9000	400	16,2379763	20	46	32	29	MUN220A	6	6	40

Tabla 39: protecciones de los servicios generales

A modo de resumen, tendremos 6 PIA's tipo MUN206A, un PIA MUN220A y un PIA MUN232A.

2.5.5. Protección de los garajes

En el garaje tendremos tantos PIA como número de circuitos tengamos.

Teniendo en cuenta los cálculos obtenidos y que los PIA los hemos elegido sobre el mismo catálogo anterior (Häger), se presentan a continuación los resultados obtenidos:

Circuito	P (W)	V (V)	Ib (A)	In (A)	Iz (A)	If=1,6*In (A)	If=1,45*In (A)	FUSIBLES	S.fase (mm2)	S.neutro (mm2)	φet (mm)
Iluminación garaje	576	230	2,50434783	6	20	9,6	8,7	MUN206A	1,5	1,5	20
Motor puerta	350	400	0,63147686	6	40	9,6	8,7	MUN206A	6	6	40
Detección CO	400	230	1,73913043	6	20	9,6	8,7	MUN206A	1,5	1,5	20
Extracción	6940	400	12,521284	16	40	25,6	23,2	MUN216A	6	6	40
Detección de incendios	300	230	1,30434783	6	20	9,6	8,7	MUN206A	1,5	1,5	20

Tabla 40: Cuadro resumen protecciones del garaje

A modo de resumen, tendremos 4 PIA's tipo MUN206A y un PIA MUN216A.

2.6. CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.

Considerando las explicaciones realizadas en el apartado de la memoria del presente proyecto, procedemos al cálculo:

2.6.1. Corriente de cortocircuito a la salida del transformador.

La instalación está alimentada por una red de distribución de media tensión. De esta red no conozco ni la tensión ni la corriente de cortocircuito, por lo que comienzo los cálculos aguas arriba desde la entrada de nuestra instalación.

En el apartado 2.1.5 del presente proyecto, hemos obtenido que la potencia total que va a demandar nuestra instalación son 126277W. A partir de este dato dimensionamos la potencia del transformador. El factor de la potencia considerado para el cálculo de la potencia aparente es 0,8.

La potencia aparente del transformador es:

$$S = \frac{126277}{0,8} = 157846,25 \text{ kVA}$$

Siguiendo la normativa, el valor normalizado de la potencia del transformador más próximo es 200kVA.

Consideramos que el transformador tiene una tensión de cortocircuito del 4%.

La intensidad nominal la obtenemos a través de la siguiente expresión:

$$I_n = \frac{\text{Potencia del transformador}}{\sqrt{3} * \text{Tensión nominal}(BT)} = \frac{200000}{\sqrt{3} * 400} = 288,67 \text{ A}$$

La Intensidad de cortocircuito la obtenemos a través de la siguiente fórmula:

$$I_{CC} = \frac{I_{nominal} * 100}{U_{cc}(\%)} = \frac{288,67 * 100}{4} = 7216,87 \text{ A}$$

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

Con este resultado, obtenemos la conclusión de que finalmente la sección de la LGA podrá ser de 120mm², debido a que la intensidad de cortocircuito es menor a la máxima corriente de cortocircuito que puede soportar un conductor de cobre de sección 120 mm² en un periodo de 0,2 segundos, según la ITC-BT-07.

La impedancia del transformador la obtenemos a través de la siguiente expresión:

$$Z_T = \frac{U^2}{S_N} * \frac{U_{CC}(\%)}{100} = \frac{400^2 * 4}{200000 * 100} = 0,032 \text{ ohmios}$$

2.6.2. Corriente de cortocircuito al final de la LGA.

Para este apartado, en la impedancia total hay que tener en cuenta la impedancia del transformador.

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

Tensión (V)	Longitud (m)	In(A)	S.fase (mm ²)	Zt	R(LGA)	Zk	Icc (A)
400	20	250	120	0,032	0,0060	0,0380	8431,6186

El poder de corte del fusible es superior a la máxima corriente de cortocircuito, por tanto, la línea general de alimentación está protegida frente a sobrecorrientes. Ya que asegura que se funde antes de destruirse.

2.6.3. Corriente de cortocircuito al final de las Derivaciones Individuales

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

Derivaciones individuales	Tensión (V)	Longitud (m)	ln(A)	S.fase (mm2)	R(LGA)	Zk	Icc (A)
Vivienda (1-A)	230	13	35	6	0,0774	0,1153	1595,3757
Vivienda (1-B)	230	19	35	10	0,0679	0,1058	1738,9739
Vivienda (1-C)	230	21	35	10	0,0750	0,1130	1629,0051
Vivienda (1-D)	230	15	35	6	0,0893	0,1272	1446,1078
Vivienda (2-A)	230	16	35	10	0,0571	0,0951	1934,9024
Vivienda (2-B)	230	22	35	10	0,0786	0,1165	1579,0764
Vivienda (2-C)	230	24	35	10	0,0857	0,1237	1487,8706
Vivienda (2-D)	230	18	35	10	0,0643	0,1022	1799,7205
Vivienda (3-A)	230	19	35	10	0,0679	0,1058	1738,9739
Vivienda (3-B)	230	25	35	10	0,0893	0,1272	1446,1078
Vivienda (3-C)	230	27	35	16	0,0603	0,0982	1873,3410
Vivienda (3-D)	230	21	35	10	0,0750	0,1130	1629,0051
Vivienda (4-A)	230	22	35	10	0,0786	0,1165	1579,0764
Vivienda (4-B)	230	28	35	16	0,0625	0,1005	1831,7137
Vivienda (4-C)	230	30	35	16	0,0670	0,1049	1753,7728
Vivienda (4-D)	230	24	35	10	0,0857	0,1237	1487,8706
Serv. Generales	400	10	40	6	0,0595	0,0975	3282,8530
Garaje	400	15	16	6	0,0893	0,1272	2514,9701
Local 1	230	3	35	6	0,0179	0,0558	3296,9283
Local 2	230	12	35	6	0,0714	0,1094	1682,1942
Local 3	230	12	63	16	0,0268	0,0647	2842,2214

El poder de corte de los fusibles NH es muy superior a las corrientes de cortocircuito, por tanto, también están las derivaciones individuales protegidas frente a sobreintensidades producidas por cortocircuitos.

Además, se ha comprobado que la sección de cada una de las derivaciones individuales es correcta frente al criterio de la corriente de cortocircuito, ya que todas ellas, son superiores a los valores mínimos, a través de la expresión:

$$S_{min} \geq \frac{I_{cc} * \sqrt{t}}{K}$$

Donde t es el tiempo de fusión del fusible y K es una constante que en nuestro caso es 135 por el tipo de aislamiento.

Con lo que no se producen pérdidas de aislamiento o rotura de los conductores.

2.6.4. Corriente de cortocircuito en los circuitos de las viviendas:

Para el caso de las intensidades de cortocircuito de las viviendas, solo calculamos las intensidades del caso más desfavorable, que es el de la vivienda 2-A. Si para este caso las protecciones cumplen las condiciones, en el resto de las viviendas también lo harán.

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

Circuito	Tensión (V)	Longitud (m)	Intensidad (A)	Sección (mm ²)	R(LGA)	Zk	Icc (A)
C1	230	15	10	1,5	0,3571	0,4522	406,8653
C2	230	16	16	2,5	0,2286	0,3237	568,4861
C3	230	6	25	6	0,0357	0,1308	1406,6254
C4	230	7	20	4	0,0625	0,1576	1167,5480
C5	230	13	16	2,5	0,1857	0,2808	655,2484

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. 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 .

Aplicando la fórmula sobre los cinco circuitos vemos que se cumple la condición.

Todos los interruptores cumplen los criterios, por lo que garantizan la seguridad.

De igual manera, se ha comprobado que las secciones de los circuitos son correctas frente a la intensidad de cortocircuitos, pues teniendo en cuenta el tiempo de disparo de los interruptores automáticos para los valores máximos de corriente de cortocircuito (0,02 segundos) obtenido de las curvas tiempo-corriente, y el máximo valor de la misma, todas son superiores a los valores mínimos que garantizarían las adecuadas condiciones de los conductores.

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

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

Circuito	Tensión (V)	Longitud (m)	Intesidad (A)	Sfase (mm2)	R(LGA)	Zk	Icc (A)
Al. Portal	230	11	6	1,5	0,2619	0,3594	511,9915
Al. Plantas	230	27	6	1,5	0,6429	0,7403	248,5367
Al. Escalera	230	20	6	1,5	0,4762	0,5737	320,7438
Al. Agaterado	230	40	6	1,5	0,9524	1,0499	175,2619
Al. Cuartos comunes	230	37	6	1,5	0,8810	0,9784	188,0567
Toma de corriente	230	13	32	4	0,1161	0,2135	861,6345
Portero automático	230	10	6	1,5	0,2381	0,3356	548,3184
Ascensores	400	37	20	6	0,2202	0,3177	1007,1942

Todos cumplen con las dos condiciones explicadas anteriormente, con lo que es válido.

2.6.6. Corriente de cortocircuito en los circuitos del garaje

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

Los circuitos de los garajes están protegidos mediante interruptores automáticos con curva MA (motor de la puerta y extracción, cuya fórmula es $I=12 \cdot I_n$) y el resto con curva C. Cumplen todos ambos criterios, el de la corriente (el poder de corte menor que la intensidad de cortocircuito) y el de la sección.

Circuito	Tensión (V)	Longitud (m)	Intesidad (A)	Sfase (mm2)	R(LGA)	Zk	Icc (A)
Iluminación garaje	230	12	6	1,5	0,2857	0,4130	445,5720
Motor puerta	400	13	6	6	0,0774	0,2046	1563,8818
Detección CO	230	10	6	1,5	0,2381	0,3653	503,6496
Extracción	400	6	16	6	0,0357	0,1630	1963,7639
Detección de incendios	230	10	6	1,5	0,2381	0,3653	503,6496

2.7. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

Según la ITC-BT-18, el electrodo se dimensionará de tal manera que la resistencia de tierra, en cualquier circunstancia, no sea superior al valor especificado para ella.

El valor de la resistencia de tierra será tal que cualquier masa no puede generar tensiones de contacto superiores a 24V.

Si las condiciones de la instalación permiten que se den lugar tensiones de contacto superiores a 24V, se asegurará la rápida eliminación mediante los dispositivos de corte.

Según la tabla 5 de la ITC-BT-18, la resistencia de tierra con un conductor enterrado horizontalmente puede calcularse aproximadamente por medio de la siguiente fórmula:

$$R = \frac{2 * \rho}{L}$$

Siendo:

- ✓ ρ = Resistividad del terreno
- ✓ R = Resistencia en Ω
- ✓ L = Longitud de la zanja ocupada por el conductor, en metros. (La longitud a considerar es el perímetro del edificio.)

La tabla 3 de la ITC-BT-18 nos aporta unos valores orientativos de la resistividad en función del terreno. Considero que la naturaleza de mi terreno es suelo pedregoso cubierto de césped, cuya resistividad comprende los valores 300-500 Ω *m. Consideramos un valor de 350 Ω *m.

El perímetro del edificio es de 80m. Por lo tanto, la resistencia del anillo de tierra es:

$$R = \frac{2 * \rho}{L} = \frac{2 * 350}{80} = 8,75 \Omega$$

El valor entra dentro de los límites establecidos, por lo que es válido. Pero, si quisiera reducir el valor de la resistencia del electrodo bastaría con instalar varias picas conectadas

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

en paralelo, manteniendo una distancia entre ellas, como mínimo, al doble de su longitud.

Considerando que cada pica es de 2 metros de longitud:

$$R = \frac{\rho}{N * L} = \frac{350}{5 * 2} = 35 \Omega$$

La resistencia total, será:

$$R_{TOTAL} = \frac{1}{\frac{1}{R_{ANILLO}} + \frac{1}{R_{PICAS}}} = 7 \Omega$$

Como se puede comprobar, hemos reducido la resistencia de la toma de tierra.

3. ANEXOS

A continuación, se presentarán dos estudios distintos sobre aprovechamiento de energías renovables, para instalar uno de los dos en nuestro edificio. El primero de ellos consiste en el aprovechamiento de la energía solar fotovoltaica y el segundo en el aprovechamiento de la energía geotérmica. El objeto del estudio es la incorporación a nuestro edificio de energías limpias, que sean solidarias con el medio ambiente, y que a la larga nos suponga un ahorro económico.

3.1. INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED

INSTALACIÓN DE SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA AUTOCONSUMO SOBRE LA CUBIERTA DEL EDIFICIO.

A continuación, se detallan las características más relevantes de la Instalación.

3.1.1. Objetivo de la instalación fotovoltaica:

El propósito de ejecutar la instalación fotovoltaica proyectada es la de dotar al edificio de un sistema fotovoltaico para autoconsumo de 10 kw, y excedentes acogidos a compensación con la finalidad de disminuir el propio consumo eléctrico del edificio, aminorar el importe de la facturación y así poder *“reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y compensar estas emisiones”*.

3.1.2. Clasificación de la instalación:

Tomando como base la ITC-BT-40, la instalación se clasifica como: Instalación Generadora Interconectada de baja tensión *“C1”*, *Las instalaciones generadoras con punto de conexión en la red de distribución de baja tensión, en la que hay otros circuitos e instalaciones de baja tensión conectados a ella, independientemente de que la finalidad de la instalación sea tanto vender energía como alimentar cargas, en paralelo con la Red de Distribución Pública.*

En cuanto a la modalidad de autoconsumo (Rd 244/2019), será colectivo, es decir, existen varios consumidores asociados a la misma instalación de generación. Este es el tipo de autoconsumo empleado en las comunidades de propietarios o en polígonos industriales. En nuestro caso, como se dijo anteriormente, realizaremos una instalación de sistema fotovoltaico para autoconsumo de 10 kW., con excedentes acogida a compensación.

3.1.3. Características de la instalación fotovoltaica:

3.1.3.1. Características generales.

Instalación solar fotovoltaica conectada a la red, destinada a la generación de energía eléctrica para el autoconsumo, sin acumulación (baterías); con la posibilidad de cubrir la demanda con la energía eléctrica de la red y poder verter los excedentes a la compañía suministradora para su compensación.

Esta instalación que queremos realizar se denomina balance neto. Es un modelo de conexión entre un pequeño productor de energía eléctrica renovable para autoconsumo (en nuestro caso fotovoltaica) y la red eléctrica general, en el cual hay un intercambio de electricidad.

Cuando los paneles solares fotovoltaicos produzcan más electricidad de la que consume, el excedente se inyecta a la red eléctrica general. Por otro lado, en los momentos en los que se necesite energía eléctrica y los paneles fotovoltaicos no estén funcionando, se adquirirá de la red eléctrica. De esta manera, no se emplearán baterías para el almacenamiento de energía. Estos movimientos de electricidad son contabilizados mediante los contadores correspondientes.

Para tal fin, se proyecta una instalación de 36 placas solares dispuestas en la cubierta principal del edificio, sobre el tejado, a través de una estructura de aluminio, denominada KHT 915. Esta estructura está diseñada para ser instalada sobre superficies de teja, como en nuestro caso, en la que se adapta a la inclinación de la cubierta existente. Esta estructura permite colocar cualquier tipo de paneles, ya que es regulable.

Los paneles se dispondrán en cuatro filas, habiendo 9 paneles en cada fila. Se dispondrá de hueco necesario para el mantenimiento o la sustitución de paneles.

En base al estudio realizado para dimensionar la instalación, considerando las diferentes demandas horarias del edificio y las tramitaciones legales, se estima aproximar la potencia instalada a:

- Potencia nominal de la instalación: 10 KW.
- Potencia CC nominal del inversor: 8,76 KW.

3.1.3.2. Emplazamiento de los módulos fotovoltaicos.

Los 36 paneles fotovoltaicos, se disponen sobre la cubierta del edificio, la cual tiene una inclinación de 16,69°. Estos paneles se colocarán en la aguada sur del edificio, ya que es donde mayor radiación solar se obtiene. El ángulo de inclinación de los paneles será el mismo que el del tejado, que es de 16,69°.

Su ubicación se determina de manera que:

- Queden dentro del espacio teórico protegido del edificio.
- Transmitan las cargas de su propio peso y de los esfuerzos del viento de manera uniforme sobre la cubierta del edificio.
- Se eviten las sombras entre las filas de paneles y petos de la cubierta.
- Resulte fácil y segura la accesibilidad a los mismos para su mantenimiento.

Teniendo en cuenta la explicación anterior, los paneles se dispondrán en cuatro filas, habiendo 9 paneles en cada fila. Se dispondrá de hueco necesario para el mantenimiento o la sustitución de paneles.

3.1.3.3. Nuevas acciones añadidas a la estructura de la cubierta.

La carga permanente de la instalación sobre la cubierta es de:

- ✚ Soportes prefabricados de aluminio: 2.926 kg.
- ✚ Módulos fotovoltaicos con estructura: 60 Kg.
- ✚ Superficie de apoyo 146,16 m².
- ✚ Se estima una carga permanente de 0,200 KN/m².

3.1.3.4. Módulos fotovoltaicos.



Imagen 19

Se proyecta instalar 36 paneles fotovoltaicos de 280wp, de silicio policristalino de 60 células.

A continuación, se enumeran las características principales:

Cada dispositivo tiene unas dimensiones de 1640x992x40 mm.

Marco de aleación de aluminio anodizado de doble grosor.

Potencia máxima de 280w. Potencia de pico (Pmax), 280 w.

Tolerancia de potencia 0/+5 W.

Tensión a Pmax (Vmp) 31.2 V. Corriente a Pmax (Imp) 8.98 A.

Tensión de circuito abierto (Voc) 37.3 V.

Corriente de corto circuito (Isc) 9.7 A.

Eficiencia del Módulo 17,21 %.

3.1.3.5. Estructura de aluminio

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

Esta estructura (denominada KHT 915) está diseñada para ser instalada sobre superficies de teja, como en nuestro caso, en la que se adapta a la inclinación de la cubierta existente. Esta estructura permite colocar cualquier tipo de paneles, ya que es regulable. Otra característica importante es que, en caso de tener que quitar el panel por causas diversas tales como mantenimiento o deterioro, se puede realizar de manera fácil.

A continuación, se presenta la estructura que hemos explicado:



Imagen20: tipo de anclaje a la cubierta



Imagen21: forma de colocación de los módulos fotovoltaicos a la estructura



Imagen22: Sistema de anclaje a teja

Emplearemos un total de 12 estructuras, de tal manera que albergamos 3 paneles por estructura.

3.1.3.6. Sistema para la fijación de los paneles.

Los paneles solares fotovoltaicos irán anclados a las bases de aluminio. Los elementos de fijación serán de Aluminio EN AW-6005A-T6. La tornillería de la estructura de Acero Inoxidable AISI 304.

