UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

PROYECTO FIN DE CARRERA

Ingeniería Industrial Eléctrica

PROYECTO DE B.T. CON C.T. EN EDIFICIO DE VIVIENDAS CON GARAJE Y PROYECTO DE ACTIVIDAD

AUTOR: Javier Rabadán Barroso

DIRECTOR: Manuel Antolín Arias
TUTOR: Manuel Antolín Arias

FECHA: Abril de 2013

ÍNDICE

0. RESUMEN 7
1. OBJETO DEL PROYECTO 8
2. PARTES QUE COMPRENDE 8
3. NORMAS Y REGLAMENTOS 8
3.1. Municipal: 8
3.2. Protección del medio ambiente: 9
3.3. Seguridad de las maquinas: 9
3.4. De las instalaciones: 9
3.5. Para instalaciones de abastecimiento de agua y vertidos. 10
4. PETICIONARIO 10
5. AUTOR 11
6. EMPLAZAMIENTO 11
7. EDIFICIO 11
9. GRADO DE ELECTRIFICACIÓN DE LAS VIVIENDAS 11
9.1. Electrificación básica 12
9.2. Electrificación elevada 12
10. PREVISIÓN DE LA POTENCIA 13
10.1. Carga total de la instalación 13
10.2.1. Carga correspondiente a un conjunto de viviendas 15
10.2.2. Carga correspondiente a los servicios generales 16
10.2.3. Carga correspondiente a los garajes 16
10.2.4. División de cargas 16
12. PRESCRIPCIONES DE CARÁCTER GENERAL 17
12.1. Acometidas 17
12.2. Instalaciones de enlace 18
12.2.1. Caja General de Protección 19
12.2.2. Líneas Generales de Alimentación 21
12.2.3. Centralización de contadores 22
12.2.4. Derivaciones individuales 27
13. CANALIZACIONES, CONDUCTORES, TUBOS Y CANALES 29
13.1. Canalizaciones 29
13.2. Conductores 29
14. INSTALACIONES INTERIORES DE VIVIENDAS 37
14.1. Características principales de los dispositivos de protección. 37
14.2. Caja interruptor de control de potencia 37
14.3. Dispositivos privados de mando y protección e instalación interior. 38
14.4. Composición y características de los cuadros. 38
14.5. Distribución interior 39
15. INSTALACIONES DE USOS GENERALES 42
15.1. Cuadros secundarios 43

15.1.1. Cuadro del ascensor 44
15.1.2. Cuadros de RITI y RITS 45
15.1.3. Cuadro de grupo de presión 45
15.1.4. Cuadro de trasteros 45
17. CARACTERÍSTICAS QUE DIFERENCIAN INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO Y DIFERENCIAL 47
18. PROTECCIÓN POR CORTE AUTOMÁTICO DE LA ALIMENTACIÓN FRENTE A CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS. 50
19. ESQUEMAS DE DISTRIBUCIÓN 51
19.1. Esquema TT 52
19.2. Esquema TN 52
19.3. Esquema IT 54
19.4. Características y prescripciones de los dispositivos de protección en un esquema TT. 55
20. RED DE TIERRAS 56
20.1. Conductores de protección. 57
20.2. Conductores de equipotencialidad 57
21. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 58
21.1. Diseño del CT 58
21.2. Características generales del centro de transformación 59
21.3. Descripción del local destinado al CT 60
21.3.1. Características constructivas 60
21.4. Celdas y aparamenta eléctrica de MT y BT 61
21.4.1. Características de la aparamenta de MT 61
21.5. Características constructivas del sistema compacto CGC-24kV 72
21.5.1. Características de la aparamenta de MT 72
21.5.2. Características de la aparamenta de BT 75
21.6. Transformador 76
21.6.1. Características de los transformadores de potencia 77
21.6.2. Transformadores en baño de aceite. 77
21.6.3. Transformadores de aislamiento seco 79
21.7. Elección de los transformadores MT/BT 80
21.8. Protecciones 82
21.8.1. Protección contra defectos internos 82
21.8.2. Protección contra defectos externos 82
21.8.3. Selección de las Protecciones de Alta Tensión 83
21.8.4. Selección de las protecciones de Baja Tensión 85
22. RED DE DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN 86
22.1. Características Generales 86
22.2. Trazado de las líneas subterráneas de baja tensión 86
22.2.1. Características generales de la Línea 1: 87
22.2.2. Características generales de la Línea 2: 87
22.3. Conductores 87
22.4. Cables entubados en zanjas 88

22.5. Protección de sobreintensidad 89
22.6. Puesta a tierra 89
REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA 155
PLIEGO DE CONDICIONES 156
ESTUDIO DE SEGURIDAD 174
PRESUPUESTO 184
CONCLUSIONES 199
PLANOS 200

1 SITUACIÓN
2 INSTALACIÓN DE RED DE PUESTA A TIERRA
3 INSTALACIÓN DE PLANTA SÓTANO
4 INSTALACIÓN DE PLANTA BAJA
5 INSTLACIÓN DE PLANTA PRIMERA Y SEGUNDA
6 ESQUEMA ELÉCTRICO GENERAL Y VIVIENDAS
7 ESQUEMA ELÉCTRICO CUADROS SECUNDARIOS
8 ESQUEMA ELÉCTRICO RITI, RITS Y ASCENSOR
9 PLANTA GARAJE
10 EXTRACCIÓN Y EVACUACIÓN
11 INSTALACIÓN ELÉCTRICA GARAJE
12 RED DE BAJA TENSIÓN
13 CASETA DE OBRA CIVIL Y C.T.
14 ARQUETAS Y ZANJA
15 ESQUEMA UNIFILAR C.T.