3.1.3.7. Inversor trifásico de conexión a red.

El inversor permite la conversión de la energía generada por los paneles fotovoltaicos de corriente continua a corriente alterna.

Para nuestro edificio, el inversor elegido será el modelo PIKO IQ 8.5, de la marca KOSTAL (trifásico).

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

A continuación, se adjunta una imagen del modelo de inversor escogido para nuestro edificio:



Imagen23: modelo piko IQ8.5

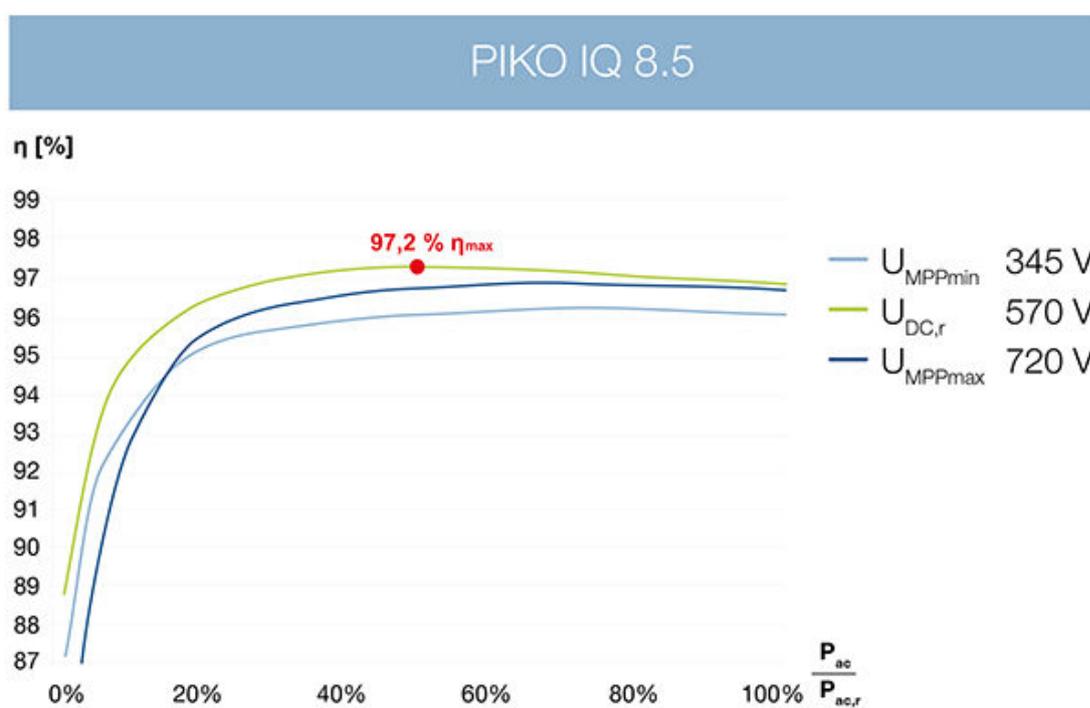


Imagen24: curva de rendimiento del inversor

El Inversor trifásico, se ubicará dentro del edificio, en la planta baja, junto al cuadro eléctrico.

Con las características que se indican: 2 Seguidores PMP. Pantalla, registro de datos, monitorización de instalaciones, interfaces de red y regulación integradas de serie, WLAN Ready mediante adaptador WLAN USB externo 1. Portal Solar para la monitorización de la instalación fotovoltaica.

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

Dimensiones: 563*233*405 mm. Potencia fotovoltaica máx. ($\cos \phi=1$): 15kWp. Potencia fotovoltaica máx., por entrada CC: 6,5 kWp. Potencia CC nominal: 8,76 kW. Tensión de entrada nominal (U_{CCr}) 570V. Rango de tensión de entrada ($U_{CCmáx}$): 120-1000V. Rango PMP con potencia nominal en el modo de dos seguidores ($U_{PMPmín}$ - $PMPmáx$): 345-750V. Corriente de entrada máx. ($I_{DCMmáx}$) por entrada CC: 13A. Corriente de cortocircuito FV máx. (I_{SC_PV}) por entrada CC: 16,25. Número de seguidores PMP indep.: 2. Potencia nominal, $\cos \phi=1$ (P_{Cr}) 8,5kW. Tensión de salida mín. ($U_{CAmín}$) 320-460 V. Corriente de salida asignada (I_{Cr}): 12,27^a. Conexión de red: 3N-, 400V, 50Hz. Frecuencia de red mín/máx ($f_{mín}/f_{máx}$): 47 -52,5 Hz. Coeficiente máx. de rendimiento: 97,2. Coeficiente europeo de rendimiento: 96,5. Tipo de protección según IEC 60529: IP65.

3.1.3.8. Cuadro de protección.

El cuadro de protección DC para la instalación fotovoltaica, se dispondrá entre el inversor y el cuadro general eléctrico. Con entradas y salidas independiente. Protección de 2 string con bases porta-fusibles y fusibles de 15^a GPV 1000Vdc en ambos polos. Con protector contra sobre-tensiones transitorias tipo 2 hasta 1000Vdc. Montado en caja ABB Mistral IP65 de 12 módulos. Entradas y salidas con prensa-estopas M16.

3.1.3.9. Puesta a tierra de la instalación fotovoltaica.

La Conexión a tierra de las masas de la instalación solar fotovoltaica y de la estructura soporte, se realizará con conductor de cobre de 16 mm² de sección y transcurrirá por la cubierta y la fachada hasta llegar al suelo. La instalación de toma de tierra será diferente de la tierra y el neutro de la instalación de BT. Se instalarán tanto electrodos de tierra (picas) como sean necesarios para obtener el valor de la resistencia a tierra menos de 20 ohmios, dentro de una arqueta de registro (prefabricada de hormigón con tapa).

3.1.3.10. Canalizaciones y cableado de la Instalación fotovoltaica.

La Canalización y cableado de la instalación solar fotovoltaica AC, parte de la cubierta del edificio, bajo canaleta superficial hasta entrar al falso techo de la planta baja y en ese punto mediante tubo hasta el cuarto de instalaciones ubicado en el cuadro eléctrico. Al tratarse de dos strings, se conducirán separadamente los positivos y negativos de cada grupo de módulos. El cableado será realizado mediante cable SOLAR 1500V unipolar de 6 mm², certificado EN50618 y UTE C 32-502. Libre alógeno. 1,8 KVcc; de doble aislamiento.

3.1.4. CUMPLIMIENTO DEL PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN URBANA DE SANTANDER.

Con el objetivo de comprobar que la instalación de los paneles es reglamentaria, comprobamos el Plan General de Ordenación Urbana de Santander, en el Título 4 Condiciones Generales de la Edificación, Capítulo 2 Condiciones Tipológicas en los puntos 9 y 11 se establece:

Artículo 4.2.9 Condiciones de las cubiertas

1. Las cubiertas se situarán, en su totalidad, por debajo del espacio teórico de movimiento delimitado por:

a) Planos límite con inclinación de 30 grados sexagesimales y origen en una línea teórica horizontal situada a 0,70 metros en vertical sobre la línea de cornisa real del edificio.

b) Plano horizontal situado en la altura máxima de coronación autorizada: 4,50 metros sobre línea de cornisa, salvo que por ordenanza de zona u otra hubiera otra regulación expresa aplicable.

2. En el caso en que por aplicación de las Ordenanzas la línea de cornisa fuese discontinua y/o hubiese en distintas partes del edificio distintos límites a la altura de coronación, lo indicado en el punto precedente se aplicará separadamente a cada parte. En casos de dudosa interpretación se estará siempre a lo que resulte en menores alturas del volumen de cubierta.

3. El trazado de las cubiertas de edificaciones aisladas se ajustarán a lo establecido anteriormente, si bien se admitirán soluciones de cubiertas a dos y tres aguas con la cumbrera en el sentido de las fachadas más largas del edificio, a cuyo efecto: se eximirá del cumplimiento de lo establecido en el apartado 1 respecto al/los plano/s de fachada de menor longitud. A efectos de distancia de la edificación a linderos o alineaciones, la altura de referencia en la fachada/s sin faldón se tomará hasta la cara inferior del forjado de techo de la planta bajo cubierta, o ático si lo hubiera.

Los planos que formen la cubierta, no superarán una pendiente de 30 grados.

Artículo 4.2.11 Condiciones de elementos sobre cubierta

1. Por encima de la cubierta, y del espacio teórico de movimiento en su caso, descrito en el punto 1 del artículo 4.2.9., sólo se admitirán:

a) Buhardillas, conforme a lo dicho en el punto 3 de éste artículo.

b) Elementos ornamentales, que no entrañen superficie construida.

c) Antepechos de protección y/o remate del edificio o de azoteas hasta una altura máxima de 1,70 metros sobre la cornisa edificada.

d) Chimeneas, elementos de ventilación, pararrayos, y elementos similares.

e) Elementos de captación solar.

f) Instalaciones técnicas requeridas por los procesos tecnológicos de actividades industriales o afines, en edificios de uso exclusivo no residencial y con sujeción a las condiciones de uso y ordenanza zonal aplicables al caso.

g) Casetones de caja de ascensores y escaleras.

2. Las buhardillas cumplirán las condiciones expresadas a continuación, con las limitaciones adicionales que en su caso estableciesen las ordenanzas zonales o el desarrollo del planeamiento: a) El frente de cada buhardilla no superará los 5 m. y la suma total de la longitud de frentes tampoco excederá de la mitad de la longitud del segmento de fachada correspondiente. A estos efectos también deberá tenerse en cuenta la longitud de los casetones de escalera o ascensor a los que se hace referencia en el punto 4.2.11, apartado 1.g).

b) La arista superior de los frentes no podrá situarse por encima de 3,00 metros sobre la línea de cornisa edificada aplicable.

c) Los ejes de las buhardillas guardarán relación con los de los huecos de la fachada sobre la que se sitúen.

d) La cubierta de la buhardilla podrá ser:

- Plana o con pendiente entre en 0º y 5º.

- Inclinada de dos o tres aguas, con pendiente igual a la del plano construido de cubierta en que se sitúan y sólo autorizables si la pendiente es igual o superior a 22,5 grados.

3. En los bordes de cubierta que dieran a alineaciones exteriores habrá una banda de retranqueo respecto del plano de fachada de 1,50 metros, salvo para:

- a) Buhardillas alineadas a fachada.
- b) Elementos ornamentales.
- c) Antepechos de protección y/o remate (punto 1.c).

3.1.5. LEGISLACIÓN APLICABLE.

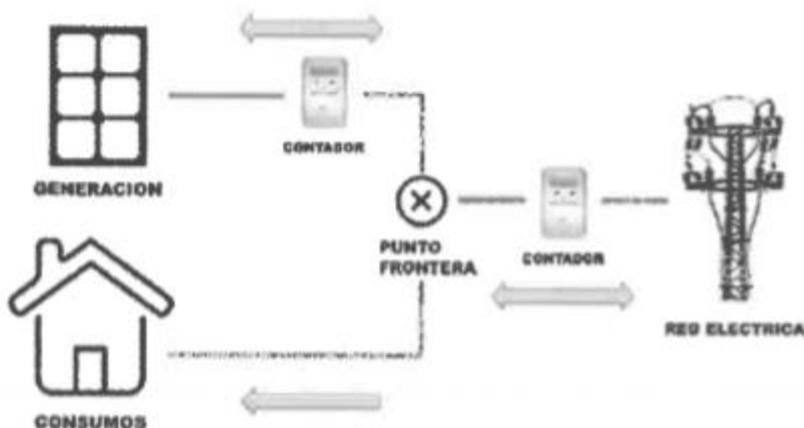
Las instalaciones eléctricas de alimentación fotovoltaicas se ejecutarán preferentemente según lo establecido en la norma UNE 20460-7-712 en aquello que no colisione con los requisitos de las legislaciones aplicables.

Las instalaciones situadas a la intemperie deberán cumplir los requisitos de la ITC-BT-30

En el caso de locales y edificios para uso residencia y/o terciario, deberán cumplirse las disposiciones del Código Técnico de Edificación, Documento Básico DB-SI Seguridad en caso de incendio, Real Decreto 314/2006 y sus modificaciones.

3.1.6. ESQUEMA SIMPLE DE LA INSTALACIÓN.

Imagen25: curva de rendimiento del inversor



3.2. APROVECHAMIENTO GEOTÉRMICO PARA CALEFACCIÓN Y ACS EN NUESTRO EDIFICIO.

3.2.1. Objetivo de la instalación geotérmica

El propósito de ejecutar la instalación geotérmica proyectada es la de dotar al edificio de un sistema geotérmico con la finalidad de no emplear ningún sistema auxiliar de apoyo para la obtención de agua caliente sanitaria (de aquí en adelante ACS) y calefacción.

3.2.2. Introducción:

La energía geotérmica es aquella energía en forma de calor situada bajo la superficie sólida de la tierra.

Mediante los diferentes sistemas de captación se realiza el intercambio de calor con el terreno. La energía geotérmica de muy baja temperatura se regenera constantemente por efecto del sol, la lluvia y el calor interno de la tierra.

La energía geotérmica es una de las energías renovables más eficiente, la principal diferencia con respecto a la explicada anteriormente, la fotovoltaica, reside en que este tipo de energía no está limitado su funcionamiento, es aprovechable en todo momento.

La bomba de calor geotérmica aprovecha la temperatura constante del subsuelo a lo largo de todo el año.

Esto permite calentar el edificio en invierno, refrigerarlo en verano y producir agua caliente sanitaria de manera muy eficiente. En nuestro caso la emplearemos para calefacción y ACS.

Los elementos principales en una instalación con geotermia son:

- Sala donde instalar la bomba de calor, el resto de aparamenta y el depósito de agua caliente.
- Circuito que intercambia calor o frío en el terreno.
- Circuito que intercambia calor o frío en la vivienda.

3.2.3. Clasificación

Atendiendo al tipo de yacimiento, la energía geotérmica se divide en:

- ✚ Yacimientos de alta y media temperatura.
- ✚ Yacimientos de baja temperatura.
- ✚ Yacimientos de muy baja temperatura

Dependiendo del tipo de yacimiento, la energía geotérmica tiene distintas aplicaciones. Como nuestro caso de estudio es el de energía geotérmica a muy baja temperatura nuestras aplicaciones serán agua caliente sanitaria y calefacción, como se ha dicho anteriormente.

Dependiendo del sistema de captación, podemos distinguir tres tipos de energía geotérmica:

- ✚ Sistema de captación horizontal
- ✚ Sistema de captación vertical
- ✚ Sistema de captación abierta

Considerando los tres tipos de sistemas, hemos realizado el estudio considerando un sistema de captación vertical, el cual tiene mayor rendimiento que el sistema de captación horizontal. Con este sistema el circuito funciona sin verse afectado por la temperatura del aire exterior, cosa que no pasa en los otros dos tipos de sistemas.

3.2.4. Proceso de instalación en mi edificio

Para realizar la instalación del sistema geotérmico, debemos de partir de una serie de datos. En nuestro edificio, vamos a querer cubrir con energía geotermia las cuatro plantas destinadas a viviendas. El sistema de calefacción será a través de suelo radiante. En total, partimos de una superficie a calefactar de 1600 m².

3.2.4.1. Captación geotérmica

El primer paso consiste en la perforación, el objetivo es el de llegar al punto donde la temperatura del terreno sea estable durante todo el año (a partir de unos 15 metros aproximadamente) y de tener muchos metros de tubería en contacto con el suelo.

La perforación es una de las partidas con mayor coste dentro del presupuesto de una instalación geotérmica. En nuestro caso, al ser un terreno de fácil perforación, el coste ronda los 20 euros el metro de perforación.

3.2.4.2. Bomba de calor geotérmica

La bomba de calor es el principal componente de una instalación geotérmica. El objetivo principal de una bomba de calor es mantener la temperatura por encima de la temperatura ambiente en el interior de una vivienda. Aunque bombear el fluido requiere electricidad, la bomba de calor geotérmica es más eficiente que ninguna otra alternativa de sistema calefactor. Tiene consumos de electricidad mínimos. La bomba de calor, a través de un ciclo de refrigeración reversible, es capaz de aportar calefacción, frío y agua caliente sanitaria a partir de la fuente de energía explicada.

El precio varía bastante en función del tipo y modelo de la bomba de calor.

Para elegir el modelo de la bomba de calor, hay que considerar:

- ✚ El uso que le vamos a dar a la instalación. Es decir, si vamos a emplear la geotermia solo para calefacción y ACS o vamos a emplearla para calefacción, ACS y frío.
- ✚ Si vamos a necesitar una regulación elevada que integre un sistema solar fotovoltaico o la gestión individual por estancia del suelo radiante.
- ✚ El tamaño de la vivienda influye. En nuestro caso, al tener una gran superficie, debe ser potente.
- ✚ Las bombas de calor más eficientes y con mejores prestaciones implican un mayor coste inicial, pero a la larga salen más rentables puesto que tienen un menor consumo y una mayor vida útil.

En nuestro proyecto, hemos empleado una Bomba de calor geotérmica waterkotte, MODELO DS5034.3 - SERIE DS 5051.

3.2.4.3. Depósitos para ACS y acumuladores de inercia

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

Los depósitos de ACS son un elemento imprescindible en la instalación. En ellos acumulamos o producimos el agua caliente sanitaria que empleamos tanto en baños, aseos o cocina.

Con respecto a los acumuladores de inercia, tenemos los modernos denominados acumuladores de producción instantánea y los tradicionales, denominados de acumulación. Son más convenientes de emplear los modernos debido a que son más higiénicos. Los modernos evitan problemas de proliferación de bacterias.

En nuestro caso, el depósito de inercia será para calefacción por suelo radiante regulado por zonas. El modelo elegido será el Waterkotte, de acero revestido en teflón. Este depósito posee aislamiento contra el calor y conexiones mediante racores con el sistema de calefacción en su parte superior.

Las características principales son:

- Capacidad 500 litros.
- Presión de funcionamiento de 6 BAR.
- Material: Acero.

El depósito acumulador de ACS consiste en un depósito de acero revestido en teflón, con una capacidad de 1500 litros y una presión de funcionamiento de 6 bar.

3.3. COMPARATIVA ENTRE INSTALAR ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA O ENERGIA GEOTERMICA.

ENERGÍA GEOTÉRMICA – ENERGÍA FOTOVOLTAICA

ENERGÍA GEOTÉRMICA.

Las principales ventajas de optar por la energía geotérmica y las bombas de calor geotérmicas son las siguientes:

- ✚ La principal es la **eficiencia energética**, puesto que al combinar la bomba de calor, que ya es en sí mismo un dispositivo de alta eficiencia, produce 5 veces más de lo que consume.
- ✚ **Rápida amortización** de la inversión: Entre 4 y 8 años.
- ✚ **Ahorro energético** superior al 50% respecto a otros sistemas de climatización.
- ✚ Bajo coste de mantenimiento y reducción de la potencia contratada.
- ✚ Larga vida útil de la instalación, superior a 50 años.
- ✚ Inexistencia de ruidos ya que no hay ventiladores ni compresores externos.
- ✚ Sin emisiones de CO2 a la atmósfera.
- ✚ Inexistencia de torres de refrigeración por lo que elimina el riesgo de legionelosis.
- ✚ Flexibilidad en la ubicación ocupando muy poco espacio sin necesidades de ventilación.
- ✚ ES una fuente de energía que evita el uso de combustible fósiles y de otros recursos no renovables, por lo que no es un combustible que pueda agotarse, como el petróleo o el carbón.
- ✚ Los residuos que produce son mínimos y ocasionan menos impacto medioambiental.
- ✚ La fuente es gestionable y no es intermitente.
- ✚ Recibe subvenciones de la Administración.
- ✚ Es integral, la misma instalación puede utilizarse para producir calefacción, aire acondicionado y agua caliente.

ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

La energía solar fotovoltaica, aprovecha la radiación solar transformándola directamente en energía eléctrica, mediante el efecto fotovoltaico, que consiste en la emisión de electrones por un material cuando se le ilumina con radiación electromagnética (en este caso, radiación solar).

Las posibilidades de aplicación de la energía fotovoltaica, son inmensas y abarcan desde las aplicaciones más simples como calculadoras y relojes solares, a las más complejas: como grandes plantas de generación eléctrica o sistemas de alimentación para satélites artificiales.

Sus principales ventajas son:

- ✚ Es una energía renovable, que permite reducir la dependencia de fuentes de combustible sucias tales como la energía nuclear o la térmica, con el consiguiente beneficio medioambiental. Otro de los beneficios, es su carácter inagotable.
- ✚ Contribuye a reducir el consumo y la dependencia de las energía fósiles, reduciendo a su vez las emisiones de gases de su combustión que provocan el efecto invernadero.
- ✚ Sistema de producción de energía sostenible, ya que se consume la energía diariamente producida por el sol: los paneles fotovoltaicos, producen electricidad durante el día, que, en caso de haber excedentes se reinvierte en la red y se obtienen contraprestaciones económicas.
- ✚ Es inagotable, limpia, ecológica, cómoda subvencionada, silenciosa, favorece la independencia energética, frente a otros países o frente a las grandes empresas productoras de energía, ayuda a frenar el cambio climático.

ENERGÍA GEOTÉRMICA – ENERGÍA FOTOVOLTAICA

VENTAJAS – DESVENTAJAS

COMPARATIVA

Las principales ventajas y desventajas de cada una son las siguientes:

VENTAJAS	
ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA	ENERGÍA GEOTÉRMICA
<ul style="list-style-type: none"> • Limpia 	<ul style="list-style-type: none"> • Limpia en su funcionamiento
<ul style="list-style-type: none"> • Renovable 	<ul style="list-style-type: none"> • Renovable
<ul style="list-style-type: none"> • Económica (sol) 	<ul style="list-style-type: none"> • Económica (subsuelo).
<ul style="list-style-type: none"> • Escalable, podemos instalar la cantidad de placas que queramos (siempre que cumplamos con el reglamento) 	<ul style="list-style-type: none"> • Escalable, pero escalonadamente, en función de la potencia de las bombas de calor.
<ul style="list-style-type: none"> • La podemos aprovechar en cualquier lugar del planeta 	<ul style="list-style-type: none"> • La podemos aprovechar donde podamos perforar un pozo en las tuberías.

DESVENTAJAS	
ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA	ENERGÍA GEOTÉRMICA
<ul style="list-style-type: none"> • Instalación cara 	<ul style="list-style-type: none"> • Instalación inicial requiere de un pozo o una red de tubos enterrados en horizontal.
<ul style="list-style-type: none"> • Las placas fotovoltaicas aún no tienen un rendimiento importante. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiene un ligero impacto ambiental en su construcción, al hacer el pozo.
<ul style="list-style-type: none"> • Impacto visual (paneles) 	<ul style="list-style-type: none"> • Necesita de electricidad para el funcionamiento de la bomba de calor.
<ul style="list-style-type: none"> • ----- 	<ul style="list-style-type: none"> • Es muy difícil ampliar una instalación hidráulica de los pozos cuando ya está en funcionamiento.

Si bien es cierto que en la comparativa que he expuesto anteriormente se podría tener una decisión clara sobre qué tipo de aprovechamiento de energía es más conveniente a nuestro edificio, la auténtica diferencia entre ambas está en la inversión inicial.

Según los cálculos realizados y expuestos en el apartado de Presupuestos del presente trabajo, la inversión inicial de la energía geotérmica es muy superior a la de la energía fotovoltaica tal y como se muestra a continuación:

PRESUPUESTO INSTALACIÓN ENERGÍA GEOTÉRMICA	41.339,90 €
---	--------------------

PRESUPUESTO INSTALACIÓN ENERGÍA FOTOVOLTAICA	11.648,00 €
---	--------------------

3.4. ANEXO 3: TIPOS DE CABLES UTILIZADOS

En nuestra instalación, hemos empleado los siguientes tipos de cables:

✚ RZ1-K 0,6/1 kV

✚ ES07Z1-K

✚ H07V-K

3.4.1. RZ1-K(AS) 0,6/1 Kv

Imagen26:



Los cables libres de halógenos RZ1-K (AS) cumplen con los criterios de clasificación de productos de la construcción según Reglamento CPR 305/2011 y la norma EN 50575, siendo los indicados para instalaciones fijas, donde en caso de incendio se requiera una baja emisión de humos y gases corrosivos, como locales de pública concurrencia, hospitales, escuelas, centros comerciales y aeropuertos. Son adecuados para instalaciones interiores y exteriores.

Su gran flexibilidad los hace muy apropiados en instalaciones complejas y de gran dificultad.

Los cables RZ1-K (AS) 0,6/1kV se fabrican con cubierta de color verde según la norma UNE 21123. También pueden fabricarse en otros colores según la norma IEC 60502.

Según el REBT, podemos emplear este tipo de cables para las siguientes instalaciones:

- ✚ **ITC-BT 07** Redes subterráneas para distribución en baja tensión
- ✚ **ITC-BT 09** Redes de alimentación subterránea para instalaciones de alumbrado exterior
- ✚ **ITC-BT 11** Redes de distribución de energía eléctrica. Acometidas subterráneas
- ✚ **ITC-BT 14** Línea general de alimentación
- ✚ **ITC-BT 15** Derivación individual
- ✚ **ITC-BT 20** Instalaciones interiores o receptoras
- ✚ **ITC-BT 28** Locales de pública concurrencia
- ✚ **ITC-BT 30** Instalaciones en locales de características especiales

Apropiados para instalaciones en las que se quiera aumentar la protección contra incendios.

Adecuados para instalaciones interiores y exteriores, sobre soportes al aire, en tubos o enterrados.

Los gases y ácidos emitidos por la combustión de un cable que contiene halógenos son altamente tóxicos para las personas expuesta 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. Estos ácidos producidos durante la combustión son altamente corrosivos, afectando muy gravemente a los equipos electrónicos y a los ordenadores. El cable que hemos elegido, al no generar este ácido, evita este tipo de daño.

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

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 es de polietileno reticulado (XLPE), que permite una gran transmisión de potencia, así como una mayor resistencia a sobrecargas.

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.

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

3.4.2. ES07Z1-K

Cable flexible para instalaciones fijas protegidas. Adecuado para el transporte y distribución de energía eléctrica en instalaciones donde se requiera una baja emisión de humos y gases corrosivos en caso de incendio. Especialmente recomendado para instalaciones de enlace y locales de pública concurrencia. No se recomienda la utilización de este cable en ambientes muy húmedos o sumergido.

El cable consiste en un aislamiento de compuestos termoplásticos a base de poliolefina.

El conductor es flexible para instalaciones fijas y es de alta seguridad (emisión de humos y opacidad reducida)

Las características del cable son las siguientes:

-  Tensión nominal 450/750 V.
-  Bajo contenido en halógenos.
-  Baja emisión de gases corrosivos.
-  Baja emisión de humos opacos.

Como resumen, estos cables serán los empleados en los locales de pública concurrencia y en la centralización de contadores.

3.4.3. 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. Estos cables poseen un aislamiento super-deslizante y gran flexibilidad.

Imagen 27



Según el REBT, este tipo de conductor tiene las siguientes aplicaciones:

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

Atendiendo a sus características técnicas:

- ✚ El conductor es de cobre electrolítico flexible.
- ✚ El aislamiento es de PVC tipo TI-1.
- ✚ Tensión nominal de 450/750 V.

5. PLIEGO DE CONDICIONES.

5.1 PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES.

5.1.1- Ámbito de aplicación.

Este pliego de condiciones determina los requisitos a los 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; IEL: 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, tanto Leyes como reglamentación u otra de otra índole de 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

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

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.

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,

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

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. 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.

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

- 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.

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

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, 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.

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

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, 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).

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.

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 cortafuego, 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.

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

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, 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; así como el cableado para control, mandos a distancia e interconexiones, salvo cuando en otro Documento se indique otra cosa.

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

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.

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.

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.

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

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, 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.

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

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. .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 regirán 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 $2U + 1000$ V a frecuencia instalador, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V.

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

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.

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

- 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 curvaes en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

- 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

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

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:
 - 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.
 - Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
 - En alineaciones rectas, las derivaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos, no serán superiores al 2 %.
 - 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 termoplásticas 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, 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.

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

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 mm². Sin embargo, su sección puede ser reducida a 2,5 mm² 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 INTRODUCCIÓN.

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 apartados siguientes:

- ✚ 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, entendiéndose 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.

Si en algún momento se no se cumpliera alguno de los supuestos, **se elaboraría un estudio de seguridad y salud.**

Dicho estudio establece **las previsiones respecto a la prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales**, así como información útil para efectuar, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos de mantenimiento.

Además, este documento servirá para dar **unas directrices básicas a la empresa constructora** sobre sus obligaciones en el terreno de la prevención de riesgos profesionales, facilitando su desarrollo, **de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre**, en el que se especifican las disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

El artículo 10 del RD 1627/1997, establece la obligación de elaborar un plan de seguridad y salud en el trabajo en el cual se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el Estudio Básico de Seguridad y Salud. Deberá ser aprobado **antes del inicio de las obras por el coordinador de seguridad.**

El **artículo 10 del RD 1627/1997** establece la aplicación de 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. Esta Ley, establece un marco legal a partir del cual se establecen unas normas reglamentarias y concretando los aspectos más técnicos de las medidas preventivas, siendo la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidad para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo, en el marco de una política coherente, coordinada y eficaz.

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.

La reglamentación más importante en nuestro caso es:

Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

Real Decreto 486/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. Este real decreto traspone al ordenamiento jurídico español la Directiva 89/654/CEE de 30 de noviembre.

El RD regula las condiciones que deben cumplir los lugares de trabajo, dentro de su ámbito de aplicación, para que su utilización no origine riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores. Establece así obligaciones del empresario relativas a condiciones constructivas; orden, limpieza y mantenimiento; instalaciones de servicio y protección; condiciones ambientales; iluminación; servicios higiénicos y locales de descanso; y primeros auxilios.

Fijando como lugares de trabajo aquellas zonas edificadas o no, en las que los trabajadores deban permanecer o a las que puedan acceder debido a su trabajo, sin incluir las obras de construcción temporal o móvil que se regularán por el RD 1627/1997.

✚ Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, traspone al ordenamiento jurídico español, la Directiva europea 92/58/CEE, de 24 de junio de 1992, que establece las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

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

Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio (transposición de la Directiva 89/655/CEE y su 1ª modificación, la Directiva 95/63/CEE), por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, modificado por el Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre (transposición de la Directiva 2001/45/CE, 2ª modificación de la Directiva 89/655/CEE), por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura, es un componente fundamental de la nueva normativa de seguridad y salud en el trabajo por dos motivos:

- a) “equipo de trabajo”. De hecho, este real decreto puede considerarse como una norma marco para la totalidad de los equipos de trabajo,
- b) “las disposiciones mínimas establecidas por este real decreto”, relativas tanto a los requisitos generales que deben cumplir los equipos, como a las precauciones que deben adoptarse en su utilización, suponen un avance con respecto a la normativa anterior. Básicamente, este real decreto amplía y hace más explícitas las obligaciones del empresario en relación con la elección, utilización, mantenimiento y, en su caso, comprobación de los equipos de trabajo. La norma recoge asimismo las condiciones de seguridad mínimas exigibles a los equipos en uso y establece también que éstos deberán cumplir las condiciones impuestas por la normativa de comercialización que les sea aplicable.

Por otro lado, las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, establecidas por este real decreto, no pueden considerarse aisladamente, sino conjuntamente con la propia Ley de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL) y las demás normas reglamentarias que se derivan de ella.

Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

El Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción transpone al ordenamiento jurídico español la Directiva 92/57/CEE del Consejo, de 24 de junio de 1992.

Este Real Decreto tiene presente que en las obras de construcción intervienen sujetos no habituales en otros ámbitos que han sido regulados con anterioridad. Así, la norma se ocupa de las obligaciones del promotor, del proyectista, del contratista y del subcontratista (sujetos estos dos últimos que son los empresarios en las obras de construcción) y de los trabajadores autónomos, muy habituales en las obras. Además, y como consecuencia de lo dispuesto en la Directiva que se transpone, se introducen las figuras del coordinador en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto de obra y del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

También este Real Decreto tiene en cuenta aquellos aspectos que se han revelado de utilidad para la seguridad en las obras y que están presentes en el Real Decreto 555/1986, de 21 de febrero, que establece la obligatoriedad de inclusión de un estudio de seguridad e higiene en los proyectos de edificación y obras públicas, modificado por el Real Decreto 84/1990, de 19 de enero, norma aquélla que en cierta manera inspiró el contenido de la Directiva 92/57/CEE.

Incluye en su ámbito de aplicación a cualquier obra, pública o privada, en la que se realicen trabajos de construcción o ingeniería civil.

Por otro lado, hay que indicar que este RD 1627/1997 ha sido modificado por:

Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el 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, en materia de trabajos temporales en altura. (BOE nº 274, de 13 de noviembre)

Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. (BOE nº 127, de 29 de mayo)

Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción. (BOE nº 204, de 25 de agosto)

Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención; el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.

Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección colectiva e individual.

El 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 (en adelante EPI) transpone al ordenamiento jurídico español la Directiva europea 89/656/CEE, de 30 de noviembre de 1989.

Este RD, fija las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre ellas se encuentran las destinadas a garantizar la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual que los protejan adecuadamente de aquellos riesgos para su salud o su seguridad que no puedan evitarse o limitarse suficientemente mediante la utilización de medios de protección colectiva o la adopción de medidas de organización del trabajo.

6.2 FASES DE OBRA CON IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS.

6.2.1- Instalaciones eléctricas.

Identificación de Riesgos.

- Afecciones en la piel por dermatitis de contacto.
- Quemaduras físicas y químicas.
- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Ambiente pulvigeno.
- Animales y/o parásitos.
- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Atropellos y/o colisiones.
- Caída de objetos y/o maquinas.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Contactos eléctricos directos.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Desprendimientos.
- Exposición a fuentes luminosas peligrosas.
- Golpe por rotura de cable.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Pisada sobre objetos punzantes.
- Sobreesfuerzos.
- Ruido.
- Caída de personas de altura.

6.3 DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LOS LUGARES DE TRABAJO.

6.3.1- Introducción.

En este RD: 486/97, se fijan los aspectos más técnicos de las medidas preventivas, 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.

El RD 486/1997, no será de aplicación en las obras de construcción temporales o móviles : En este caso, es de aplicación el Real Decreto 1627/1997, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. El artículo 2.1 del citado real decreto define “obra de construcción” como “cualquier obra, pública o privada, en la que se efectúen trabajos de construcción o ingeniería civil cuya relación no exhaustiva figura en el anexo I”. En la guía técnica del INSHT que explica y desarrolla el citado real decreto se señala que dichas actividades serán consideradas como obra de construcción “siempre que las mismas estén referidas a trabajos intrínsecamente asociados a actividades de construcción (edificación e ingeniería civil) y se ejecuten con tecnologías propias de este tipo de industrias”

6.3.2- Obligaciones del empresario.

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

Estas disposiciones mínimas se agrupan en seis divisiones, dependiendo al tema que van referidas:

Tabla 41: Estructura del articulado del RD 486/1997

Tabla 1. Estructura del articulado del Real Decreto 486/1997			
Condiciones de los lugares de trabajo	Articulado RD 486/1997	Anexos RD 486/1997	Apéndices de la Guía Técnica relacionados
Condiciones constructivas	Art. 4	Anexo I (partes A y B)	1. Espacios confinados 2. Medidas de lucha contra incendios y evacuación
Orden, limpieza y mantenimiento. Señalización	Art. 5	Anexo II	
Instalaciones de servicio y protección y las derivadas de las reglamentaciones específicas de seguridad que resulten de aplicación	Art. 6	Anexo I (partes A y B)	3. Instalaciones de servicio y protección
Condiciones ambientales	Art. 7	Anexo III	4. Ambiente térmico 5. Calidad del aire interior
Iluminación	Art. 8	Anexo IV	6. Iluminación
Servicios higiénicos y locales de descanso	Art. 9	Anexo V	
Material y locales de primeros auxilios	Art. 10	Anexo VI	

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, caídas, choques o golpes contra objetos y derrumbamiento de materiales sobre los trabajadores. Asimismo, todos los lugares de trabajo tendrán la obligación de 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 en el anexo I. El anexo I del real decreto establece las condiciones generales de seguridad que deben cumplir los lugares de trabajo para el control de los riesgos asociados a los propios edificios que los albergan (apartados 1 a 9 del anexo I) y el control de las situaciones de emergencia (apartados 10 y 11 del anexo I).

Para el cumplimiento de todo lo anterior y para la Prevención de los Riesgos, se puntualizan **una serie de medidas a ejecutar:**

- El pavimento se elaborará de material consistente, no resbaladizo y siendo un conjunto homogéneo, llano y liso.
- Las paredes serán lisas, guarnecidas o pintadas en tonos claros y susceptibles de ser lavadas y blanqueadas.
- Los techos deberán resguardar a los trabajadores de las inclemencias del tiempo y ser lo suficientemente consistentes.