RELACIÓN DE FIGURAS

Figura 1 Acometida subterránea con nicho en pared 18
Figura 2 Cable RV 0.6/1 kV 18
Figura 3 CGP 20
Figura 4 BTV de dos salidas 20
Figura 5 Ejemplo RZ1-K 0.6/1 kV 21
Figura 6 Contadores en forma centralizada en un lugar. 26
Figura 7 Caídas de tensión para una única centralización de contadores 27
Figura 8 Ejemplo DI a la salida de los contadores 28
Figura 9 Fase, neutro y tierra bajo tubo de PVC corrugado 39
Figura 10 Volúmenes en bañera 41
Figura 11 Volúmenes en ducha 41
Figura 12 Funcionamiento de un diferencial 47
Figura 13 Ejemplo interruptor diferencial monofásico 48
Figura 14 Funcionamiento de un magnetotérmico 48
Figura 15 Ejemplo interruptor magnetotérmico monofásico 49
Figura 16 Instalación de una electrificación básica 49
Figura 17 Contacto directo 50
Figura 18 Contacto indirecto 50
Figura 19 Esquema de distribución tipo TT 52
Figura 20 Esquema de distribución tipo TN-S 53
Figura 21 Esquema de distribución tipo TN-C 53
Figura 22 Esquema de distribución tipo TN-C-S 54
Figura 23 Esquema de distribución tipo IT 55
Figura 24 Esquema TT 56
Figura 25 Celdas CGC 61
Figura 26 Celdas CGM 62
Figura 27 Elemento de conexión entre celdas, Ormalink. 62
Figura 28 Conexión mediante Ormalink 63
Figura 29 Partes de una celda 63
Figura 30 Base y fuente sistema CGC 64
Figura 31 Cuba del sistema CGC 65
Figura 32 Compartimento de barras 65
Figura 33 Compartimento cables 66
Figura 34 Interruptor en celda 67
Figura 35 Posiciones interruptor 67
Figura 36 Mando del sistema CGC 67
Figura 37 Fusibles asociados y fusibles combinados 68
Figura 38 Fusibles en celda y carros portafusibles 69
Figura 39 Esquema fusibles 69
Figura 40 Protección con RPTA sin termostato y con termostato 70
Figura 41 Captadores toroidales 70
Figura 42 Relé Analógico 71
Figura 43 Conexión frontal celda de protección 71
Figura 44 Operación celda de línea y de protección 72
Figura 45 Cotas sistema CGC 75
Figura 46 Sistema CGC 75
Figura 47 Cuadro de baja tensión 76
Figura 48 Transformador en aceite y seco 80
Figura 49 Triángulo de potencias 80
Figura 50 Transformador 250 kVA 81
Figura 51 Circuito equivalente de una línea corta y su diagrama vectorial 92
Figura 52 Señal de salida 126
Figura 53 Señal salida de emergencia 126
Figura 54 Señal indicativa de emergencia 126
Figura 55 Señales de sin salida 127
Figura 56 Señales luminiscentes 127
Figura 57 Señal extintor 130

Figura 58 Esquema detección automática 133
Figura 59 Iluminancia 142
Figura 60 Composición de los elementos de separación entre recintos verticales 148
Figura 61 Tabla parámetros acústicos de los componentes de los elementos de separación verticales 149
Figura 62 Partición interior vertical. Catálogo de elementos constructivos 150
Figura 63 Elemento de separación vertical de doble hoja 151
Figura 64 Ejemplo de separación vertical de doble hoja 151
Figura 65 Tabla parámetros acústicos de los elementos de separación horizontales 152
Figura 66 Tabla forjados reticulares. Catálogo de elementos constructivos 153
Figura 67 Tabla suelos flotantes. Catálogo elementos constructivos 153

RELACIÓN DE TABLAS

Tabla 1 Distribución del edificio 11
Tabla 2 Clase de energía 11
Tabla 3 Circuitos independientes. Electrificación básica 12
Tabla 4 Circuitos independientes. Electrificación elevada 13
Tabla 5 Previsión de potencia 14
Tabla 6 Coeficiente de simultaneidad según el número de viviendas 16
Tabla 7 División de cargas por centralización. 17
Tabla 8 División de cargas por centralización aplicando coeficientes de simultaneidad 17
Tabla 9 Tipo de acometida en función del sistema de instalación 17
Tabla 10 Líneas Generales de alimentación 22
Tabla 11 Dimensiones mínimas de la canaladura o conducto de fábrica en proyecto. 28
Tabla 12 Ventajas y desventajas entre Cu y Al 30
Tabla 13 Características mínimas para tubos en canalizaciones superficiales ordinarias fijas 32
Tabla 14 Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir 32
Tabla 15 Características mínimas para tubos en canalizaciones empotradas ordinarias en obra de fábrica (paredes, techos y falsos techos), huecos de la construcción y canales protectoras de obra. . 33
Tabla 16 Características mínimas para tubos en canalizaciones empotradas ordinarias embedidas en hormigón y para canalizaciones precableadas 34
Tabla 17 Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir. 34
Tabla 18 Circuitos interiores de viviendas 40
Tabla 19 Grado de protección y mecanismos permitidos en los volúmenes 42
Tabla 20 Relación entre las secciones de los conductores de protección y los de fase 57
Tabla 21 Clasificación de los CT 58
Tabla 22 Características eléctricas Sistema CGC 74
Tabla 23 Características físicas sistema CGC 75
Tabla 24 Características Técnicas 76
Tabla 25 Características físicas 76
Tabla 26 Características eléctricas 81
Tabla 27 Características físicas 81
Tabla 28 Características de los conductores 88
Tabla 29 Valores de conductividad según temperatura 96
Tabla 30 Resumen de resultados 98
Tabla 31 Tabla resumen de Derivaciones Individuales a viviendas de la concentración Nº1 99
Tabla 32 Tabla resumen de Derivaciones Individuales a viviendas de la concentración Nº2 101
Tabla 33 Dimensionamiento circuitos de viviendas 102
Tabla 34 Tabla resumen dimensionamiento de líneas 103
Tabla 35 Características de los conductores e intensidad admisible 113
Tabla 36 Actividades Reguladas 116
Tabla 37 Clasificación decimal, actividad y motivo de la clasificación 117
Tabla 38 Ocupación de la actividad de garaje 121
Tabla 39 Temperaturas de la curva normalizada tiempo-temperatura 121
Tabla 40 Resumen resultados 122
Tabla 41 Resistencia al fuego de la estructura 123
Tabla 42 Resistencia al fuego de muros y tabiques de fábrica de ladrillo cerámico o sílico-calcáreo 124
Tabla 43 Resistencia al fuego de muros y tabiques de fábrica de bloques de hormigón 124
Tabla 44 Tabla resumen dimensionamiento de líneas del garaje 139
Tabla 45 Valores eficiencia energética 143

0. RESUMEN

Este proyecto se basa en el estudio de la instalación eléctrica en baja tensión de un edificio de 17 viviendas repartidas en tres plantas con un único portal de acceso. Se trata de 14 viviendas de dos dormitorios y 3 viviendas de tres dormitorios, todas ellas de electrificación elevada debido a su instalación de calefacción por medio de radiadores eléctricos de calor azul y de la previsión de aire acondicionado. Existe una planta bajo rasante donde se dispondrá de un garaje de 17 plazas el cual necesita de una licencia de actividad la cual será también objeto de estudio en este proyecto.

Para el suministro eléctrico del edificio se dispondrá de un centro de transformación interior de 250 kVA propiedad de Unión Fenosa en la fachada de éste del que partirá la red de suministro en baja tensión hasta el portal de entrada donde se instalará una CGP en un mechinal de pared, todo ello igualmente objeto de estudio de este proyecto.

Toda la actividad se lleva a cabo en la comunidad de Castilla La Mancha en el municipio de Fuensalida, provincia de Toledo. La empresa eléctrica suministradora será Unión Fenosa por lo que la red de Media Tensión que acomete al centro de transformación será de 15 kV y el suministro al edificio se hará en 400 V. Todo el proyecto se irá desarrollando siguiendo el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión a la par con la ejecución de las instalaciones, así como con el Código Técnico de la Edificación y normas subsidiarias del Ayuntamiento de Fuensalida para el caso de la licencia de actividad del garaje.

El presupuesto total de este proyecto asciende a la cantidad de 110.661,71 €.

La finalidad de este proyecto es demostrar los conocimientos adquiridos a lo largo de los estudios desarrollados durante la carrera y con la presentación de éste conseguir el fin de ciclo de Ingeniería Industrial en la especialidad de electricidad.

1. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente proyecto es el de realizar el estudio en Baja Tensión de las instalaciones eléctricas a ejecutar para 17 viviendas, trasteros y zonas comunes así como la licencia de actividad de un garaje de 17 plazas. Para ello se estudiará el acondicionamiento de una línea de BT subterránea con aislamiento para 0,6/1 kV con una longitud de 45 metros hasta acometer a la CGP. Así mismo se instalará un centro de transformación compacto, Ormazabal o similar de una potencia de 250 kVA con entrada y salida en AT y relación de transformación 15kV, 400/230 V para dotar de energía eléctrica al edificio.

Posteriormente **se cederán** los servicios del CT a la **COMPAÑÍA DE UNION FENOSA.**

2. PARTES QUE COMPRENDE

Los capítulos en los que consta el proyecto son:

- Memoria descriptiva: en la que se define la instalación, detallando como se realizará y los equipos de los que va a constar.
- Anexo de cálculos: donde se justifica el dimensionado de las distintas partes de la instalación.
- Anexo actividad de garaje: donde se estudia el acondicionamiento de las instalaciones para la licencia de actividad del mismo.
- Referencias y bibliografía: se nombran los documentos que han sido consultados para la realización.
- Pliego de Condiciones Generales: en el que se determinan los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de las instalaciones.
- Estudio de seguridad y salud: recoge las normas de seguridad mínimas a tener en cuenta a la hora de realizar los trabajos.
- Presupuesto: detalla los costes de todos los equipos del proyecto así como de su instalación.
- Planos: son los suficientes en número y detalle, tanto para dar una idea clara delas disposiciones que pretenden adoptarse en las instalaciones, así como para que la empresa instaladora disponga de todos los datos necesarios para la misma.

3. NORMAS Y REGLAMENTOS

En la redacción del presente proyecto han sido tenidas en cuenta las siguientes Disposiciones, Normas y reglamentos:

3.1. Municipal:

- Ordenanzas generales de seguridad e higiene en el trabajo aprobada en el R.D. 432/1971.
- Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril de 1997 por el que se establecen las condiciones de Seguridad y Salud en los lugares de Trabajo.

- Real decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Igualmente se aplicaran aquellas prescripciones particulares que dicten los Organismos Oficiales Competentes como la compañía suministradora de Energía Eléctrica y el Excmo. Ayuntamiento.

3.2. Protección del medio ambiente:

- Reglamento de actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas. Decreto 2416/61 de la Presidencia de Gobierno de 30 de noviembre y posteriores instrucciones y modificaciones (Índice actualizado de medidas Correctoras de la Subcomisión de Saneamiento).
- Normas tecnológicas de la edificación NTE-IEB (B.O.E. de 20 y 27-4 74 y 4-5-74).
- R.D 833/1975 del Catálogo de Actividades potencialmente contaminantes.
- Articulo 7.4 Orden 18-10-76 y artº 4.1 Orden 19-12-80 sobre normativa vigente en materia de protección del Ambiente Atmosférico.
- Real decreto 1909/81 de 24-7 que aprobó las Normas NBE-CA-88 sobre condiciones acústicas de los edificios.
- Real Decreto 1302/86 de 28 de junio de Evaluación de Impacto Ambiental y el Reglamento para su ejecución aprobado por R.D. 1131/88.

3.3. Seguridad de las maquinas:

- Real decreto 1495/1986 de 26 de mayo por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad en las Maquinas.
- Orden de 8 de Abril de 1991 por la que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria MSG-SM-1 del Reglamento de Seguridad en la Máquinas, referente a máquinas, elementos de máquinas o sistemas de protección usados.
- Real decreto 56/1995 de enero, por el que se modifica el Real decreto 1435/1992 de 27 de noviembre, relativo a las disposiciones de aplicación de la directiva del Consejo 89/392 /CEE, sobre máquinas.
- Disposiciones complementarias.

3.4. De las instalaciones:

- NTE-ITA/73 “Instalaciones de transporte ascensores”.
- Manual de Autoprotección para el desarrollo del plan de Emergencia. (Orden del Ministerio de Industria de 29 de noviembre de 1984).
- Ordenanza General de seguridad e higiene en el Trabajo (Orden del 9 de marzo de 1991).
- Reglamento de Instalaciones de protección Contra incendios del Ministerio de Industria y Energía, Real Decreto 1967/2004 y las normas UNE que en él se citan.
- Código Técnico de la Edificación, REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

Por otro lado, aunque no tiene carácter vinculante, pero evidentemente cubren los huecos existentes por normas UNE en lo que respecta al diseño y cálculo de algunas instalaciones y equipos de protección Contra Incendios, también se aplican las Reglas Técnicas de CEPREVEN.

Para instalaciones de Electricidad

- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidades en el suministro de energía (B.O.E. del 15-10-54).
- Real Decreto 3151/1968 de 28 de Enero, por el que se acepta el Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión.
- Real Decreto 3275/1982 de 12 de Enero, sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones Y Centros de Transformación, así como las Ordenes de 6 de Julio de 1984, de 18 de Octubre de 1984 y de 27 de Enero de 1987, por las que se aceptan las Instrucciones Técnicas Complementarias sobre el reglamento mencionado.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se normalizan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimiento de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Orden de 10 de Enero de 2000, modificando ITC MIE RAT en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto e Instrucciones Técnicas complementarias).
- Normalización y Normas particulares de la Compañía Suministradora de Energía Eléctrica.

Para instalaciones de Ventilación

- Reglamento de Seguridad en plantas e Instalaciones Frigoríficas de 8-9-77 y normas MIIF aprobadas por O.M. 24-1-78.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en edificios (RITE) y sus Instrucciones Complementarias I.T.E. aprobadas por Real Decreto 1751/1998 de 31 de julio (BOE 5-8-98).

3.5. Para instalaciones de abastecimiento de agua y vertidos.

- Normas básicas para instalaciones de suministro de agua (Orden de 9 de diciembre de 1975).
- Ley 10/1998 de 12 de abril de Residuos (BOE nº 96 de 22 de abril de 1998).

4. PETICIONARIO

El proyecto se realiza por encargo de la Universidad Carlos III, con domicilio social en: Avenida de la Universidad Nº 30, C.P. 28911, Leganés (Madrid).

5. AUTOR

El proyecto ha sido desarrollado por Javier Rabadán Barroso, con domicilio social en: Calle Vía Tarpeya Nº3 Vivienda 43, quien es el responsable de que el mismo se adapte a las disposiciones reglamentarias actualmente en vigor.

6. EMPLAZAMIENTO

El edificio de viviendas, objeto de este proyecto, se encuentra situado en: Calle Fernando de Rojas, nº 2, 45510 Fuensalida, en la provincia de Toledo, como se muestra en el plano de situación.

7. EDIFICIO

El edificio que nos ocupa es de nueva construcción siendo de forma regular, con una planta bajo rasante y tres plantas sobre rasante, con las siguientes dependencias:

Planta bajo rasante	Planta baja	Planta primera	Planta segunda
Cuartos trasteros. Cuartos de contadores. Zonas comunes. Garaje.	Cuatro viviendas de dos dormitorios. Una vivienda de tres dormitorios. Zonas comunes.	Cinco viviendas de dos dormitorios. Una vivienda de tres dormitorios. Zonas comunes.	Cinco viviendas de dos dormitorios. Una vivienda de tres dormitorios. Zonas comunes.

Tabla 1 Distribución del edificio

8. EMPRESA SUMINISTRADORA

La empresa que dará suministro eléctrico a las instalaciones que nos ocupan es UNION FENOSA, dando servicio por medio de un centro de transformación propiedad de la compañía a una red de Distribución en Baja tensión que llega a la CGP, instalada junto al portal del edificio.

La clase de energía será:

Clase de corriente	Alterna trifásica + neutro
Tensión nominal	230/400 V
Frecuencia nominal	50 Hz
Sistema de puesta a tierra	Neutro unido a tierra
Aislamiento de los cables	0,6/1kV
Factor de potencia Cosφ	0,90

Tabla 2 Clase de energía

9. GRADO DE ELECTRIFICACIÓN DE LAS VIVIENDAS

Al disponer las viviendas de calefacción por medio de radiadores eléctricos de calor azul y previsión de climatización de aire el tipo de electrificación por vivienda que se prevé, es de electrificación elevada, como se explica a continuación:

La carga máxima por vivienda depende del grado de utilización que se desee alcanzar. Se establecen los siguientes grados de electrificación.

9.1. Electrificación básica

Es la necesaria para la cobertura de las posibles necesidades de utilización primarias sin necesidad de obras posteriores de adecuación. Debe permitir la utilización de los aparatos eléctricos de uso común en una vivienda.

Circuitos independientes:

Circuito	Destino
C_1	Circuito de distribución interna, destinado a alimentar los puntos de iluminación.
C_2	Circuito de distribución interna, destinado a tomas de corriente de uso general y frigorífico.
C_3	Circuito de distribución interna, destinado a alimentar la cocina y horno.
C_4	Circuito de distribución interna, destinado a alimentar la lavadora, lavavajillas y termo eléctrico.
C_5	Circuito de distribución interna, destinado a alimentar tomas de corriente de los cuartos de baño, así como las bases auxiliares del cuarto de cocina.

Tabla 3 Circuitos independientes. Electrificación básica

9.2. Electrificación elevada

Es la correspondiente a viviendas con una previsión de utilización de aparatos electrodomésticos superior a la electrificación básica que obligue a instalar más de un circuito de los descritos en ésta o con previsión de utilización de sistemas de calefacción eléctrica o de acondicionamiento de aire, o con superficies útiles de la vivienda superiores a 160 m^2, o con cualquier combinación de los casos anteriores. En este caso se instalará, además de los correspondientes a la electrificación básica, los siguientes circuitos:

Circuito	Destino
C_6	Circuito adicional del tipo C_1, por cada 30 puntos de luz.
C_7	Circuito adicional del tipo C_2, por cada 20 tomas de corriente de uso general o si la superficie útil de la vivienda es mayor de 160 m^2.
C_8	Circuito de distribución interna, destinado a la instalación de calefacción eléctrica, cuando existe previsión de ésta.
C_9	Circuito de distribución interna, destinado a la instalación de aire acondicionado, cuando existe previsión de éste.
C_{10}	Circuito de distribución interna, destinado a la instalación de una secadora independiente.
C_{11}	Circuito de distribución interna, destinado a la alimentación del sistema de automatización, gestión técnica de la energía y de seguridad, cuando exista previsión de éste.
C_{12}	Circuitos adicionales de cualquiera de los tipos C_3 o C_4, cuando se prevean, o circuito adicional del tipo C_5, cuando su número de tomas de corriente exceda de 6.

Tabla 4 Circuitos independientes. Electrificación elevada

En este proyecto se incluirán aparte de los circuitos de electrificación básica los circuitos C_8 y C_9 de la parte de electrificación elevada.

10. PREVISIÓN DE LA POTENCIA

El promotor, propietario o usuario del edificio fijará de acuerdo con la Empresa Suministradora la potencia a prever, la cual, para viviendas con grado de electrificación elevada no será inferior a 9.200 W a 230 V en cada vivienda, independientemente de la potencia a contratar por cada usuario, que dependerá de la utilización que éste haga de la instalación eléctrica.

En todos los casos, la potencia a prever se corresponderá con la capacidad máxima de la instalación, definida ésta por la intensidad asignada del interruptor general automático. Cabe decir que el suministro de potencia máximo para suministro monofásico para las viviendas, como es el caso de este proyecto, es de 14.1490 W a 230 V.

Por todo lo citado anteriormente el grado de electrificación que se planteará será el de elevada con una potencia a prever mínima de 9.200 W.

10.1. Carga total de la instalación

En este apartado se medirá la potencia a efectos de diseño, sin incluir factores de simultaneidad que estimen la verdadera potencia para efectos de cálculo, es decir este apartado nos representará la potencia instalada o prevista para el edificio.

En el edificio existirán las siguientes zonas de consumo:

- 17 Viviendas tipo urbano, de 2 y 3 dormitorios.

Como tenemos dos tipos de viviendas se prevé una potencia a cada una dependiendo del número de dormitorios de:

	Nº Viviendas	Previsión de Potencia	∑ Potencia
2 Dormitorios	14	9.200 W	128,8 Kw
3 Dormitorios	3	11.500 W	34,5 Kw
TOTAL	17		**163,3 Kw**

Tabla 5 Previsión de potencia

- Servicios generales de los que se dispone de:

Trasteros, Alumbrado Pasillos y escaleras, Grupo de presión, Ascensor, Portero, RITI y RITS, con una **potencia total de 22.527 W.**

Para el alumbrado, repartido como se muestra en planos, se estima un consumo de:

- 4 Luminarias de 2x36 W → 288 W.
- 32 Luminarias de 2x18 W → 1.152 W.
- 49 Luminarias de 2x26 W → 2.548 W.
- 2 Luminarias de 1x15 W → 30 W.
- 2 Luminarias de 1x80 W → 160 W.
- 17 Luminarias de 1x75 W → 1.275 W.
- 34 Alumbrados de emergencias de 6W → 204 W.

Teniendo un total de 5.657 W.

Para las tomas de fuerza, repartidas como se muestra en planos, se estima un consumo de:

- 5 tomas de fuerza de 200 W → 1.000 W.

Para el grupo de presión se estima un consumo de 2.200 W para la bomba de presión que se va a instalar dando servicio a las 17 viviendas.

Para el ascensor de 5 personas, con una carga de 400 Kg y una velocidad de 1m/s se tiene un consumo de 7.500 W según la norma NTE-ITA.

Para el portero de 17 viviendas, estimando una potencia de 10 W por vivienda se tiene un consumo de 170 W.

Para el RITI como para el RITS se estima una potencia de 3.000 W por cada recinto puesto que la instalación de las telecomunicaciones incluye televisión digital(TDT), telefonía e internet y los equipos que la componen tienen una potencia que varía entre 1 y 3 kW.