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

- Todos los elementos estructurales o de servicio (cimentación, pilares, forjados, muros y escaleras) deberán tener la solidez y resistencia necesarias para soportar las cargas o esfuerzos a las que sean sometidos.
- Las dimensiones de los locales de trabajo deberán permitir que los trabajadores realicen su trabajo sin riesgos para su seguridad y salud, en condiciones ergonómicas aceptables, adoptando una superficie libre superior a 2 m² por trabajador, un volumen mayor a 10 m³ por trabajador y una altura mínima desde el piso al techo de 2,50 m.
- Las zonas de los lugares de trabajo en las que exista riesgo de caída, de caída de objetos, de contacto o exposición a elementos agresivos, deberán estar claramente señalizadas.
- Las vías de circulación deberán poder utilizarse conforme a su uso previsto, de forma fácil y con total seguridad. La anchura mínima de las puertas exteriores y de los pasillos será de 100 cm.
- Las puertas de acceso a las escaleras no se abrirán directamente sobre sus escalones, sino sobre descansos de anchura al menos igual a la de aquellos.
- Los pavimentos de las escaleras serán de materiales no resbaladizos con una pendiente que podrá variar entre un 8 y 12 % siendo la anchura mínima de 55 cm para las escaleras de servicio y de 1 m para las de uso general.
- Todas las vías y salidas de evacuación deberán estar limpias y sin obstáculos, para facilitar una rápida evacuación hacia el exterior, estas salidas deberán estar dotadas de un alumbrado de emergencia.
- La instalación eléctrica no deberá entrañar riesgos de incendio o explosión, para ello se dimensionarán todos los circuitos considerando las sobreintensidades previsibles con conductores y aparataje eléctrica de un nivel de aislamiento adecuado.
- Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por él.
- Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas y diferentes dispositivos de corte por intensidad de defecto.

6.3.2.2- Orden, limpieza y mantenimiento.

El orden, la limpieza y el mantenimiento de los lugares de trabajo deberá ajustarse a lo dispuesto en el anexo II. Igualmente, la señalización de los lugares de trabajo deberá cumplir con lo dispuesto en el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril. LUGARES DE TRABAJO.

Estos parámetros son esenciales en toda obra, para que esta se desarrolle con total normalidad, algunas de las medidas relacionadas con este apartado son:

- Las zonas de paso, salidas y vías de circulación de los lugares de trabajo, en especial, las salidas y vías de circulación previstas para la evacuación en casos de emergencia, deberán permanecer libres de obstáculos.
- Las características de los suelos, techos y paredes serán tales que permitan dicha limpieza y mantenimiento. Se eliminarán con rapidez los desperdicios, las manchas de grasa, los residuos de sustancias peligrosas y demás productos residuales que puedan originar accidentes o contaminar el ambiente de trabajo.
- Todos los lugares de trabajo, deberán ser objeto de un mantenimiento periódico.



Panel de suelo mojado – Imagen 28

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.

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

- La temperatura de los locales donde se realicen trabajos sedentarios propios de oficinas o similares estará comprendida entre 17 y 27 °C.
- En los locales donde se realicen trabajos ligeros la deberán cumplirse las condiciones siguientes:
 - La temperatura estará comprendida entre 14 y 25 °C.
 - La humedad relativa oscilará 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 %.
 - Los trabajadores no deberán estar expuestos de forma frecuente o continuada a corrientes de aire cuya velocidad exceda los siguientes límites:

Trabajos en ambientes no calurosos: 0,25 m/s.

Trabajos sedentarios en ambientes calurosos: 0,5 m/s.

Trabajos no sedentarios en ambientes calurosos: 0,75 m/s.

La renovación mínima del aire de los locales de trabajo será de 30 m³ de aire limpio por hora y trabajador en el caso de trabajos sedentarios en ambientes no calurosos ni contaminados por humo de tabaco y 50 m³ en los casos restantes.

6.3.2.4- Condiciones de iluminación mínima.

Las condiciones de iluminación de los lugares de trabajo están recogidas en el anexo IV.

La iluminación será natural con puertas y ventanas acristaladas, complementándose con iluminación artificial en las horas de visibilidad deficiente.

Además, los puestos de trabajo llevarán puntos de luz individuales.

Los niveles mínimos de iluminación de los lugares de trabajo, dependen de la zona o parte del lugar de trabajo, teniendo en cuenta que el nivel de iluminación de una zona en la que se ejecute una tarea, se medirá a la altura donde ésta se realice, en el caso de zonas de uso general, a 85 cm., del suelo y en el de las vías de circulación a nivel del suelo.

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

Estos NIVELES MÍNIMOS, deberán duplicarse cuando concurren:

En las áreas o locales de uso general y en las vías de circulación, cuando por sus características, estado u ocupación, existan riesgos apreciables de caídas, choques u otros accidentes.

- a) En las zonas donde se efectúen tareas, cuando un error de apreciación visual durante la realización de las mismas, pueda suponer un peligro para el trabajador que las ejecuta o para terceros o cuando el contraste de luminancias o el color entre el objeto a visualizar y el fondo sobre el que se encuentra sea muy débil.

Estos límites no serán aplicables en aquellas actividades cuya naturaleza lo impida.

Tabla 4. Comparativa de los niveles mínimos de iluminación				
REAL DECRETO		NORMAS UNE		
Exigencias de la tarea	Nivel mínimo requerido (lx)	Categoría de la tarea visual	Ejemplos de tareas visuales	Nivel mínimo recomendado (lx)
Bajas	100	D (fácil)	Manejo de máquinas herramienta pesadas, lavado de automóviles, etc.	200
Moderadas	200	E (normal)	Trabajos comerciales, reparación de automóviles, planchado y corte en trabajos de confección, etc.	500
Altas	500	F (difícil)	Escritura y dibujo con tinta, ajuste en mecánica, selección industrial de alimentos, etc.	1.000
	1.000	G (muy difícil)	Escritura y dibujo con lápiz, costura en actividades de confección, etc.	2.000
		H (complicada)	Montaje sobre circuitos impresos, trabajos de relojería, igualación de colores, etc.	5.000

Tabla 42: Comparativa de los niveles mínimos de iluminación

NIVELES MÍNIMOS DE ILUMINACIÓN:

- ✚ Áreas o locales de uso ocasional: **50 lux.**
- ✚ Áreas o locales de uso habitual: **100 lux.**
- ✚ Vías de circulación de uso ocasional: **25 lux.**
- ✚ Vías de circulación de uso habitual: **50 lux.**
- ✚ Zonas de trabajo con bajas exigencias visuales: **100 lux.**
- ✚ Zonas de trabajo con exigencias visuales moderadas: **200 lux.**
- ✚ Zonas de trabajo con exigencias visuales altas: **500 lux.**
- ✚ Zonas de trabajo con exigencias visuales muy altas: **1.000 lux.**

Toda la iluminación deberá ser distribuida 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.

6.3.2.5- Servicios higiénicos y lugares de descanso.

✚ **AGUA POTABLE.** Los lugares de trabajo dispondrán 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. Deberá entenderse como agua potable aquella que es apta para la alimentación y el uso doméstico de la población general, es decir, aquella que no contenga ningún tipo de microorganismo, parásito o sustancia, en una cantidad o concentración que pueda suponer un riesgo para la salud humana, y que, además, cumpla con los requisitos especificados en el Real Decreto 140/2003, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano. La cantidad y las condiciones de accesibilidad del agua potable deberán adaptarse a las características y necesidades concretas de la actividad desarrollada en el lugar de trabajo.

✚ **VESTUARIOS, DUCHAS, LAVABOS Y RETRETES.**

- 1) Los lugares de trabajo dispondrán de vestuarios cuando los trabajadores deban llevar ropa especial de trabajo y no se les pueda pedir, por razones de salud o decoro, que se cambien en otras dependencias.
- 2) 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 armarios o taquillas para la ropa de trabajo y para la de calle estarán separados cuando ello sea necesario por el estado de contaminación, suciedad o humedad de la ropa de trabajo.
- 3) Cuando los vestuarios no sean necesarios, los trabajadores deberán disponer de colgadores o armarios para colocar su ropa.
- 4) Los lugares de trabajo dispondrán, en las proximidades de los puestos de trabajo y de los vestuarios, de locales de aseo con espejos, lavabos con agua corriente, caliente si es necesario, jabón y toallas individuales u otro sistema de secado con garantías higiénicas. Dispondrán además de duchas de agua corriente, caliente y fría,

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

cuando se realicen habitualmente trabajos sucios, contaminantes o que originen elevada sudoración. En tales casos, se suministrarán a los trabajadores los medios especiales de limpieza que sean necesarios.

- 5) Si los locales de aseo y los vestuarios están separados, la comunicación entre ambos deberá ser fácil.
- 6) 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 estos últimos.
- 7) 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.
- 8) Las dimensiones de los vestuarios, de los locales de aseo, así como las respectivas dotaciones de asientos, armarios o taquillas, colgadores, lavabos, duchas e inodoros, deberán permitir la utilización de estos equipos e instalaciones sin dificultades o molestias, teniendo en cuenta en cada caso el número de trabajadores que vayan a utilizarlos simultáneamente.
- 9) Los locales, instalaciones y equipos mencionados en el apartado anterior serán de fácil acceso, adecuados a su uso y de características constructivas que faciliten su limpieza.
- 10) Los vestuarios, locales de aseos y retretes estarán separados para hombres y mujeres, o deberá preverse una utilización por separado de los mismos. No se utilizarán para usos distintos de aquellos para los que estén destinados.

LOCALES DE DESCANSO.

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

- 1) Cuando la seguridad o la salud de los trabajadores lo exijan, en razón del tipo de actividad o del número de trabajadores, éstos dispondrán de un local de descanso de fácil acceso.
- 2) No se aplicará cuando el personal trabaje en despachos o en lugares de trabajo similares que ofrezcan posibilidades de descanso equivalentes durante las pausas.
- 3) Las dimensiones de los locales de descanso y su dotación de mesas y asientos con respaldos serán suficientes para el número de trabajadores.
- 4) Las trabajadoras embarazadas y madres lactantes deberán tener la posibilidad de descansar tumbadas en condiciones adecuadas.
- 5) Los lugares de trabajo en los que sin contar con locales de descanso, el trabajo se interrumpa regular y frecuentemente, dispondrán de espacios donde los trabajadores puedan permanecer durante esas interrupciones, si su presencia durante las mismas en la zona de trabajo supone un riesgo para su seguridad o salud o para la de terceros.
- 6) Tanto en los locales de descanso como en los espacios mencionados en el apartado anterior deberán adoptarse medidas adecuadas para la protección de los no fumadores contra las molestias originadas por el humo del tabaco; cumpliendo lo dispuesto en la Ley 42/2010, por la que se modifica la Ley 28/2005, de medidas sanitarias frente al tabaquismo y reguladora de la venta, el suministro, el consumo y la publicidad de los productos del tabaco, por lo que está prohibido fumar en los centros de trabajo públicos y privados.
- 7) Cuando existan dormitorios en el lugar de trabajo, éstos deberán reunir las condiciones de seguridad y salud exigidas para los lugares de trabajo en este Real Decreto y permitir el descanso del trabajador en condiciones adecuadas.

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

- 1) En los trabajos al aire libre, cuando la seguridad o la salud de los trabajadores lo exijan, en particular en razón del tipo de actividad o del número de trabajadores, éstos dispondrán de un local de descanso de fácil acceso.
- 2) En los trabajos al aire libre en los que exista un alejamiento entre el centro de trabajo y el lugar de residencia de los trabajadores, que les imposibilite para regresar cada día a la misma, dichos trabajadores dispondrán de locales adecuados destinados a dormitorios y comedores.
- 3) Los dormitorios y comedores deberán reunir las condiciones necesarias de seguridad y salud y permitir el descanso y la alimentación de los trabajadores en condiciones adecuadas.

6.3.2.6- Materiales y locales de primeros auxilios.

Sin perjuicio de lo dispuesto en los apartados anteriores, todo lugar de trabajo deberá disponer, como mínimo, de un botiquín portátil que contenga desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, venda, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas y guantes desechables. El material de primeros auxilios se revisará periódicamente y se irá reponiendo tan pronto como caduque o sea utilizado. Los lugares de trabajo de más de 50 trabajadores deberán disponer de un local destinado a los primeros auxilios y otras posibles atenciones sanitarias. También deberán disponer del mismo los lugares de trabajo de más de 25 trabajadores para los que así lo determine la autoridad laboral, teniendo en cuenta la peligrosidad de la actividad desarrollada y las posibles dificultades de acceso al centro de asistencia médica más próximo. Los locales de primeros auxilios dispondrán, como mínimo, de un botiquín, una camilla y una fuente de agua potable. Estarán próximos a los puestos de trabajo y serán de fácil acceso para las camillas. El material y locales de primeros auxilios deberán estar claramente señalizados.

El lugar de trabajo dispondrá de material para primeros auxilios en caso de accidente, que deberá ser adecuado, en cuanto a su cantidad y características, al número de trabajadores, así como a los riesgos a que estén expuestos y a las facilidades de acceso al centro de asistencia médica más próximo. El material de primeros auxilios deberá adaptarse a las atribuciones profesionales del personal habilitado para su prestación.

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

La situación o distribución del material en el lugar de trabajo y las facilidades para acceder al mismo y para, en su caso, desplazarlo al lugar del accidente, deberán garantizar que la prestación de los primeros auxilios pueda realizarse con la rapidez que requiera el tipo de daño previsible.

Como mínimo se dispondrá en un lugar reservado y a la vez de fácil acceso, de un botiquín portátil, que contendrá en todo momento:

- Agua oxigenada.
- Alcohol de 96.
- Tintura de yodo.
- Mercurocromo.
- Gasas estériles.
- Algodón hidrófilo.
- Guantes esterilizados y desechables.
- Jeringuillas.

El material de primeros auxilios se revisará periódicamente y se irá reponiendo tan pronto como caduque o sea utilizado. Los lugares de trabajo de más de 50 trabajadores deberán disponer de un local destinado a los primeros auxilios y otras posibles atenciones sanitarias. También deberán disponer del mismo los lugares de trabajo de más de 25 trabajadores para los que así lo determine la autoridad laboral, teniendo en cuenta la peligrosidad de la actividad desarrollada y las posibles dificultades de acceso al centro de asistencia médica más próximo. Los locales de primeros auxilios dispondrán, como mínimo, de un botiquín, una camilla y una fuente de agua potable. Estarán próximos a los puestos de trabajo y serán de fácil acceso para las camillas. El material y locales de primeros auxilios deberán estar claramente señalizados.

Ejemplos de señalización del material y los locales de primeros auxilios



Teléfono de salvamento



Primeros auxilios



Camilla



Ducha de seguridad



Lavado de ojos

6.4 DISPOSICIONES MÍNIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.

6.4.1- Introducción.

Este RD, 485/1997, de 14 de abril, sobre 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.

Este RD, no afectará a la señalización prevista por la normativa sobre comercialización de productos y equipos y sobre sustancias y preparados peligrosos, salvo que dicha normativa disponga expresamente otra cosa. No será aplicable a la señalización utilizada para la regulación del tráfico por carretera, ferroviario, fluvial, marítimo y aéreo, salvo que los mencionados tipos de tráfico se efectúen en los lugares de trabajo, y sin perjuicio de lo establecido en el anexo VII, ni a la utilizada por buques, vehículos y aeronaves militares.

A efectos de este Real Decreto se entenderá por:

- a) **Señalización de seguridad y salud en el trabajo:** una señalización que, referida a un objeto, actividad o situación determinadas, proporcione una indicación o una obligación relativa a la seguridad o la salud en el trabajo mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminosa o acústica, una comunicación verbal o una señal gestual, según proceda.
- b) **Señal de prohibición:** una señal que prohíbe un comportamiento susceptible de provocar un peligro.
- c) **Señal de advertencia:** una señal que advierte de un riesgo o peligro.
- d) **Señal de obligación:** una señal que obliga a un comportamiento determinado.
- e) **Señal de salvamento o de socorro:** una señal que proporciona indicaciones relativas a las salidas de socorro, a los primeros auxilios o a los dispositivos de salvamento.
- f) **Señal indicativa:** una señal que proporciona otras informaciones distintas de las previstas en las letras b) a e).

g) **Señal en forma de panel:** una señal que, por la combinación de una forma geométrica, de colores y de un símbolo o pictograma, proporciona una determinada información, cuya visibilidad está asegurada por una iluminación de suficiente intensidad.

h) **Señal adicional:** una señal utilizada junto a otra señal de las contempladas en el párrafo g) y que facilita informaciones complementarias.

i) **Color de seguridad:** un color al que se atribuye una significación determinada en relación con la seguridad y salud en el trabajo.

j) **Símbolo o pictograma:** una imagen que describe una situación u obliga a un comportamiento determinado, utilizada sobre una señal en forma de panel o sobre una superficie luminosa.

k) **Señal luminosa:** una señal emitida por medio de un dispositivo formado por materiales transparentes o translúcidos, iluminados desde atrás o desde el interior, de tal manera que aparezca por sí misma como una superficie luminosa

l) **Señal acústica:** una señal sonora codificada, emitida y difundida por medio de un dispositivo apropiado, sin intervención de voz humana o sintética.

m) **Comunicación verbal:** un mensaje verbal predeterminado, en el que se utiliza voz humana o sintética.

n) **Señal gestual:** un movimiento o disposición de los brazos o de las manos en forma codificada para guiar a las personas que estén realizando maniobras que constituyan un riesgo o peligro para los trabajadores.

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:

Criterios para el empleo de la señalización

1. Sin perjuicio de lo dispuesto específicamente en otras normativas particulares, la señalización de seguridad y salud en el trabajo deberá utilizarse siempre que el análisis de los riesgos existentes, de las situaciones de emergencia previsibles y de las medidas preventivas adoptadas, ponga de manifiesto la necesidad de:

a) Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados riesgos, prohibiciones u obligaciones.

b) Alertar a los trabajadores cuando se produzca una determinada situación de emergencia que requiera medidas urgentes de protección o evacuación.

c) Facilitar a los trabajadores la localización e identificación de determinados medios o instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.

d) Orientar o guiar a los trabajadores que realicen determinadas maniobras peligrosas.

2. La señalización no deberá considerarse una medida sustitutoria de las medidas técnicas y organizativas de protección colectiva y deberá utilizarse cuando mediante estas últimas no haya sido posible eliminar los riesgos o reducirlos suficientemente. Tampoco deberá considerarse una medida sustitutoria de la formación e información de los trabajadores en materia de seguridad y salud en el trabajo.

DISPOSICIONES MÍNIMAS DE CARÁCTER GENERAL RELATIVAS A LA SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL LUGAR DE TRABAJO

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

a) Las características de la señal.

b) Los riesgos, elementos o circunstancias que hayan de señalizarse.

c) La extensión de la zona a cubrir.