- Garaje con una **potencia de 9.056 W** (detallado en anexo actividad de garaje).

Para el alumbrado, repartido como se muestra en planos, se estima un consumo de:

- 13 Luminarias de 1x58 W → 754 W.
- 6 Alumbrado de emergencias de 10 W → 60 W.

Teniendo un total de alumbrado de 814 W.

Para la maquinaria se estima un consumo de:

- 2 Motores de aspiración de 0,75 CV → 1.104 W.
- Motor apertura puerta de 0,75 CV → 552 W.
- Bomba de achique → 650 W.

Teniendo un total de maquinaria de 2.306 W.

Esta demanda de potencia total para el garaje de 3.120 W no llega al mínimo establecido en la ITC-BT-10 de 3.450 W con lo que para estimar la mínima potencia demandada del garaje utilizaremos el valor de 20 W/ m^2 debido a la ventilación forzada, por lo que:

$$452{,}8\ m^2 \cdot 20\ W/\ m^2 = 9.056\ W$$

10.2. Carga total correspondiente al edificio.

En este apartado se medirá la potencia a efectos de cálculo, incluyendo factores de simultaneidad que estimen la verdadera potencia para efectos de cálculo, es decir, este apartado nos representará como obtener la potencia de cálculo de consumo para el edificio.

La carga total correspondiente a un edificio destinado principalmente a viviendas resulta de la suma de la carga correspondiente al conjunto de viviendas, de los servicios generales del edificio, de la correspondiente a los locales comerciales (en este proyecto no existirán) y de los garajes que forman parte del mismo.

La carga total correspondiente a varias viviendas o servicios se calculará de acuerdo con los siguientes apartados.

10.2.1. Carga correspondiente a un conjunto de viviendas

Se obtendrá multiplicando la media aritmética de las potencias máximas previstas en cada vivienda, por el coeficiente de simultaneidad indicado en la tabla 6, según el número de viviendas, siendo éste la relación entre la totalidad de la potencia instalada o prevista, para un conjunto de instalaciones o de máquinas, durante un período de tiempo determinado, y las sumas de las potencias máximas absorbidas individualmente por las instalaciones o por las máquinas.

Nº Viviendas (n)	Coeficiente de Simultaneidad
1	1
2	2
3	3
4	3,8
5	4,6
6	5,4
7	6,2
8	7
9	7,8
10	8,5
11	9,2
12	9,9
13	10,6
14	11,3
15	11,9
16	12,5
17	13,1
18	13,7
19	14,3
20	14,8
21	15,3
n>21	15,3+(n-21).0,5

Tabla 6 Coeficiente de simultaneidad según el número de viviendas

10.2.2. Carga correspondiente a los servicios generales

Será la suma de la potencia prevista en ascensores, aparatos elevadores, centrales de calor y frío, grupos de presión, alumbrado de portal, caja de escalera y espacios comunes y en todo el servicio eléctrico general del edificio sin aplicar ningún factor de reducción por simultaneidad.

10.2.3. Carga correspondiente a los garajes

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 3450W a 230 V y coeficiente de simultaneidad 1.

10.2.4. División de cargas

Como se explicará en el punto 12.2.3 de centralización de contadores, las concentraciones estarán formadas eléctricamente por varias unidades funcionales, siendo una de ellas el interruptor general de maniobra donde el interruptor será, como mínimo, de 160 A para previsiones de carga hasta 90 kW, y de 250 A para las superiores a ésta, **hasta 150 kW**. Por lo que al tener el edificio una potencia prevista superior a 150 kW se instalarán dos concentraciones de contadores en una única centralización de éstos a las que llegarán su correspondientes Líneas Generales de Alimentación con la siguiente división de cargas:

	Electrificación elevada 9.200 W	Electrificación elevada 11.500 W	Servicios generales 22.527 W	Garaje 9.056 W	Potencia prevista **TOTAL**
Concentración Nº 1	8 Viviendas	2 Viviendas	—	—	**96.600 W**
Concentración Nº 2	6 Viviendas	1 Vivienda	1	1	**98.283 W**

Tabla 7 División de cargas por centralización.

Luego la carga correspondiente a cada concentración, aplicando los coeficientes de simultaneidad, conforme a lo obtenido en el anexo de cálculos punto 1 *Demanda de potencia y datos de partida*, será de:

Concentración Nº1	82.110W
Concentración Nº2	90.660,14W
TOTAL	**172.770,14W**

Tabla 8 División de cargas por centralización aplicando coeficientes de simultaneidad

12. PRESCRIPCIONES DE CARÁCTER GENERAL

12.1. Acometidas

Parte de la instalación de la red de distribución, que alimenta la caja o cajas generales de protección o unidad funcional equivalente.

Tipos de acometidas

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

Tipo	Sistema de instalación
Aéreas	Posada sobre fachada
	Tensada sobre poste
Subterráneas	Con entrada y salida
	En derivación
Mixtas	Aero-subterráneas

Tabla 9 Tipo de acometida en función del sistema de instalación

En este proyecto tendremos una acometida subterránea debido a que partimos con la red de Baja Tensión subterránea desde el centro de transformación posicionado en la fachada del edificio hasta el portal de entrada donde se situará la CGP en un mechinal en pared según normas de la empresa instaladora Unión Fenosa.

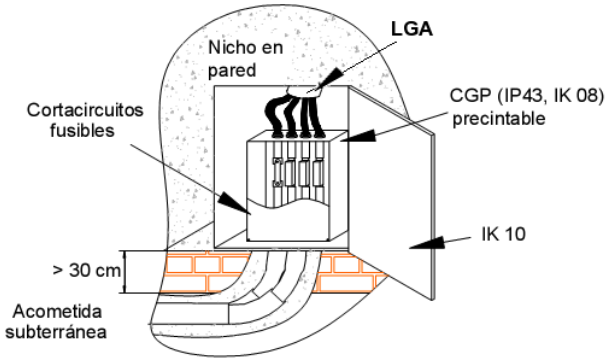


Figura 1 Acometida subterránea con nicho en pared

Se dispondrá de dos acometidas en canalización subterránea bajo tubo que llegarán a la CGP o al Cuadro de Protección "CP" con BTVC (bases tripolares verticales cerradas) de dos salidas, instalado en la pared del edificio en un mechinal junto a la puerta principal, desde el que partirán las líneas generales de alimentación hasta la centralización de contadores.

Los cables a utilizar desde la salida de B.T. del transformador serán cables conductores unipolares de aluminio tipo 0.6/1 kV, de 150 mm^2 de sección por fase, aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V) e irán protegidos bajo tubo hasta el mechinal de la puerta de entrada donde se situará la BTVC y partirán las LGA.

Figura 2 Cable RV 0.6/1 kV

12.2. Instalaciones de enlace

Se denominan instalaciones de enlace, aquellas que unen la caja general de protección, incluidas ésta, 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 que constituyen las instalaciones de enlace:

- Caja General de Protección (CGP)
- Línea General de Alimentación (LGA)
- Elementos para la Ubicación de Contadores (CC)
- Derivación Individual (DI)
- Caja para Interruptor de Control de Potencia (ICP) (redactada en punto independiente)
- Dispositivos Generales de Mando y Protección (DGMP) (redactada en punto independiente)

12.2.1. Caja General de Protección

Son las cajas que alojan los elementos de protección de las líneas generales de alimentación marcando el límite de propiedad entre la compañía suministradora y el abonado. La instalación se realizará según ITC-BT-13 del REBT y especificaciones particulares para instalaciones de enlace de Baja Tensión de Unión Fenosa distribución.

Su situación se fija de común acuerdo entre la propiedad y la empresa suministradora. Al ser la acometida subterránea la CGP irá instalada en un mechinal en pared con acceso exterior. Se situará junto al portal de entrada.

El mechinal se cerrará con una puerta metálica, con grado de protección IK10 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. Por su cara exterior incluirá una placa de señalización de riesgo eléctrico, tamaño AE-10. La parte inferior de la puerta se encontrará a un mínimo de 30 cm y máximo de 80 cm del suelo.

En el nicho se dejarán previstos los orificios necesarios para alojar los conductos para la entrada de las acometidas subterráneas de la red general más uno de reserva, con inclinación de 45° en material bicapa de polietileno de alta densidad, corrugado de 160 mm de diámetro y de color rojo, según UNE-EN 50086-2-4.

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

La caja general de protección cumplirá todo lo que sobre el particular se indica en la Norma UNE-EN 60.439 -1, tendrán grado de inflamabilidad según se indica en la norma UNE-EN 60.439 -3, una vez instaladas tendrán un grado de protección IP43 según UNE 20.324 e IK08 según UNE-EN 50.102 y será precintable.

Dado que son necesarias dos LGA, aunque no sea estrictamente necesario por las especificaciones particulares de UF, en lugar de dos CGP se opta por instalar un barraje General de distribución con BTVC de la marca PINAZO, homologado por la compañía, con fusibles de 250 A y de dos salidas, de acuerdo con los servicios

técnicos de UF, por lo que en este proyecto se hará referencia a las BTV en vez de CGP. Éstas ejercen la misma función diferenciándose en las pequeñas cualidades que se citan a continuación:

Las BTV (bases tripolares verticales) pueden realizar entre otras la función de CGP (siempre que la Cía Eléctrica lo admita) principalmente en edificios o locales con previsión de potencia elevadas y en las que se necesita llegar con varias acometidas o salir con varias LGA, lo que equivaldría a disponer de varias CGP convencionales para poder hacer la misma distribución.

Una BTV no es más que un sistema de seccionamiento de bases portafusibles, en colocación vertical y son de expulsión. CGP, como tal es una pequeña envolvente que aloja las bases portafusibles, aunque son de tipo horizontal, pero no son de expulsión. Necesita un útil para insertar/extraer los fusibles y el neutro no se puede abrir si no es con una herramienta. Al nombrar BTV-2 hacemos referencia a una Base tripolar vertical de dos salidas.

Figura 3 CGP

Figura 4 BTV de dos salidas

La BTV está constituida por un armario, en el cual irán sujetas horizontalmente por aisladores cuatro pletinas de cobre. Sobre tres de las pletinas, las tres pletinas de fase, se conectaran verticalmente los zócalos aislantes que serán el soporte de los contactos fijos de los fusibles, de los dispositivos extintores de arco y de los tres portafusibles.

Las piezas de plástico que se utilizaran para soportar las partes activas serán de clase térmica F y el resto de piezas de clase E (120°C), como mínimo, según norma UNE 21.305.

La BTV dispondrá de unos separadores aislantes que garanticen una separación física entre las conexiones de las distintas fases de los cables de salida. También presentaran una separación aislante en la base, evitando así posibles accidentes por contacto. Las pletinas conductoras serán de cobre de una sola pieza. Presentaran cámaras apaga chispas sólidamente fijadas. La tornillería de la base será de acero inoxidable.

La BTV dispondrá frontalmente de portafusibles, los cuales tendrán los orificios necesarios para permitir la comprobación de tensión de cada fusible. Llevará también un indicador luminoso de fusión, colocado bajo la tapa portafusibles y visible desde el exterior.

La tensión asignada de la BTV es de 500 V y la intensidad asignada es de 250 A para el tamaño de cada fusible.

12.2.2. Líneas Generales de Alimentación

Es aquella que enlaza la Caja General de Protección con la centralización de contadores. La instalación se realizará según ITC-BT-14 del REBT y especificaciones particulares para instalaciones de enlace de Baja Tensión de Unión Fenosa distribución.

Debido a que el edificio tiene una demanda superior a 150 kW serán necesarios dos interruptores generales de maniobra que se instalarán entre la línea general de alimentación y el embarrado general de cada concentración de contadores lo que eventualmente conlleva a la necesidad de instalar dos líneas generales de alimentación.

Desde la BTVC partirán las dos líneas generales de alimentación hasta la centralización de contadores. Al ser una alimentación destinada a contadores totalmente centralizados en un lugar con doble concentración de éstos, es decir, cada LGA llega a la centralización de contadores donde cada una conecta con su correspondiente interruptor general de maniobra de su determinada concentración de contadores, la caída de tensión máxima permitida será del 0,5%.

Los conductores a emplear, tres de fase y uno de neutro, serán de cobre con aislamiento RZ1-K 0.6/ 1 KV e irán protegidos bajo tubo hasta el garaje, donde discurrirán por el techo en bandeja metálica perforada cuya tapa sólo se pueda abrir con la tapa de un útil, dicha tapa cumplirá con la UNE-EN 60439-2.

Figura 5 Ejemplo RZ1-K 0.6/1 kV

Los conductores serán de cobre de 70 mm^2, electrolítico flexible con aislamiento de Polietileno reticulado (XLPE). Su cubierta está formada por Poliolefina ignifugada, de color verde, libre de halógenos y con baja emisión de humos y gases corrosivos en caso de incendio. Es un cable de alta seguridad, en caso de incendio no emite sustancias ni gases corrosivos. Cumplirán con la UNE-EN-21123.

Los tubos que se destinan a contener los conductores de la Línea General de Alimentación, son de 160 mm de diámetro permitiendo ampliar la sección de los conductores inicialmente instalados en un 100 por 100. La bandeja será de 60x150 mm de la marca UNEX y albergará a ambas LGA.

Las LGA a instalar son las siguientes:

Designación	Longitud (m)	Sección (mm^2)
LGA1	26	3(1x70)+35
LGA2	26	3(1x70)+35

Tabla 10 Líneas Generales de alimentación

12.2.3. Centralización de contadores

Los contadores y demás dispositivos para la medida de la energía eléctrica estarán colocados de forma centralizada en un solo lugar. La instalación se realizará según ITC-BT-16 del REBT y especificaciones particulares para instalaciones de enlace de Baja Tensión de Unión Fenosa distribución.

Cuando el número de contadores a instalar es superior a 16, es obligatoria su ubicación en local. Dado que el edificio cuenta con 3 plantas de 6 viviendas como máximo por planta y un total de 17 viviendas se utilizará la disposición de ubicación en un único local, situado en la planta sótano. Este local estará previsto exclusivamente para este uso y los módulos de los contadores estarán homologados por la Compañía suministradora.