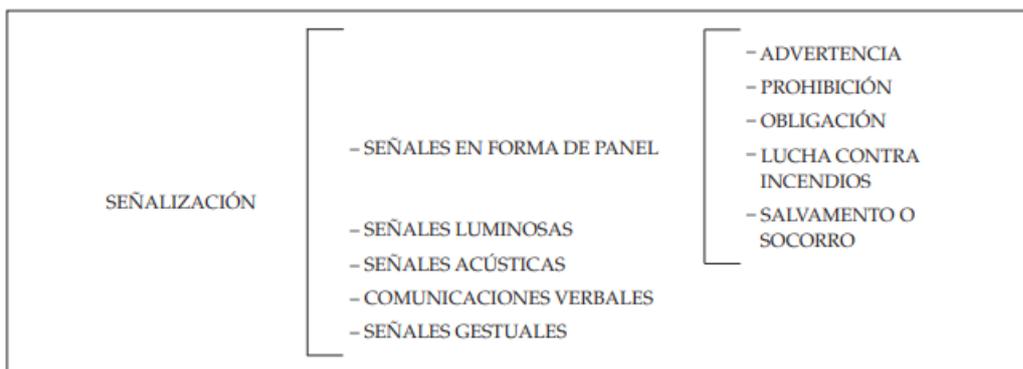
- d) El número de trabajadores afectados. En cualquier caso, la señalización de los riesgos, elementos o circunstancias indicadas en el anexo VII se realizará según lo dispuesto en dicho anexo.
2. La eficacia de la señalización no deberá resultar disminuida por la concurrencia de señales o por otras circunstancias que dificulten su percepción o comprensión. La señalización de seguridad y salud en el trabajo no deberá utilizarse para transmitir informaciones o mensajes distintos o adicionales a los que constituyen su objetivo propio. Cuando los trabajadores a los que se dirige la señalización tengan la capacidad o la facultad visual o auditiva limitadas, incluidos los casos en que ello sea debido al uso de equipos de protección individual, deberán tomarse las medidas suplementarias o de sustitución necesarias.
3. La señalización deberá permanecer en tanto persista la situación que la motiva.
4. Los medios y dispositivos de señalización deberán ser, según los casos, limpiados, mantenidos y verificados regularmente, y reparados o sustituidos cuando sea necesario, de forma que conserven en todo momento sus cualidades intrínsecas y de funcionamiento. Las señalizaciones que necesiten de una fuente de energía dispondrán de alimentación de emergencia que garantice su funcionamiento en caso de interrupción de aquella, salvo que el riesgo desaparezca con el corte del suministro.

6.4.3- Condiciones de señalización.

Siempre que resulte necesario teniendo en cuenta los criterios del artículo siguiente, el empresario deberá adoptar las medidas precisas para que en los lugares de trabajo exista una señalización de seguridad y salud que cumpla lo establecido en los anexos I a VII del presente RD.

Imagen 30: Tipos de señalización en el lugar de trabajo.

Tipos de señalización en el lugar de trabajo



SEÑALES EN FORMA DE PANEL:

Características intrínsecas:

1. La forma y colores de estas señales se definen en el apartado 3 de este anexo, en función del tipo de señal de que se trate.
2. Los pictogramas serán lo más sencillos posible, evitándose detalles inútiles para su comprensión. Podrán variar ligeramente o ser más detallados que los indicados en el apartado 3. siempre que su significado sea equivalente y no existan diferencias o adaptaciones que impidan percibir claramente su significado.
3. Las señales serán de un material que resista lo mejor posible los golpes, las inclemencias del tiempo y las agresiones medioambientales.
4. Las dimensiones de las señales, así como sus características colorimétricas y fotométricas, garantizarán su buena visibilidad y comprensión.

Requisitos de utilización:

1. Las señales se instalarán preferentemente a una altura y en una posición apropiadas en relación al ángulo visual, teniendo en cuenta posibles obstáculos, en la proximidad inmediata del riesgo u objeto que deba señalizarse o, cuando se trate de un riesgo general, en el acceso a la zona de riesgo.
2. El lugar de emplazamiento de la señal deberá estar bien iluminado, ser accesible y fácilmente visible. Si la iluminación general es insuficiente, se empleará una iluminación adicional o se utilizarán colores fosforescentes o materiales fluorescentes.

3. A fin de evitar la disminución de la eficacia de la señalización no se utilizarán demasiadas señales próximas entre sí.

4. Las señales deberán retirarse cuando deje de existir la situación que las justificaba.

1. Los colores de seguridad podrán formar parte de una señalización de seguridad o constituirlos por sí mismos. En el siguiente cuadro se muestran los colores de seguridad, su significado y otras indicaciones sobre su uso:

Color	Significado	Indicaciones y precisiones
Rojo	Señal de prohibición	Comportamientos peligrosos.
	Peligro – alarma	Alto, parada, dispositivos de desconexión de emergencia. Evacuación.
	Material y equipos de lucha contra incendios	Identificación y localización.
Amarillo o amarillo anaranjado	Señal de advertencia	Atención, precaución. Verificación.
Azul	Señal de obligación	Comportamiento o acción específica. Obligación de utilizar un equipo de protección individual.
Verde	Señal de salvamento o de auxilio	Puertas, salidas, pasajes, material, puestos de salvamento o de socorro, locales.
	Situación de seguridad	Vuelta a la normalidad.

2. Cuando el color de fondo sobre el que tenga que aplicarse el color de seguridad pueda dificultar la percepción de este último, se utilizará un color de contraste que enmarque o se alterne con el de seguridad, de acuerdo con la siguiente tabla:

Color de seguridad	Color de contraste
Rojo	Blanco
Amarillo o amarillo anaranjado	Negro
Azul	Blanco
Verde	Blanco

3. Cuando la señalización de un elemento se realice mediante un color de seguridad, las dimensiones de la superficie coloreada deberán guardar proporción con las del elemento y permitir su fácil identificación.

Imagen 31: Los colores de seguridad.

Tipos de señales:

1. **Señales de Advertencia:** Forma triangular. Pictograma negro sobre fondo amarillo (el amarillo deberá cubrir como mínimo el 50 por 100 de la superficie de la señal), bordes negros.

Como excepción, el fondo de la señal sobre «materias nocivas o irritantes» será de color naranja, en lugar de amarillo, para evitar confusiones con otras señales similares utilizadas para la regulación del tráfico por carretera.



2. **Señales de Prohibición:** Forma redonda. Pictograma negro sobre fondo blanco, bordes y banda (transversal descendente de izquierda a derecha atravesando el pictograma a 45º respecto a la horizontal) rojos (el rojo deberá cubrir como mínimo el 35 por 100 de la superficie de la señal).



Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

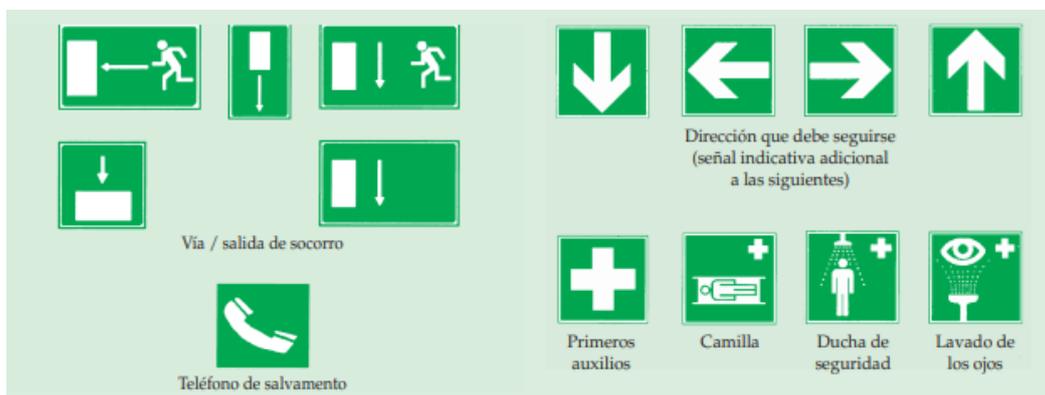
3. **Señales de Obligación:** Señales de obligación. Forma redonda. Pictograma blanco sobre fondo azul (el azul deberá cubrir como mínimo el 50 por 100 de la superficie de la señal).



4. **Señales Relativas a los Equipos de Lucha Contra incendios:** Forma rectangular o cuadrada. Pictograma blanco sobre fondo rojo (el rojo deberá cubrir como mínimo el 50 por 100 de la superficie de la señal).



5. **Señales de Salvamento o Socorro:** Forma rectangular o cuadrada. Pictograma blanco sobre fondo verde (el verde deberá cubrir como mínimo el 50 por 100 de la superficie de la señal).



SEÑALES LUMINOSAS Y ACÚSTICAS:

Características y requisitos de las señales luminosas:

1. La luz emitida por la señal deberá provocar un contraste luminoso apropiado respecto a su entorno, en función de las condiciones de uso previstas. Su intensidad deberá asegurar su percepción, sin llegar a producir deslumbramientos.
2. La superficie luminosa que emita una señal podrá ser de color uniforme, o llevar un pictograma sobre un fondo determinado. En el primer caso, el color deberá ajustarse a lo dispuesto en el apartado 1 del anexo II; en el segundo caso, el pictograma deberá respetar las reglas aplicables a las señales en forma de panel definidas en el anexo III.
3. Si un dispositivo puede emitir una señal tanto continua como intermitente, la señal intermitente se utilizará para indicar, con respecto a la señal continua, un mayor grado de peligro o una mayor urgencia de la acción requerida.
4. No se utilizarán al mismo tiempo dos señales luminosas que puedan dar lugar a confusión, ni una señal luminosa cerca de otra emisión luminosa apenas diferente. Cuando se utilice una señal luminosa intermitente, la duración y frecuencia de los destellos deberán permitir la correcta identificación del mensaje, evitando que pueda ser percibida como continua o confundida con otras señales luminosas.
5. Los dispositivos de emisión de señales luminosas para uso en caso de peligro grave deberán ser objeto de revisiones especiales o ir provistos de una bombilla auxiliar.

Características y requisitos de las señales acústicas:

1. La señal acústica deberá tener un nivel sonoro superior al nivel de ruido ambiental, de forma que sea claramente audible, sin llegar a ser excesivamente molesto. No deberá utilizarse una señal acústica cuando el ruido ambiental sea demasiado intenso.
2. El tono de la señal acústica o, cuando se trate de señales intermitentes, la duración, intervalo y agrupación de los impulsos, deberá permitir su correcta identificación y clara distinción frente a otras señales acústicas o ruidos ambientales. No deberán utilizarse dos señales acústicas simultáneamente.
3. Si un dispositivo puede emitir señales acústicas con un tono o intensidad variables o intermitentes, o con un tono o intensidad continuos, se utilizarán las primeras para indicar, por contraste con las segundas, un mayor grado de peligro o una mayor

urgencia de la acción requerida. El sonido de una señal de evacuación deberá ser continuo. No se utilizarán al mismo tiempo dos señales luminosas que puedan dar lugar a confusión, ni una señal luminosa cerca de otra emisión luminosa apenas diferente. Cuando se utilice una señal luminosa intermitente, la duración y frecuencia de los destellos deberán permitir la correcta identificación del mensaje, evitando que pueda ser percibida como continua o confundida con otras señales luminosas.

4. Los dispositivos de emisión de señales luminosas para uso en caso de peligro grave deberán ser objeto de revisiones especiales o ir provistos de una bombilla auxiliar.

Características y requisitos de las señales acústicas:

1. Una señal luminosa o acústica indicará, al ponerse en marcha, la necesidad de realizar una determinada acción, y se mantendrá mientras persista tal necesidad. Al finalizar la emisión de una señal luminosa o acústica se adoptarán de inmediato las medidas que permitan volver a utilizarlas en caso de necesidad.
2. La eficacia y buen funcionamiento de las señales luminosas y acústicas se comprobará antes de su entrada en servicio, y posteriormente mediante las pruebas periódicas necesarias.
3. Las señales luminosas y acústicas intermitentes previstas para su utilización alterna o complementaria deberán emplear idéntico código.

Imagen: 32 – Vía de evacuación no señalada y señalada.

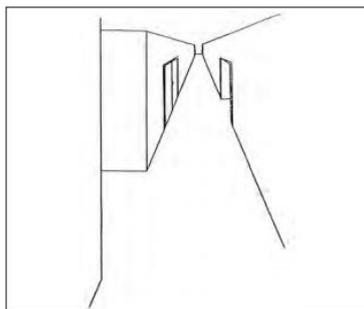


Figura 1. Pasillos de una planta de oficinas.

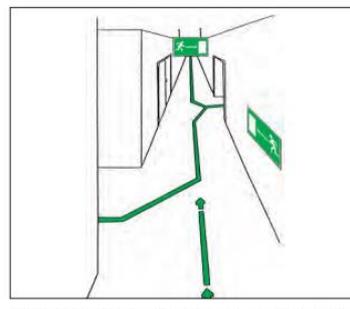


Figura 2. Señalización de una salida de emergencia en una planta de oficinas.

 **COMUNICACIONES VERBALES:**

1. Características intrínsecas:
 - a. La comunicación verbal se establece entre un locutor o emisor y uno o varios oyentes, en un lenguaje formado por textos cortos, frases, grupos de palabras o palabras aisladas, eventualmente codificados.
 - b. Los mensajes verbales serán tan cortos, simples y claros como sea posible; la aptitud verbal del locutor y las facultades auditivas del o de los oyentes deberán bastar para garantizar una comunicación verbal segura.
 - c. La comunicación verbal será directa (utilización de la voz humana) o indirecta (voz humana o sintética, difundida por un medio apropiado).
2. Reglas particulares de utilización:
 - a. Las personas afectadas deberán conocer bien el lenguaje utilizado, a fin de poder pronunciar y comprender correctamente el mensaje verbal y adoptar, en función de éste, el comportamiento apropiado en el ámbito de la seguridad y la salud.
 - b. Si la comunicación verbal se utiliza en lugar o como complemento de señales gestuales, habrá que utilizar palabras tales como, por ejemplo:
 - i. Comienzo: para indicar la toma de mando.
 - ii. Alto: para interrumpir o finalizar un movimiento.
 - iii. Fin: para finalizar las operaciones.
 - iv. Izar: para izar una carga.
 - v. Bajar: para bajar una carga.
 - vi. Avanzar, retroceder, a la derecha, a la izquierda: para indicar el sentido de un movimiento (el sentido de estos movimientos debe, en su caso, coordinarse con los correspondientes códigos gestuales).
 - vii. Peligro: para efectuar una parada de emergencia.
 - viii. Rápido: para acelerar un movimiento por razones de seguridad.

 **SEÑALES GESTUALES:**

1. **Características:** Una señal gestual deberá ser precisa, simple, amplia, fácil de realizar y comprender y claramente distinguible de cualquier otra señal gestual. La utilización de los dos brazos al mismo tiempo se hará de forma simétrica y para una sola señal gestual. Los gestos utilizados, por lo que respecta a las características indicadas anteriormente, podrán variar o ser más detallados que las representaciones recogidas en el apartado 3, a condición de que su significado y comprensión sean, por lo menos, equivalentes.

2. **Reglas particulares de utilización:**

- a. La persona que emite las señales, denominada «encargado de las señales», dará las instrucciones de maniobra mediante señales gestuales al destinatario de las mismas, denominado «operador».
 - b. El encargado de las señales deberá poder seguir visualmente el desarrollo de las maniobras sin estar amenazado por ellas.
 - c. El encargado de las señales deberá dedicarse exclusivamente a dirigir las maniobras y a la seguridad de los trabajadores situados en las proximidades.
 - d. Si no se dan las condiciones previstas en el apartado 2.2º. se recurrirá a uno o varios encargados de las señales suplementarias.
 - e. El operador deberá suspender la maniobra que esté realizando para solicitar nuevas instrucciones cuando no pueda ejecutar las órdenes recibidas con las garantías de seguridad necesarias.
6. Accesorios de señalización gestual. El encargado de las señales deberá ser fácilmente reconocido por el operador. El encargado de las señales llevará uno o varios elementos de identificación apropiados tales como chaqueta, manguitos, brazal o casco y, cuando sea necesario, raquetas. Los elementos de identificación indicados serán de colores vivos, .

3. **Gestos codificados Consideración previa.** El conjunto de gestos codificados que se incluye no impide que puedan emplearse otros códigos, en particular en determinados sectores de actividad, aplicables a nivel comunitario e indicadores de idénticas maniobras.

Significado	Descripción	Ilustración
Detener el tránsito	Señalista de frente al tránsito y con la bandera extendida horizontalmente hacia el carril donde opera en posición estacionaria, de modo que toda ella sea visible. Para mayor énfasis podrá levantar su mano libre con la palma de la misma frente a los vehículos que se aproximan	
Continuar la marcha	Señalista parado paralelo al sentido del tránsito y con la bandera y el brazo debajo de la línea visual de los conductores, indicará que el tráfico prosiga su marcha moviendo su mano libre. No se debe usar la bandera para indicar que el tráfico prosiga o reanude su marcha	
Alertar del Tráfico Disminuir la velocidad	Señalista parado frente al tráfico agitando la bandera despacio, en un movimiento hacia arriba y hacia abajo sin levantar el brazo sobre su posición horizontal	

Figura 3. Señalistas de obra de vías de circulación.

Imagen: 33 – Señalistas de obra de vías de circulación

6.5 DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.

6.5.1- Introducción.

En este RD: 1215/1997, se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud para la utilización por los trabajadores de los Equipos de Trabajo.

Así, son las normas de desarrollo reglamentario las que deben fijar las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre ellas se encuentran las destinadas a garantizar que de la presencia o utilización de los equipos de trabajo puestos a disposición de los trabajadores en la empresa o centro de trabajo no se deriven riesgos para la seguridad o salud de los mismos.

A efectos del presente Real Decreto se entenderá por:

- a) **Equipo de trabajo**: cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el trabajo.
- b) **Utilización de un equipo de trabajo**: cualquier actividad referida a un equipo de trabajo, tal como la puesta en marcha o la detención, el empleo, el transporte, la reparación, la transformación, el mantenimiento y la conservación, incluida, en particular, la limpieza.
- c) **Zona peligrosa**: cualquier zona situada en el interior o alrededor de un equipo de trabajo en la que la presencia de un trabajador expuesto entrañe un riesgo para su seguridad o su salud.
- d) **Trabajador expuesto**: cualquier trabajador que se encuentre total o parcialmente en una zona peligrosa.
- e) **Operador del equipo**: el trabajador encargado de la utilización de un equipo 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.