Ubicación en local

Este local cumplirá las condiciones de protección contra incendios que establece el CTE en su DB-SI para los locales de riesgo especial bajo y responderá a las siguientes condiciones:

- Estará situado en la planta baja, entresuelo o primer sótano, salvo cuando existan concentraciones por plantas, en un lugar lo más próximo posible a la entrada del edificio y a la canalización de las derivaciones individuales. Será de fácil y libre acceso, tal como portal o recinto de portería y el local nunca podrá coincidir con el de otros servicios tales como cuarto de calderas, concentración de contadores de agua, gas, telecomunicaciones, maquinaria de ascensores o de otros como almacén, cuarto trastero; de basuras, etc.
- No servirá nunca de paso ni de acceso a otros locales.
- Estará construido con paredes de clase M0 y suelos de clase M1, separado de otros locales que presenten riesgos de incendio o produzcan vapores corrosivos y no estará expuesto a vibraciones ni humedades.
- Dispondrá de ventilación y de iluminación suficiente para comprobar el buen funcionamiento de todos los componentes de la concentración.
- Cuando la cota del suelo sea inferior o igual a la de los pasillos o locales colindantes, deberán disponerse sumideros de desagüe para que en el caso de avería, descuido o rotura de tuberías de agua, no puedan producirse inundaciones en el local.
- Las paredes donde debe fijarse la concentración de contadores tendrán una resistencia no inferior a la del tabicón. Tendrán una anchura mínima de 1.50 m. Los módulos, cajas o soportes, que componen la centralización, se

fijarán a dicha pared en montaje superficial y nunca empotrado en la misma.

- El local tendrá una altura mínima de 2,30 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 resistencia al fuego del local corresponderá a lo establecido en el CTE para locales de riesgo especial bajo.
- La puerta de acceso abrirá hacia el exterior y tendrá una dimensión mínima de 0,70 x 2 m, preferentemente será metálica y su grado de resistencia al fuego será de RF-60. Por su cara exterior incluirá una placa de señalización de riesgo eléctrico, tamaño AE-10. 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.

Conjunto modular

Deberán cumplir la norma UNE-EN 60.439 partes 1, 2 y 3. El grado de protección mínimo que deben cumplir estos conjuntos, de acuerdo con la norma UNE 20.324 Y UNE-EN 50.102, son IP40 e IK 09 respectivamente.

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.

El cableado será de las mismas características que los empleados en las derivaciones individuales.

Se instalaran conjuntos modulares de la marca PINAZO, que dispondrán de los siguientes elementos:

- Columnas totalmente montadas homologadas por UF y destinadas a suministros monofásicos o trifásicos.
- Cortocircuitos fusibles tipo Neozed D02-63A.
- Pletinas de Cu de 20x4mm para el embarrado general y de protección.
- Velo transparente protector con posibilidad de precintado en la unidad funcional de fusibles.
- Bornas de salida de capacidad hasta 25 mm2.
- Bornas de seccionamiento de 2,5 mm2
- Contador para doble tarifa.
- Interruptor general de corte en carga de 4 polos de 250 A.

Concentración de contadores

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

En referente al grado de inflamabilidad cumplirán con el ensayo del hilo incandescente descrito en la norma UNE-EN 60.695 -2-1, a una temperatura de 960ºC para los materiales aislantes que estén en contacto con las partes que transportan la corriente y de 850ºC para el resto de los materiales tales como envolventes, tapas, etc.

Cuando existan envolventes estarán dotadas de dispositivos precintables que impidan toda manipulación interior y podrán constituir uno o varios conjuntos. Los elementos constituyentes de la concentración que lo precisen, estarán marcados de forma visible para que permitan una fácil y correcta identificación del suministro a que corresponde.

La propiedad del edificio o el usuario tendrán, en su caso, 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 o armario 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 irá bajo tubo.

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

- Unidad funcional de interruptor general de maniobra

Su misión es dejar fuera de servicio, en caso de necesidad, toda la concentración de contadores.

Se instalará entre la línea general de alimentación y el embarrado general de la concentración de contadores, en una envolvente de doble aislamiento independiente, que contendrá un interruptor de corte omnipolar de 250 A, de apertura en carga y que garantice que el neutro no sea cortado antes que los otros polos.

Habrá un interruptor por cada línea general de alimentación.

- Unidad funcional de embarrado general y fusibles de seguridad

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

- Unidad funcional de medida

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

- Unidad funcional de 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.

Estas concentraciones están formadas por:

- Concentración 1:
  - 10 contadores monofásicos para 10 viviendas.
- Concentración 2:
  - 7 contadores monofásicos para 7 viviendas.
  - 1 contador trifásico para servicios comunes.
  - 1 contador trifásico para garaje aparcamiento.

Colocación de contadores en forma centralizada en un lugar

A continuación se representa el esquema de las instalaciones de enlace del edificio.

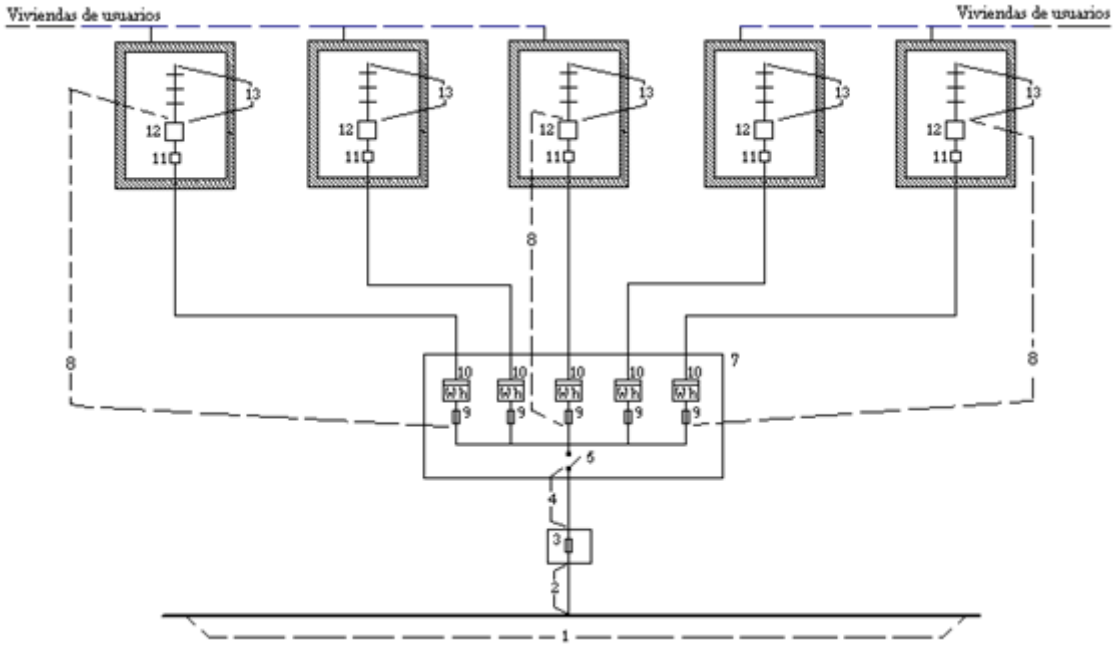


Figura 6 Contadores en forma centralizada en un lugar.