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

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

1. Los órganos de accionamiento de un equipo de trabajo que tengan alguna incidencia en la seguridad deberán ser claramente visibles e identificables y no deberán acarrear riesgos como consecuencia de una manipulación involuntaria.
2. Cada equipo de trabajo deberá estar provisto de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad.
3. Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo de caída de objetos o de proyecciones deberá estar provisto de dispositivos de protección adecuados a dichos riesgos.
4. Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo por emanación de gases, vapores o líquidos o por emisión de polvo deberá estar provisto de dispositivos adecuados de captación o extracción cerca de la fuente emisora correspondiente.
5. Cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgo de accidente por contacto mecánico, deberán ir equipados con resguardos o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas.
6. Las zonas y puntos de trabajo o mantenimiento de un equipo de trabajo deberán estar adecuadamente iluminadas en función de las tareas que deban realizarse.
7. Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas cuando corresponda contra los riesgos de contacto o la proximidad de los trabajadores.
8. Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgo de contacto directo o indirecto de la electricidad y los que entrañen riesgo por ruido, vibraciones o radiaciones deberá disponer de las protecciones o dispositivos adecuados para limitar, en la medida de lo posible, la generación y propagación de estos agentes físicos.
9. Las herramientas manuales deberán estar construidas con materiales resistentes y la unión entre sus elementos deberá ser firme, de manera que se eviten las roturas o proyecciones de los mismos.

10. 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.

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

6.5.2.2- Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo móviles.

Las disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo móviles:

1. Los equipos con trabajadores transportados deberán evitar el contacto de éstos con ruedas y orugas y el aprisionamiento por las mismas. Para ello dispondrán de una estructura de protección que impida que el equipo de trabajo 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.
2. Las carretillas elevadoras deberán estar 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.
3. Los equipos de trabajo automotores deberán contar con:
 - Dispositivos de frenado y parada.
 - Dispositivos para garantizar una visibilidad adecuada.
 - Señalización acústica de emergencia.

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

Imagen: 34 – Carretilla elevadora de horquilla

Imagen: 35 – Carretilla elevadora de alcance variable.



Figura 7. Carretilla elevadora de horquilla.



Figura 8. Carretilla elevadora de alcance variable.

Siguiendo con las disposiciones mínimas que deben cumplir los diferentes equipos de un centro de trabajo, citamos algunas de las medidas que se deben adoptar referente a la elevación de cargas:

- ✚ Los equipos estarán instalados firmemente, teniendo presente la carga que deban levantar y las tensiones inducidas en los puntos de suspensión o de fijación. En cualquier caso:
 - Los aparatos de izar estarán equipados con un limitador del recorrido del carro.
 - Los ganchos, los motores eléctricos estarán provistos de limitadores de altura y del peso.
- ✚ En todos los equipos deberá figurar claramente la carga nominal.
- ✚ Se instalarán de modo que se reduzca el riesgo de que, si la carga cae en picado, se suelte o se desvíe involuntariamente de forma peligrosa, que ningún trabajador este debajo de dicha carga.
- ✚ Los trabajos de izado, transporte y descenso de cargas suspendidas, quedarán interrumpidos bajo régimen de vientos superiores a los 60 km/h.

6.5.2.4- Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para movimientos de tierras y maquinaria pesada.

Aquella maquinaria que se empleará deberá cumplir las siguientes disposiciones:

- Las máquinas para los movimientos de tierras estarán dotadas de:
 - Faros de marcha hacia adelante y de retroceso.
 - Servofrenos.
 - Freno de mano.
 - Bocina automática de retroceso.
 - Retrovisores en ambos lados.
 - Pórtico de seguridad antivuelco y antiimpactos.
 - Un extintor.

- Se prohibirá trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria de movimiento de tierras, para evitar los riesgos por atropello.
- Durante el tiempo de parada de las máquinas se señalizará su entorno con "señales de peligro", para evitar los riesgos por fallo de frenos o por atropello durante la puesta en marcha.
- Si se produjese el contacto de una máquina con una línea eléctrica, el maquinista permanecerá inmóvil en su puesto y solicitará auxilio por medio de las bocinas. De ser posible el salto sin riesgo de contacto eléctrico, el maquinista saltará fuera de la máquina sin tocar, al unísono, la máquina y el terreno. Antes del abandono de la cabina, el maquinista habrá dejado en reposo, en contacto con el pavimento (la cuchilla, cazo, etc.), puesto el freno de mano y parado el motor extrayendo la llave de contacto para evitar los riesgos por fallos del sistema hidráulico.
- Las pasarelas y peldaños de acceso para conducción o mantenimiento permanecerán limpios de gravas, barros y aceite, para evitar los riesgos de caída.

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

- Se prohíbe el transporte de personas sobre las máquinas para el movimiento de tierras, para evitar los riesgos de caídas o de atropellos.
- Se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido, ante la coronación de los cortes (taludes o terraplenes) a los que debe aproximarse la maquinaria empleada en el movimiento de tierras, para evitar los riesgos por caída de la máquina.
- Se señalarán los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y señales normalizadas de tráfico.
- Se prohíbe el acopio de tierras a menos de 2 m del borde de la excavación.
- No se debe fumar cuando se abastezca de combustible la máquina, pues podría inflamarse. Al realizar dicha tarea el motor deberá permanecer parado.
- Se prohíbe realizar trabajos en un radio de 10 m entorno a las máquinas de hinca, en prevención de golpes y atropellos.
- Los compresores serán de los llamados “silenciosos” que deberán disminuir el nivel de ruido. La zona dedicada para la ubicación del compresor quedará acordonada en un radio de 4 m. Las mangueras de esta máquina estarán en perfectas condiciones de uso, es decir, sin grietas ni desgastes que puedan producir un reventón.
- Cada trabajo con martillos neumáticos, estará trabajado por dos cuadrillas que se turnarán cada hora, en prevención de lesiones por permanencia continuada recibiendo vibraciones.
- Los pisones mecánicos se guiarán avanzando frontalmente, evitando los desplazamientos laterales.

6.5.2.5- Disposiciones mínimas adicionales aplicables en medios auxiliares.

Los equipos de trabajo para la elevación de cargas deberán estar 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.

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

En las máquinas para elevación de cargas deberá figurar una indicación claramente visible de su carga nominal y, en su caso, una placa de carga que estipule la carga nominal de cada configuración de la máquina. Los accesorios de elevación deberán estar marcados de tal forma que se puedan identificar las características esenciales para un uso seguro. Si el equipo de trabajo no está destinado a la elevación de trabajadores y existe posibilidad de confusión, deberá fijarse una señalización adecuada de manera visible.

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.

Las disposiciones mínimas consideradas para estos medios son:

- El vallado perimetral de la obra debe cubrir el total del perímetro determinado. La altura debe pasar de 1,50 m, si bien se recomiendan los 2 m fijándose al suelo con aglomeraciones o hincando sus soportes, asegurando el cierre de los accesos a la obra fuera de horarios de trabajo.
- El vallado de señalización para acotar lugares de trabajo, de almacenamiento, de peligro, etc., se dispondrá de forma vertical e informará por medio de colores vivos, que no debe traspasarse su ubicación. Su longitud suele ser de 2,50 m y su altura de 1 m. Se disponen sin sujeción, por lo que no pueden sustituir a las barandillas en huecos con riesgo de caída.
- Cuando exista riesgo de caída a distinto nivel y se dispongan estas vallas, se deberán situar de forma que cierren el paso no dejando huecos y a distancia mínima del hueco de 1,50 m.
- Las barandillas para prevenir riesgos de caídas a distinto nivel, tendrán una altura mínima de 90 cm, una resistencia de 150 kg/m y formarán unidad con el parámetro que lo sustenta.
- Las escaleras de mano no se utilizarán para alturas de más de 5 m. Las escaleras de tijera estarán dotadas de un mecanismo de limitación de apertura (cadena o tope resistentes).

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

- Todas las escaleras de mano tendrán la resistencia, elementos de apoyo y de sujeción necesarios para que su utilización en las condiciones requeridas no suponga un riesgo de caída, por rotura o desplazamiento de las mismas.
- Los andamios se arriostrarán siempre para evitar movimientos indeseables al equilibrio del operario, se harán sobre puntos fuertes que se preverán en los paramentos verticales.
- Los andamios deberán ser inspeccionados diariamente antes del inicio de los trabajos por la persona que se designe al comienzo de la obra con la empresa constructora.
- Desde los andamos nunca se tirarán escombros, ni se fabricarán morteros.
- La separación entre el andamio y paramento vertical será como mínimo de 0,30 m.
- Las plataformas de trabajo en los andamios tendrán un ancho mínimo de 60 cm y estarán perfectamente ancladas en los apoyos. Como mínimo la plataforma estará constituida por tres tablones que deberán estar unidos entre sí. A partir de 2 m de altura, las plataformas habrán de poseer barandillas de 0,90 m de altura con un listón entre medio y un rodapié. Los tablones de la plataforma estarán limpios, sin nudos y no deberán tener defectos visibles.
- Se tenderán cables de seguridad anclados a puntos fuertes de la estructura para poder utilizarlos como amarre del fiador del cinturón de seguridad.

Para posicionar el contenedor de escombros, el encargado controlará los movimientos de descarga para que se realicen según las instrucciones de operaciones del camión de transporte.

- El contenedor se subirá y se bajará del camión por los lugares establecidos por el fabricante para este fin, para evitar los accidentes por caída.
- El contenedor se cargará sin colmo, enrasando la carga y se cubrirá con una lona para evitar los vertidos accidentales de la carga durante la retirada.

6.6 DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES FRENTE AL RIESGO ELÉCTRICO.

6.6.1- Introducción.

El RD 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 1ª del capítulo II del Reglamento de los Servicios de Prevención.

En cualquier caso, a efectos de prevenir el riesgo eléctrico:

- a) Las características, forma de utilización y mantenimiento de las instalaciones eléctricas de los lugares de trabajo deberán cumplir lo establecido en el artículo 3 de este Real Decreto y, en particular, las disposiciones a que se hace referencia en el apartado 4 del mismo.
- b) Las técnicas y procedimientos para trabajar en las instalaciones eléctricas, o en sus proximidades, deberán cumplir lo dispuesto en el artículo 4 de este Real Decreto.

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:

a) 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:

- Condiciones de los locales: locales mojados, locales con superficies conductoras.
- Condiciones de la actividad: posible presencia de atmósferas combustibles o explosivas, ambientes agresivos (contaminación, temperaturas extremas, corrosión, etc.).
- 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 .

b) 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 (véanse los comentarios al artículo 5 de este real decreto);

- verificar que los procedimientos empleados son los que se llevan a cabo en la práctica.

6.6.3- Instalaciones eléctricas.

1. 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 de 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.
2. 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.
3. 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 con las instrucciones de sus fabricantes e instaladores, si existen, y a la propia experiencia del explotador.
4. 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.

Los reglamentos electrotécnicos establecen, con carácter general, las condiciones y garantías que deben reunir las instalaciones eléctricas en relación con la seguridad de las personas y los bienes. En ellos se fijan las condiciones de seguridad y de calidad para los componentes (materiales, apartamentas, cableado, etc.) y los receptores utilizados en las instalaciones eléctricas.

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

Además, los titulares de las instalaciones deberán mantener en buen estado de funcionamiento las instalaciones, utilizándolas de acuerdo con sus características y absteniéndose de intervenir en las mismas para modificarlas. Si son necesarias modificaciones, estas deberán ser efectuadas por un instalador autorizado.

Imagen: 36 – Sistemas de protección contemplados en la ITC-BT-24

PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS ELÉCTRICOS DIRECTOS
<ul style="list-style-type: none">• Por recubrimiento de las partes activas• Por medio de barreras o envolventes• Por alejamiento• Mediante interruptores diferenciales (complementaria)
PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS ELÉCTRICOS INDIRECTOS
<ul style="list-style-type: none">• Por corte automático de la alimentación• Por empleo de equipos de Clase II• Por separación eléctrica de circuitos• Por conexión equipotencial local

Cuadro 1. Sistemas de protección contemplados en la ITC-BT-24

6.6.4- Técnicas y procedimientos de trabajo.

1. Las técnicas y procedimientos empleados para trabajar en instalaciones eléctricas, o en sus proximidades, se establecerán teniendo en consideración:

- a) 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.
- b) Los requisitos establecidos en los restantes apartados del presente artículo.

2. Todo trabajo en una instalación eléctrica, o en su proximidad, que conlleve un riesgo eléctrico deberá efectuarse sin tensión, salvo en los casos que se indican en los apartados 3 y 4 de este artículo. Para dejar la instalación eléctrica sin tensión, antes de realizar el trabajo, y para la reposición de la tensión, al finalizarlo, se seguirán las disposiciones generales establecidas en el anexo II.A y, en su caso, las disposiciones particulares establecidas en el anexo II.B.

3. Podrán realizarse con la instalación en tensión:

- a) 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.

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

En cualquier caso, estas operaciones deberán realizarse por el procedimiento normal previsto por el fabricante y previa verificación del buen estado del material manipulado.

b) 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.

4. También podrán realizarse con la instalación en tensión:

a) 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.

b) Los trabajos en, o en proximidad de instalaciones cuyas condiciones de explotación o de continuidad del suministro así lo requieran.

5. Excepto en los casos indicados en el apartado 3 de este artículo, el procedimiento empleado para la realización de trabajos en tensión deberá ajustarse a los requisitos generales establecidos en el anexo III.A y, en el caso de trabajos en alta tensión, a los requisitos adicionales indicados en el anexo III.B.

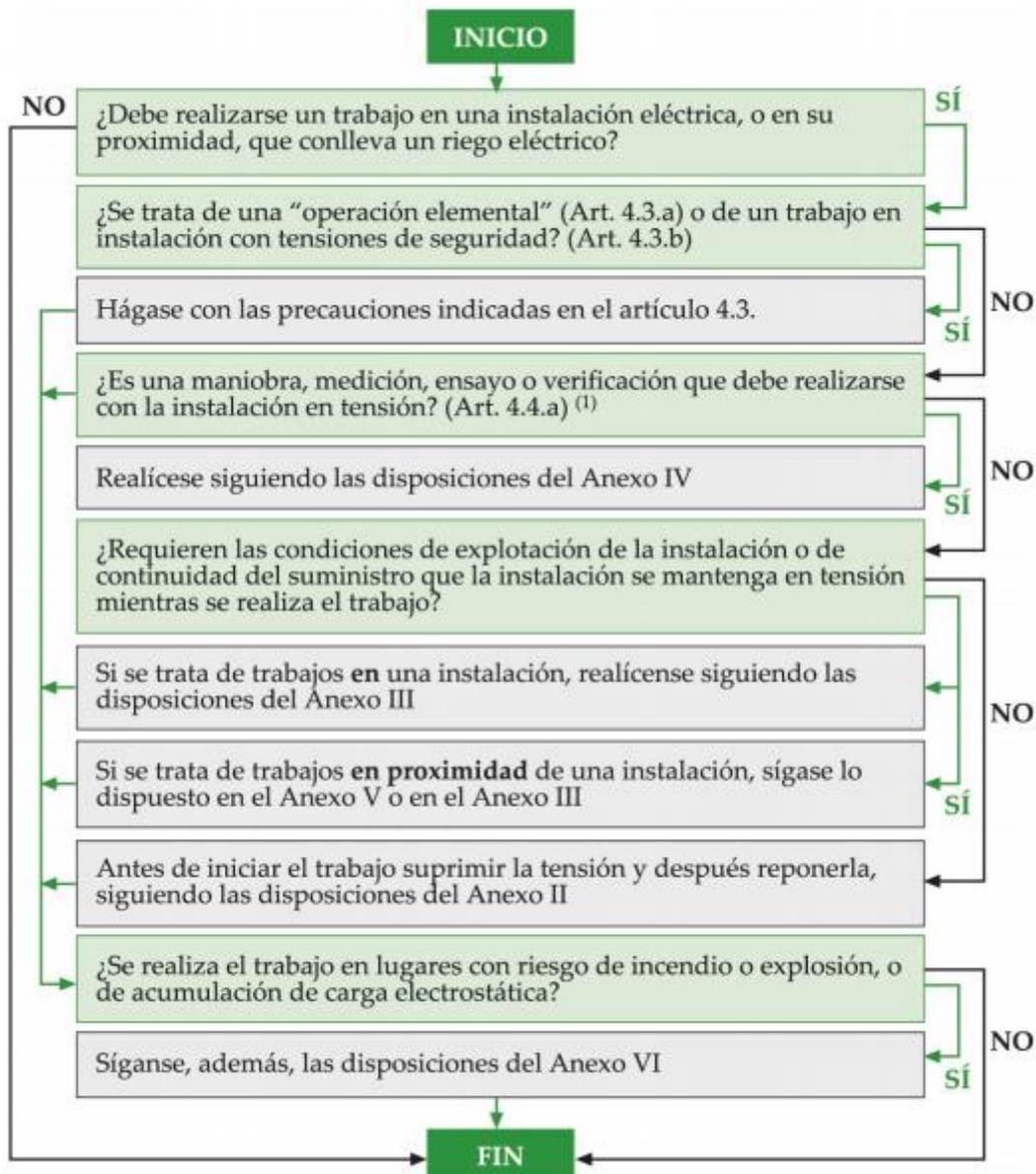
6. Las maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones eléctricas se realizarán siguiendo las disposiciones generales establecidas en el anexo IV.A y, en su caso, las disposiciones particulares establecidas en el anexo IV.B. Si durante la realización de estas operaciones tuvieran que ocuparse, o pudieran invadirse accidentalmente, las zonas de peligro de los elementos en tensión circundantes, se aplicará lo establecido, según el caso, en los apartados 5 o 7 del presente artículo.

7. Los trabajos que se realicen en proximidad de elementos en tensión se llevarán a cabo según lo dispuesto en el anexo V, o bien se considerarán como trabajos en tensión y se aplicarán las disposiciones correspondientes a este tipo de trabajos.

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

8. 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 según lo dispuesto en el anexo VI.

Imagen: 38 – Acciones si hay o no hay tensión



(1) Si durante la realización de estas operaciones se tuviera que invadir la zona de peligro, sígase el Anexo III; si se tuviera que invadir la zona de proximidad, sígase el Anexo V. En ambos casos se considerarán también las disposiciones del Anexo IV.

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

INSPECCIONES Y REVISIONES DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN	
Para las tomas a tierra	Comprobación inicial y revisión, al menos anual, en la época en la que el terreno esté más seco, realizada por personal técnicamente competente. Se repararán con carácter urgente los defectos encontrados. (ITC-BT-18)
Para las instalaciones siguientes: <ul style="list-style-type: none"> • Instalaciones industriales que precisen proyecto (según ITC-BT-04, punto 3) con una potencia instalada superior a 100 kW • Locales de Pública Concurrencia • Locales con riesgo de incendio o explosión, clase I, excepto garajes de menos de 25 plazas • Locales mojados con potencia instalada superior a 25 kW • Piscinas con potencia instalada superior a 10 kW • Quirófanos y salas de intervención • Instalaciones de alumbrado exterior con potencia instalada superior a 5 kW 	Inspección inicial, una vez ejecutadas las instalaciones, sus ampliaciones o modificaciones de importancia y previamente a ser documentadas ante el órgano competente de la comunidad autónoma, e inspección periódica cada 5 años . Realizadas por un "Organismo de Control" autorizado, el cual emitirá un "Certificado de Inspección". (ITC-BT-05)
En lo referente a la periodicidad de las inspecciones y los agentes que intervienen, las instalaciones ya existentes antes de la entrada en vigor del Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto (por el que se aprueba el actual REBT) quedan sometidas al mismo régimen, si bien los requisitos exigibles a dichas instalaciones serán los correspondientes a la reglamentación con la que se aprobaron.	

Cuadro 3. Inspecciones y revisiones de las instalaciones eléctricas de baja tensión

Imagen: 38 / 39 – Inspecciones y revisiones de las instalaciones eléctricas de baja tensión.

INSPECCIONES Y REVISIONES DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN	
Para las tomas de tierra	Revisión cada 3 años (MIE -RAT 13)
En instalaciones eléctricas de más de 1.000 voltios en corriente alterna	1. Contrato de mantenimiento con empresa autorizada (salvo excepciones) (Real Decreto 3275/1982, artículo 12)
En centros de transformación constituidos por uno o más transformadores reductores de alta a baja tensión	2. Inspección periódica cada 3 años por un Organismo de Control Autorizado (Real Decreto 3275/1982, artículo 13) 3. Libro de instrucciones de mantenimiento (MIE-RAT 14) (MIE-RAT 15)
En líneas y otras instalaciones destinadas al transporte, distribución y suministro de energía eléctrica en AT	1. Revisión cada 3 años, realizada por técnicos titulados, libremente designados por el titular de la instalación, quienes rellenarán los boletines correspondientes (Real Decreto 1955/2000, artículo 163) 2. Inspecciones realizadas por la Comisión Nacional de Energía, mediante procedimiento reglado, en colaboración con los servicios técnicos de la Administración General del Estado o de las Comunidades Autónomas donde se ubiquen, en aquellas instalaciones en que la autorización corresponda a la Administración General del Estado (Real Decreto 1955/2000, artículo 164) 3. Inspección periódica al menos cada 3 años por un Organismo de Control Autorizado. Para líneas de tensión nominal no superior a 30 kV estas inspecciones se podrán sustituir por revisiones o verificaciones que realicen técnicos titulados competentes (Real Decreto 223/2008, artículo 21, ITC-LAT 05)

Cuadro 4. Inspecciones y revisiones de las instalaciones eléctricas de alta tensión

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).

Teniendo en cuenta los riesgos originados por la energía eléctrica durante la realización de maniobras o trabajos en instalaciones eléctricas o en su proximidad, a la hora de seleccionar el tipo, nivel de protección y características adecuadas de los equipos de protección individual, se puede necesitar conjugar:

- **Aspectos dieléctricos:** evitar el paso de corriente eléctrica por el cuerpo del trabajador.
- **Aspectos térmicos:** evitar que el aumento de temperatura y energía calorífica incidente sobre el trabajador le produzcan quemaduras.
- **Aspectos disipativos:** evitar que la acumulación de carga eléctrica en el trabajador pueda activar una atmósfera explosiva.
- **Otros aspectos:** evitar daños debidos a ondas de choque, gases, radiaciones electromagnéticas u otros fenómenos cuyo origen sea la energía eléctrica. Será la preceptiva evaluación de riesgos, en base al tipo de procedimiento de trabajo, características y estado del lugar de trabajo, y las características del trabajador, la que determinará qué equipo de protección individual o conjunto de ellos son necesarios, así como los niveles de protección que deben ofrecer.

En las tablas 6, 7 y 8 se recogen los equipos de protección individual frente al riesgo eléctrico más comunes, destacándose algunas de las propiedades que facilitan su selección y uso :

Imagen: 40 – I. – Equipos de protección individual frente al choque eléctrico.

Imagen: 41 –II. – Equipos de protección individual frente al arco eléctrico.

Imagen: 42 – III. – Equipos de protección individual disipativos de la carga.

I. Equipos de protección individual frente al choque eléctrico ⁹																							
Denominación	Normas técnicas aplicables	Protección dieléctrica																					
Casco aislante de la electricidad	UNE-EN 50365. Cascos eléctricamente aislantes para su utilización en instalaciones de baja tensión	<table border="1"> <tr> <td>Clase 0</td> <td>$V_{ca} < 1000 \text{ V}$</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>$V_{cc} < 1500 \text{ V}$</td> <td></td> </tr> </table> <p>• NOTA: la evaluación de riesgos determinará la necesidad de que el casco disponga de elementos adicionales (barboquejo, etc.)</p>	Clase 0	$V_{ca} < 1000 \text{ V}$			$V_{cc} < 1500 \text{ V}$																
Clase 0	$V_{ca} < 1000 \text{ V}$																						
	$V_{cc} < 1500 \text{ V}$																						
Guantes aislantes para trabajos eléctricos ⁽³⁾ ⁽³⁾ Los guantes aislantes de la electricidad que incorporan protección mecánica se denominan "guantes compuestos" y si además de esta protección mecánica extienden su protección a parte del brazo (aproximadamente hasta la axila) se denominan "guantes largos compuestos"	UNE-EN 60903. Trabajos en tensión. Guantes de material aislante	<table border="1"> <tr> <th>Clase</th> <th>V_{ca} (kV)</th> <th>V_{cc} (kV)</th> </tr> <tr> <td>00</td> <td>< 0,5</td> <td>< 0,75</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>< 1</td> <td>< 1,5</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>< 7,5</td> <td>< 11,25</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>< 17</td> <td>< 25,5</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>< 26,5</td> <td>< 39,75</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>< 36</td> <td>< 54</td> </tr> </table>	Clase	V_{ca} (kV)	V_{cc} (kV)	00	< 0,5	< 0,75	0	< 1	< 1,5	1	< 7,5	< 11,25	2	< 17	< 25,5	3	< 26,5	< 39,75	4	< 36	< 54
Clase	V_{ca} (kV)	V_{cc} (kV)																					
00	< 0,5	< 0,75																					
0	< 1	< 1,5																					
1	< 7,5	< 11,25																					
2	< 17	< 25,5																					
3	< 26,5	< 39,75																					
4	< 36	< 54																					
Manguitos aislantes	UNE-EN 60984. Manguitos de material aislante para trabajos en tensión																						
Ropa aislante de la electricidad	UNE-EN 50286. Ropa aislante de protección para trabajos en instalaciones de baja tensión	<table border="1"> <tr> <td>Clase 00</td> <td>$V_{ca} < 500 \text{ V}$</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>$V_{cc} < 750 \text{ V}$</td> <td></td> </tr> </table>	Clase 00	$V_{ca} < 500 \text{ V}$			$V_{cc} < 750 \text{ V}$																
Clase 00	$V_{ca} < 500 \text{ V}$																						
	$V_{cc} < 750 \text{ V}$																						
Calzado aislante de la electricidad	UNE EN 50321. Calzado aislante de la electricidad para trabajos en instalaciones de baja tensión	<table border="1"> <tr> <td>Clase 00</td> <td>$V_{ca} < 500 \text{ V}$</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>$V_{cc} < 750 \text{ V}$</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Clase 0</td> <td>$V_{ca} < 1000 \text{ V}$</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>$V_{cc} < 1500 \text{ V}$</td> <td></td> </tr> </table>	Clase 00	$V_{ca} < 500 \text{ V}$			$V_{cc} < 750 \text{ V}$		Clase 0	$V_{ca} < 1000 \text{ V}$			$V_{cc} < 1500 \text{ V}$										
Clase 00	$V_{ca} < 500 \text{ V}$																						
	$V_{cc} < 750 \text{ V}$																						
Clase 0	$V_{ca} < 1000 \text{ V}$																						
	$V_{cc} < 1500 \text{ V}$																						

Tabla 6. Equipos de protección individual frente al choque eléctrico

II. Equipos de protección individual frente al arco eléctrico		
Denominación	Normas técnicas aplicables	Protección frente a riesgo térmico y otros
Pantalla facial	UNE-EN 166. Protección individual de los ojos. Especificaciones RfUs 03-024. Protección ocular y facial frente al arco eléctrico. Requisitos adicionales ⁽⁴⁾ ⁽⁴⁾ Criterio técnico consensuado a nivel europeo para complementar los requisitos de protección frente al arco eléctrico de las pantallas faciales	<ul style="list-style-type: none"> Las pantallas faciales son los únicos protectores que ofrecen protección frente a un riesgo derivado de la electricidad incorporando el requisito de protección contra el arco eléctrico en cortocircuito. Los oculares han de tener una clase ocular de 2-1, 2 o 3-1, 2. El número "8" es el símbolo del marcado que indica solidez frente al arco eléctrico de cortocircuito. Clase de protección frente al riesgo térmico generado por un arco eléctrico.
Guantes de protección frente a los riesgos térmicos derivados de un arco eléctrico Ropa de protección frente a los riesgos térmicos derivados del arco eléctrico	UNE-EN 61482-1-2. Trabajos en tensión. Ropa de protección contra los peligros térmicos de un arco eléctrico. Parte 1-2: Métodos de ensayo. Método 2: Determinación de la clase de protección contra el arco de los materiales y la ropa por medio de un arco dirigido y constreñido (caja de ensayo) (IEC 61482-1-2:2007). UNE-EN 61482-1-1. Trabajos en tensión. Ropa de protección contra los peligros térmicos de un arco eléctrico. Parte 1-1: Métodos de ensayo. Método 1: Determinación de la característica del arco (APTV o EBT50) de materiales resistentes a la llama para ropa	<p>El nivel de protección térmica que ofrece el equipo de protección individual puede ser especificado de dos formas:</p> <p>a) Mediante una clase de protección que indica el nivel de energía del arco hasta que el equipo de protección individual protege:</p> <p>Clase 1: $1,2 \text{ cal/cm}^2 < E_{CI} < 3,2 \text{ cal/cm}^2$ Clase 2: $3,2 \text{ cal/cm}^2 < E_{CI} < 10,1 \text{ cal/cm}^2$</p> <p>b) Mediante un valor numérico (expresado en kJ/m^2 o cal/cm^2) que indica el rendimiento térmico del material ante un arco.</p> <p>NOTA: Los parámetros anteriores no son comparables ni transformables uno en otro, de modo que la selección se debe hacer en base a uno de ellos</p> <p>Véanse las NTP 904 y 957: Arco eléctrico. Estimación de la energía calorífica incidente sobre un trabajador</p>

Tabla 7. Equipos de protección individual frente al arco eléctrico

III. Equipos de protección individual disipativos de la carga		
Denominación	Normas técnicas aplicables	Propiedades disipativas
Guantes antiestáticos	No existe norma específica para guantes de protección con propiedades electrostáticas; no obstante, las propiedades electrostáticas se pueden ensayar conforme a la norma UNE-EN 1149 partes 1, 2 y 3. Los ensayos no han sido validados para guantes, de modo que el pictograma electrostático sólo es válido para ropa (5) Norma en proyecto: prEN 16350. Protective gloves – Electrostatic properties	Resistencia vertical: (R_V) < $10^8 \Omega$ (5)
Ropa de protección antiestática	UNE-EN 1149-5. Ropa de protección. Propiedades electrostáticas. Parte 5: Requisitos de comportamiento de material y diseño	<ul style="list-style-type: none"> • Material homogéneo: Resistencia superficial (R_S) $\leq 2,5 \cdot 10^9 \Omega$ • Material heterogéneo (por ejemplo, tejidos de fibras con alma conductora): Tiempo de semidisipación de carga ($t_{50\%}$) < 4 s o bien Factor de protección $S > 0,2$ Véase la NTP 887. Calzado y ropa de protección “antiestáticos”
Calzado conductor/ antiestático	UNE-EN ISO 20345. Equipo de protección individual. Calzado de seguridad UNE-EN ISO 20346. Equipo de protección personal. Calzado de protección UNE-EN ISO 20347. Equipo de protección personal. Calzado de trabajo	<p>Dentro de las características adicionales del calzado de seguridad, trabajo o protección se pueden encontrar, entre otros, dos tipos de calzado:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Calzado conductor: <ul style="list-style-type: none"> - Límite superior de resistencia $10^5 \Omega$ - Identificación en el mercado con un símbolo C • Calzado antiestático: <ul style="list-style-type: none"> - Límite de resistencia entre 10^5 y $10^9 \Omega$ - Identificación en el mercado con un símbolo A - Valor de resistencia eléctrica mínima frente al choque eléctrico hasta voltajes de 250 V <p>Véase la NTP 887. Calzado y ropa de protección “antiestáticos”</p>

Tabla 8. Equipos de protección individual disipativos de la carga

6.7.1- Afecciones en la piel por dermatitis de contacto.

- Guantes de protección frente a abrasión.
- Guantes de protección frente a agentes químicos.

6.7.2- Quemaduras físicas y químicas.

- Guantes de protección frente a abrasión.
- Guantes de protección frente a agentes químicos. Guantes de protección frente a calor.
- Sombreros de paja (aconsejables contra riesgo de insolación).

6.7.3- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.

- Calzado con protección contra golpes mecánicos.
- Cascos de seguridad homologados para las tareas de construcción (con barbuquejo y agujeros de ventilación).
- Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas).
- Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco.

6.7.4- Ambiente pulvígeno.

- Equipos de protección de las vías respiratorias con filtro mecánico.
- Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas).
- Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco.

6.7.5- Aplastamientos.

- Calzado con protección contra golpes mecánicos.
- Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos.

6.7.6- Atrapamientos. ☒ Calzado con protección contra golpes mecánicos.

- Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos.
- Guantes de protección frente a abrasión.

6.7.7- Caída de objetos y/o máquinas.

- Bolsa portaherramientas.
- Calzado con protección frente a golpes mecánicos.

6.7.8- Caídas de personas a distinto nivel.

- Cinturón de seguridad, de sujeción y caída, clase A.

6.7.9- Contactos eléctricos directos.

- Calzado con protección contra descargas eléctricas
- Casco protector de la cabeza contra riesgos eléctricos
- Gafas de seguridad contra arco eléctrico
- Guantes dieléctricos
- Banqueta aislante de maniobra.

6.7.10- Inserción de cuerpos extraños en los ojos.

- Gafas de seguridad contra proyección de líquidos.
- Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas).
- Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco.

6.7.11- Exposición a fuentes luminosas peligrosas.

- Gafas de oxicorte.
- Gafas de seguridad contra arco eléctrico.
- Gafas de seguridad contra radiaciones.
- Mandil de cuero.
- Manguitos.
- Pantalla facial para soldadura eléctrica, con arnés de sujeción sobre la cabeza y cristales con visor oscuro inactínico.
- Pantalla para soldador de oxicorte.
- Polainas de soldador cubre-calzado.

6.7.12- Golpe por rotura de cable.

- Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos.
- Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas).
- Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco.

6.7.13- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.

- Bolsa portaherramientas.
- Calzado con protección contra golpes mecánicos.
- Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos.

6.7.14- Pisada de objetos punzantes.

- Bolsa portaherramientas.
- Calzado de protección con suelta anti perforante.

6.7.15- Sobre esfuerzos.

- Cinturón de protección lumbar.
- Faja elástica de sujeción de cintura.
- Cinturón anti vibratorio.

6.7.16- Ruido.

- Protectores auditivos.

6.8 LEGISLACIÓN, NORMATIVAS Y CONVENIOS DE APLICACIÓN AL PRESENTE ESTUDIO.

6.8.1- Legislación.

- ✚ Ley de prevención de riesgos laborales (LEY 31/95 DE 8/11/95).
- ✚ Reglamento de los servicios de prevención (R.D. 39/97 DE 7/1/97).
- ✚ Orden de desarrollo del R.S.P. (27/6/97).
- ✚ Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo (R.D.485/97 DE 14/4/97).
- ✚ Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo (R.D. 486/97 DE 14/4/97).
- ✚ Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación de cargas que entrañen riesgos, en particular, dorsolumbares, para los trabajadores (R.D. 487/97 DE 14/4/97).
- ✚ Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo (R.D. 664/97 DE 12/5/97).
- ✚ Exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo (R.D.665/97 DE 12/5/97).
- ✚ Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual (R.D. 773/97 DE 30/5/97).
- ✚ Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo (R.D. 1215/97 DE 18/7/97).
- ✚ Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción (RD. 1627/97 de 24/10/97).
- ✚ Ordenanza general de higiene y seguridad en el trabajo (O.M. DE 9/3/71) Exclusivamente su Capítulo VI, y art. 24 y 75 del Capítulo VII. Reglamento general de seguridad e higiene en el trabajo (OM de 31/1/40) Exclusivamente su Capítulo VII.
- ✚ Reglamento electrotécnico para baja tensión (R.D. 2413 de 20/9/73).
- ✚ R. Ministerio de Trabajo 11/3/77 sobre el benceno.
- ✚ O.M. 26/7/93 sobre el amianto.
- ✚ R.D. 1316/89 sobre el ruido.
- ✚ R.D. 53/92 sobre radiaciones ionizantes.

6.8.2- Normativas.

✚ NORMA BÁSICA DE LA EDIFICACIÓN:

✚ ISA/1973 Alcantarillado.

✚ ISB/1973 Basuras.

✚ ISH/1974 Humos y gases.

✚ ISS/1974 Saneamiento.

Norma NTE:

✚ Norma UNE 81 707 85 Escaleras portátiles de aluminio simples y de extensión.

✚ Norma UNE 81 002 85 Protectores auditivos. Tipos y definiciones.

✚ Norma UNE 81 101 85 Equipos de protección de la visión. Terminología. Clasificación y uso.

✚ Norma UNE 81 200 77 Equipos de protección personal de las vías respiratorias. Definición y clasificación.

✚ Norma UNE 81 208 77 Filtros mecánicos. Clasificación. Características y requisitos.

✚ Norma UNE 81 250 80 Guantes de protección. Definiciones y clasificación.

✚ Norma UNE 81 304 83 Calzado de seguridad. Ensayos de resistencia a la perforación de la suela.

✚ Norma UNE 81 353 80 Cinturones de seguridad. Clase A: Cinturón de sujeción. Características y ensayos.

✚ Norma UNE 81 650 80 Redes de seguridad. Características y ensayos.

6.8.3- Convenios.

CONVENIOS DE LA OIT RATIFICADOS POR ESPAÑA:

- ✚ Convenio nº 62 de la OIT de 23/6/37 relativo a prescripciones de seguridad en la industria de la edificación. Ratificado por Instrumento de 12/6/58. (BOE de 20/8/59).
- ✚ Convenio nº 167 de la OIT de 20/6/88 sobre seguridad y salud en la industria de la construcción.
- ✚ Convenio nº 119 de la OIT de 25/6/63 sobre protección de maquinaria.
- ✚ Ratificado por Instrucción de 26/11/71.(BOE de 30/11/72).
- ✚ Convenio nº 155 de la OIT de 22/6/81 sobre seguridad y salud de los trabajadores y medio ambiente de trabajo. Ratificado por Instrumento publicado en el BOE de 11/11/85.
- ✚ Convenio nº 127 de la OIT de 29/6/67 sobre peso máximo de carga transportada por un trabajador. (BOE de 15/10/70).

CONCLUSIONES.

Con todo lo descrito en el presente estudio de seguridad y salud, quedan definidas las medidas de prevención que inicialmente se consideran necesarias para la ejecución de las distintas unidades de obra que conforman este proyecto.

Si se realizase alguna modificación del proyecto, o se modificara algún sistema constructivo de los aquí previstos, es obligado constatar las interacciones de ambas circunstancias en las medidas de prevención contenidas en el presente estudio de seguridad y salud, debiéndose redactar, en su caso, las modificaciones necesarias.

7. PRESUPUESTO

7.1. PRESUPUESTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

Ud.	Descripción	P. Unit.	Importe
INTERRUPTORES DIFERENCIALES			
16		47,98	767,68 €
	Interruptor diferencial bipolar de 40 A, A9R81240 Cadenza Electric		
2		75,99	151,98 €
	Interruptor diferencial tetrapolar de 40 A, A9R81440 Cadenza Electric		
INTERRUPTORES MAGNETOTÉRMICOS			
9		67,67	609,03 €
	Interruptor automático magnetotérmico bipolar de 6A, MUN206A Hager		
16		36,49	583,84 €
	Interruptor automático magnetotérmico bipolar de 10A, MUN210A Hager		
32		36,99	1.183,68 €
	Interruptor automático magnetotérmico bipolar de 16A, MUN216A Hager		
48		38,33	1.839,84 €
	Interruptor automático magnetotérmico bipolar de 25A, MUN225A Hager		
1		63,43	63,43 €
	Interruptor automático magnetotérmico bipolar de 32A, MUN232 Hager		
1		129,61	129,61 €
	Interruptor automático magnetotérmico tetrapolar de 6A, MUN406A Hager		
1		133,88	133,88 €
	Interruptor automático magnetotérmico tetrapolar de 16A, MUN416A Hage		
1		137,66	137,66 €
	Interruptor automático magnetotérmico tetrapolar de 20A, MUN420A Hager		
2		148,89	297,78 €
	Interruptor automático magnetotérmico tetrapolar de 32A, MUN432A Hager		

FUSIBLES			
3		25,00	75,00 €
	Cartucho de fusibles de cuchilla NH0S 250A		
18		26,30	473,40 €
	Cartucho de fusibles de cuchilla NH0 35A		
1		28,00	28,00 €
	Cartucho de fusibles de cuchilla NH0 16 A		
1		28,50	28,50 €
	Cartucho de fusibles de cuchilla NH0 40 A		
1		28,50	28,50 €
	Cartucho de fusibles de cuchilla NH0 63 A		
CONDUCTORES			
264		0,60	158,40 €
	Cable H07V-K 1,5 mm ² todos colores		
488		0,72	351,36 €
	Cable H07V-K 2,5 mm ² todos colores		
112		0,89	99,68 €
	Cable H07V-K 4 mm ² todos colores		
96		0,99	95,04 €
	Cable H07V-K 6 mm ² todos colores		
80		40,97	3.277,60 €
	Manguera RZ1-K 0,6/1 kV 3 x 120 mm ² + 120 mm ²		
68		1,10	74,80 €
	Cable ES07Z1-K 6 mm ² todos colores		
231		1,20	277,20 €
	Cable ES07Z1-K 10 mm ² todos colores		
97		2,00	194,00 €
	Cable ES07Z1-K 16 mm ² todos colores		
177		2,50	442,50 €
	Manguera RZ1-K V 1,5 mm ²		
13		2,50	32,50 €
	Manguera RZ1-K kV 4 mm ²		
56		2,50	140,00 €
	Manguera RZ1-K kV 6 mm ²		

ILUMINACIÓN			
16		34,95	559,20 €
	Luminaria Fluorescente		
256		10,82	2.769,92 €
	Philips bombilla alógena		
ARMARIOS Y CAJAS DE PROTECCIÓN			
1		266,61	266,61 €
	Caja general de protección, Intensidad máxima 250 A		
1		110,00	110,00 €
	Marco y puerta metálica para Caja general de Protección		
CONTADORES			
19		154,40	2.933,60 €
	Contador monofásico COUNTIS E10		
2		267,15	534,30 €
	Contador trifásico COUNTIS E20		
	TOTAL PRESUPUESTO		18.848,52 €

7.2. PRESUPUESTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED.

Ud.	Descripción	P. Unit.	Importe
36	MODULO SOLAR 60 CELULAS 280 W - panel	171,00	6.156,00 €
	Suministro y puesta en obra de panel de solar de silicio policristalino de 60 células. <i>Tamaño 1640x992x40 mm.</i> Marco aleación de aluminio anodizado doble grosor. Potencia máxima: 280W. Potencia de Pico: 280W.		
1	INVERSOR TRIFÁSICO DE CONEXIÓN A RED	2.759,00	2.759,00 €
	Suministro e instalación de inversor trifásico de conexión a red marca Costal modelo PIKO IQ 8,5; acorde a las características de la instalación. Ubicado junto al cuadro eléctrico. <i>Dimensiones: 563x233x405.</i> Posee las siguientes características: - 2 seguidores PMP; - pantalla; - registro de datos; - monitorización de las instalaciones; - interfaces de red y regulación integradas de serie. Potencia fotovoltaica máxima=12,75 kW - panel. Potencia CC nominal= 8,76 kW.		
1	CUADRO DE PROTECCIONES EN CORRIENTE CONTINUA (DC)	331,00	331,00 €
	Suministro e instalación de cuadro de protección en DC para instalaciones fotovoltaicas de conexión a red sin monitorización, con protector contra sobre tensiones transitorias. Montado en caja ABB Mistral y P65 de 12 módulos.		
12	SOPORTES DE ALUMINIO KHT 915	110,00	1.320,00 €
	Soporte de aluminio para el panel solar de 60 células, que hace de nexo de unión entre el panel solar y el tejado de la vivienda. Se instala con la misma inclinación que el tejado de la vivienda. La estructura está fabricada íntegramente en aluminio de alta calidad, mientras que la tornillería y accesorios son de acero inoxidable. Cada una de las estructuras albergará 3 paneles.		
1	PUESTA A TIERRA	311,00	311,00 €
	Conexión a tierra de las masas de la instalación solar fotovoltaica y de la estructura soporte. La instalación de toma de tierra, será diferente de la tierra y el neutro de la instalación de baja tensión. Se instalarán tantos electrodos de tierra (picas), como sean necesarios para obtener el valor de la resistencia de tierra menos de 80 ohmios. El conductor de tierra será de cobre de 16 mm ² de sección, con protección en las zonas accesibles con tubo de acero inoxidable.		
1	CANALIZACIÓN Y CABLEADO	612,00	612,00 €
	Canalización y cableado de la instalación solar fotovoltaica. El cableado será realizado mediante cable tipo SOLAR unipolar de 6 mm ² de doble aislamiento.		
1	MEDICIÓN DE ENERGÍA	159,00	159,00 €
	Contador SM 630 - contador consumo para Costal IQ. 100 Amperios		
	TOTAL PRESUPUESTO		11.648,00 €

7.3. PRESUPUESTO DE INSTALACIÓN DE ENERGÍA GEOTÉRMICA.

Ud.	Descripción	P. Unit.	Importe
1	BOMBA DE CALOR GEOTÉRMICA	26.640,00	26.640,00 €
	Suministro y puesta en obra de la Bomba de calor. Esta Bomba de calor será una bomba geotérmica waterkotte, modelo DS5034,3-SERIE DS 5051 + CENTRAL DE REGULACIÓN PROGRAMABLE (R407c-400V)		
1	BOMBA DE GRUPO PRIMARIO	695,00	695,00 €
	Bomba de grupo primario (grupo de captación).		
1	BOMBA DE GRUPO SECUNDARIO	495,00	495,00 €
	Bomba de grupo secundario (Grupo de calefacción).		
1	DEPÓSITO DE INERCIA PARA CALEFACCIÓN POR SUELO RADIANTE	1.450,00	1.450,00 €
	Depósito de inercia WATERKOTTE, para calefacción por suelo radiante regulado por zonas. Este depósito está revestido en teflón. Depósito con una capacidad de 500 L, presión de funcionamiento 6 Bar y acero como material de construcción.		
1	DEPÓSITO ACUMULADOR DE AGUA CALIENTE SANITARIA	4.304,00	4.304,00 €
	Depósito acumulador de agua caliente sanitaria de acero revestido en Teflón. La capacidad de este depósito es de 1500L y la presión de funcionamiento es de 6 Bar.		
1	INTERCAMBIADOR EXTERIOR DE PLACAS-ACS	710,00	710,00 €
	Intercambiador exterior de placas-ACS.		
1	INTERCAMBIADOR EXTERIOR DE PLACAS-REVERSIBILIDAD	680,00	680,00 €
2	BOMBA DE IMPULSIÓN-RETORNO INTERCAMBIADOR	285,00	570,00 €
1	SENSOR DE TEMPERATURA - CALEFACCIÓN	82,00	82,00 €
1	SENSOR DE TEMPERATURA ACS	82,00	82,00 €
1	ATENUADOR DE CORRIENTE DE ARRANQUE	680,00	680,00 €
1	CONEXIÓN-DISTRIBUIDOR PARA SUELO RADIANTE	560,00	560,00 €
	Doble (ida y retorno) , comprendiendo colectores, llaves de cierre general y llaves de cierre individuales para cada circuito general.		

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

1	CAPTACIÓN VERTICAL		4.391,90 €
*	Grupo conector circuitos de captación WATERKOTTE 3/01		
1	Conectores dobles (ida y retorno), incluyendo llaves de cierre y sistema de carga y purga de los circuitos	966,00	966,00 €
*	Tubería de polietileno de alta densidad PE 100 40mm para conexión, captación/sala de máquinas		
100		1,70	170,00 €
*	Filtro de malla 1 1/2 "		
2		14,45	28,90 €
*	Grupo de seguridad		
2	Compuesto por vaso de expansión, purgador, válvula de seguridad y vaciado y un manómetro	24,00	48,00 €
*	Bomba de impulsión/ derivación a calefacción		
4	1 por planta, si se desea aislar cada una de las plantas	8,90	35,60 €
*	Válvula de 3 vías con sermomotor		
3		270,00	810,00 €
*	Glicol / anticongelante		
228		4,80	1.094,40 €
*	Válvula de seguridad para depósito acumulador		
2	Cuerpo de latón, conexiones hembra-hembra, rango de temperaturas de trabajo de -30 a 160 grados	36,00	72,00 €
*	Llaves de esfera 1 1/2 "		
10		12,20	122,00 €
*	Llaves de esfera 1 "		
22		10,00	220,00 €
*	Llaves de esfera 3/4 "		
4		7,20	28,80 €
*	Válvula reductora de presión 1"		
1		240,00	240,00 €
*	Vaso de expansión 24 litros ACS		
1		18,00	18,00 €
*	Vaso de expansión 18 litros captación		
1		15,20	15,20 €
*	Vaso de expansión 80 litros calefacción		
1		175,00	175,00 €
*	Purgador automático		
4		12,00	48,00 €
*	Tuberías de cobre, codos, racores y soportes		
1		300,00	300,00 €
	TOTAL PRESUPUESTO		41.339,90 €

8. BIBLIOGRAFÍA.

➤ Programas Informáticos.

- Microsoft Word
- Microsoft Excel 2016
- AutoCAD 2019

➤ Libros:

- Reglamento electrotécnico para baja tensión. Marcombo – Ediciones técnicas.
- Reglamento electrotécnico para baja tensión. RD560/2010. España. Ministerio de Ciencia y Tecnología.
- Reglamento electrotécnico para baja tensión. McGrawHill Education.
- Instalaciones eléctricas de baja tensión 2003. Antonio López López/ Luis Manuel López López/ Francisco Javier López Toro.
- Proyectos de instalaciones eléctricas de baja tensión – Aplicación a edificios de viviendas. MARCOMBOUNIVERSITARIA. – Ediciones técnicas – varios autores.
- Manual de Instalaciones Eléctricas. Adaptado al Código de la Edificación y al Nuevo Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión – Franco Martín Sánchez – 3ª Edición.
- Instalaciones Eléctricas. UNED – Franco Martín Sánchez.
- El consumo de energía y el medio ambiente en la vivienda en España. Análisis del ciclo de vida (ACV)- GAS NATURAL – Varios Autores.
- Centrales de energías renovables – Generación eléctrica con energías renovables.2ª edición. UNED – Varios Autores.
- Energías Renovables – Manual Técnico AMV EDICIONES – MUNDI PRENSA – Varios autores.
- Fotovoltaica para profesionales. Diseño, instalación y comercialización de plantas solares fotovoltaicas. CENSOLAR – SOLARPRAXIS – Varios autores.

➤ **Páginas web:**

- PGOU Santander:

<http://santander.es/ciudad/planeamiento-urbanistico>.

- Contadores:

http://roble.pntic.mec.es/jcat0021/NUEVO_REBT/ARCHIVOS/INDICE%20DE%20LAS%20INSTRUCCIONES%20TECNICAS%20COMPLEMENTARIAS_archivos/ITCBT-12.htm

- Cuadro eléctrico:

<https://lucera.es/blog/cuadroelectrico-casa>

- Caja general de protección:

<https://www.safybox.com/es/viesgo/1147-glv-250a-8buc.html>

- Especificaciones técnicas de Viesgo:

<https://www.viesgodistribucion.com/documentos/normativa/NT-IEBT.01%20ed%203.pdf>

- Dispositivos generales de mando y protección:

https://www.edu.xunta.es/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947843/contido/53_cuadro_de_mando_y_proteccion.html

- Geotermia:

<https://www.siberzone.es/blog-sistemasventilacion/sabes-como-funciona-la-geotermia-vertical/>

➤ **Normas y Reglamentos:**

- Viesgo (2016): Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace para el suministro de Baja Tensión: NT-IEBT.01.

- Ministerio de Ciencia y Tecnología: Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias. BOE 224, Septiembre 2002.

- ITC- Instrucción Técnica Complementaria BT-52: Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos – BOE 31 de Diciembre de 2014.

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

- Ministerio de Ciencia y Tecnología Guías Técnicas de Aplicación del Reglamento Electrotécnico para BT.
- Ministerio para la Vivienda Normas tecnológías de la Edificación NTE-IEB: Baja Tensión, BOE 20 y 27 de Abril y 4 y 5 de Mayo de 1974.
- Ministerio para la Vivienda Normas tecnológías de la Edificación NTE-IEP: Puestas a tierra, BOE de 24 de Marzo de 1973.
- 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 09 de Marzo de 1971.
- RD 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, BOE de 27 de diciembre de 2000.
- ley 54/1997 de de 27 de noviembre.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía Decreto de 12 de Marzo de 1954
- RD 1725/84 de de 18 de Junio.
- Ley de Regulación del Sector Eléctrico, Ley 54/1997 de 27 de noviembre.
- Normas dictadas por la Comunidad Autónoma correspondiente.
- Ordenanzas Municipales particulares dictadas por el Excmo. Ayuntamiento.
- Norma Básica de la Edificación NBE-CPI/96 Condiciones de protección contra incendios en los edificios.
- Código Técnico de la Edificación, DB-HE – Ahorro de Energía.

ESPECÍFICAS DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

➤ **Leyes y Reglamentos:**

- Ley de prevención de riesgos laborales (LEY 31/95 DE 8/11/95).
- Reglamento de los servicios de prevención (R.D. 39/97 DE 7/1/97).
- Orden de desarrollo del R.S.P. (27/6/97).
- Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. (R.D.485/97 DE 14/4/97).
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. (R.D. 486/97 DE 14/4/97).
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación de cargas que entrañen riesgos, en particular, dorsolumbares, para los trabajadores. (R.D. 487/97 DE 14/4/97).
- Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo. (R.D. 664/97 DE 12/5/97).
- Exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo. (R.D.665/97 DE 12/5/97).
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual. (R.D. 773/97 DE 30/5/97).
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo. (R.D. 1215/97 DE 18/7/97).
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. (RD. 1627/97 de 24/10/97).
- Ordenanza general de higiene y seguridad en el trabajo (O.M. DE 9/3/71) Exclusivamente su Capítulo VI, y art. 24 y 75 del Capítulo VII. Reglamento general de seguridad e higiene en el trabajo (OM de 31/1/40) Exclusivamente su Capítulo VII.

Instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas

- Reglamento electrotécnico para baja tensión.
(R.D. 2413 de 20/9/73).
- R. Ministerio de Trabajo
11/3/77 sobre el benceno.
- O.M. 26/7/93 sobre el amianto.
- R.D. 1316/89 sobre el ruido.
- R.D. 53/92 sobre radiaciones ionizantes.

➤ Normas:

- Norma Básica de la Edificación
- ISA/1973 Alcantarillado.
- ISB/1973 Basuras.
- ISH/1974 Humos y gases.
- ISS/1974 Saneamiento.
- Norma UNE 81 707 85 Escaleras portátiles de aluminio simples y de extensión.
- Norma UNE 81 002 85 Protectores auditivos. Tipos y definiciones.
- Norma UNE 81 101 85 Equipos de protección de la visión. Terminología. Clasificación y uso.
- Norma UNE 81 200 77 Equipos de protección personal de las vías respiratorias. Definición y clasificación.
- Norma UNE 81 208 77 Filtros mecánicos. Clasificación. Características y requisitos.
- Norma UNE 81 250 80 Guantes de protección. Definiciones y clasificación.
- Norma UNE 81 304 83 Calzado de seguridad. Ensayos de resistencia a la perforación de la suela.
- Norma UNE 81 353 80 Cinturones de seguridad. Clase A: Cinturón de sujeción. Características y ensayos.
- Norma UNE 81 650 80 Redes de seguridad. Características y ensayos.

➤ **Convenios:**

CONVENIOS DE LA OIT RATIFICADOS POR ESPAÑA:

- Convenio n° 62 de la OIT de 23/6/37 relativo a prescripciones de seguridad en la industria de la edificación. Ratificado por Instrumento de 12/6/58. (BOE de 20/8/59).
- Convenio n° 167 de la OIT de 20/6/88 sobre seguridad y salud en la industria de la construcción.
- Convenio n° 119 de la OIT de 25/6/63 sobre protección de maquinaria. Ratificado por Instrucción de 26/11/71.(BOE de 30/11/72).
- Convenio n° 155 de la OIT de 22/6/81 sobre seguridad y salud de los trabajadores y medio ambiente de trabajo. Ratificado por Instrumento publicado en el BOE de 11/11/85.
- Convenio n° 127 de la OIT de 29/6/67 sobre peso máximo de carga transportada por un trabajador. (BOE de 15/10/70).