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
7 Emplazamiento de contadores	13 Instalación interior

Caída de tensión

La máxima caída de tensión en Acometida la debe ajustar la Compañía Distribuidora en función de las caídas máximas que deba cumplir en su Red de Distribución.

La máxima caída de tensión en el conjunto Línea General de Alimentación – Derivación individual es de 1,5%.

La máxima caída de tensión permitida en la Instalación Interior es del 3% para receptores de alumbrado, y del 5% para receptores de fuerza.

En el caso de viviendas, dicha caída de tensión en la instalación interior se reduce al 3% en todos los casos.

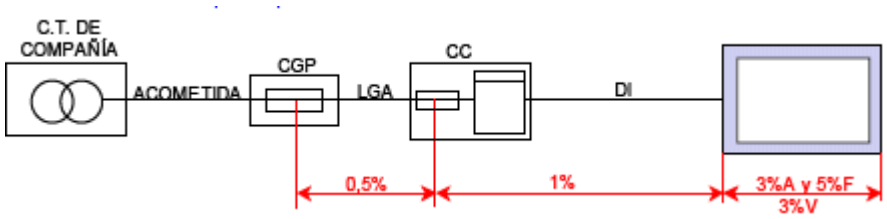


Figura 7 Caídas de tensión para una única centralización de contadores

12.2.4. Derivaciones individuales

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 instalación se realizará según ITC-BT-15 del REBT y especificaciones particulares para instalaciones de enlace de Baja Tensión de Unión Fenosa distribución.

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.

Las derivaciones individuales estarán constituidas por conductores aislados unipolares en el interior de tubos empotrados protectores rígidos en canaladura de obra de fábrica, proyectados y construidos al efecto.

Los tubos y canales así como su instalación, cumplirán lo indicado en la ITC-BT-21.

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

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

Instalación

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

Los tubos irán sujetos a perfiles adecuados. Se admite la instalación de hasta 2 capas de tubos por canaladura. El número máximo de derivaciones individuales por canaladura será la indicada en Tabla 11, el diámetro de los tubos permitirá ampliar la sección de los conductores, inicialmente instalados, en un 100%. Y no serán inferiores a 32 mm. de diámetro. Estas canaladuras dispondrán de cortafuegos cada tres plantas y

cada registro tendrá unas dimensiones de 30 cm de altura y una anchura igual a la canaladura. Se instalará una placa cortafuegos cada planta.

Las dimensiones mínimas de la canaladura se ajustarán a la siguiente tabla:

DIMENSIONES (m)			
		ANCHURA L (m)	
Número de derivaciones		Profundidad P = 0,15 m una fila	Profundidad P = 0,30 m dos filas
Hasta 12	Planta 2ª - 6	0,65	0,50
	Planta 1ª - 12		
13-24	Planta Baja - 17	1,25	0,65

Tabla 11 Dimensiones mínimas de la canaladura o conducto de fábrica en proyecto.

Cables

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 admitirá el empleo de conductor neutro común ni de conductor de protección común para distintos suministros.

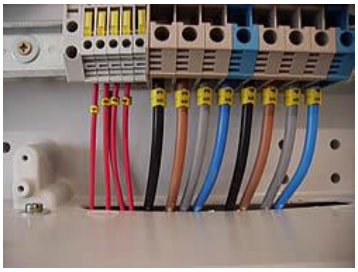


Figura 8 Ejemplo DI a la salida de los contadores

Los conductores a utilizar serán de cobre, aislados y unipolares, siendo su tensión asignada 0,6/1 kV. Se seguirá el código de colores indicado en la ITC-BT-19: El conductor neutro se identificará por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el doble color amarillo-verde. Todos los conductores de fase se identificarán por los colores marrón, negro y gris.

Los cables y sistemas de conducción de cables deben instalarse de manera que no se reduzcan las características de la estructura del edificio en la seguridad contra incendios.

Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida por ello se instalarán con aislamiento RZ1-K cero halógenos, instalados en canalizaciones de tubo de plástico rígido en las verticales y flexible y protegido en horizontales los cuales discurrirán por lugares de uso común en el interior de una canaladura preparada exclusivamente con este fin. Las uniones de los tubos rígidos serán roscadas.

La sección mínima será de 6 mm^2 para los cables polares, neutro y protección y de 1,5 mm^2 para el hilo de mando, que será de color rojo. Debido a la disposición de las instalaciones de enlace estas secciones deben ser lo suficientemente necesarias para que la caída de tensión de las mismas no supere el 1% desde el principio hasta el final de la línea.

El número de líneas y la composición de las mismas será la indicada en el anexo de cálculos y según planos de esquemas eléctricos.

13. CANALIZACIONES, CONDUCTORES, TUBOS Y CANALES

13.1. Canalizaciones

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Estas posibilidades no deben ser limitadas por el montaje de equipos en las envolventes o en los compartimentos.

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc. Por otra parte, el conductor neutro o compensador, cuando exista, estará claramente diferenciado de los demás conductores.

Las canalizaciones pueden considerarse suficientemente diferenciadas unas de otras, bien por la naturaleza o por el tipo de los conductores que la componen, o bien por sus dimensiones o por su trazado. Cuando la identificación pueda resultar difícil, debe establecerse un plano de la instalación que permita, en todo momento, esta identificación mediante etiquetas o señales de aviso indelebles y legibles.

Sistemas de instalación

- Canalización fijada a pared: Canalización dispuesta en la superficie de una pared o en su proximidad inmediata; la pared constituye en este caso un medio de fijación y eventualmente, un elemento de protección.
- Canal (electrocanal): Envolvente cerrada, provista de una tapa amovible, y destinada a la protección completa de conductores aislados o cables, así como a la instalación de otro equipamiento eléctrico. Un canal puede o no tener separadores.
- Bandeja de cables: Soporte constituido por una base continua, con paredes laterales y sin tapa. Una bandeja puede o no ser perforada.
- Conducto de sección circular (conducto o caño): Envolvente cerrada, de sección circular, destinada a la instalación o el reemplazo de conductores aislados o cables mediante enhebrado.

13.2. Conductores

Son los encargados de transportar la energía desde la fuente de potencia al consumo. Los metales utilizados son el cobre y el aluminio de uso eléctrico, debido a su alta conductividad eléctrica. La forma de los conductores puede responder a cuerdas de

cableado circular concéntrico, circular comprimido, circular compacto o sectorial compacto.

Aislamiento: Tiene por finalidad, eliminar o disminuir llevando a valores seguros la diferencia de potencial de los conductores con respecto al valor de referencia, normalmente tierra. El aislamiento utilizado en todos los conductores de este proyecto es XLPE (Polietileno reticulado, temperatura de operación de 90ºC).

Las normas establecen que todo conductor aislado deberá estar provisto con una indicación del fabricante del mismo, además de eventualmente la sección. Dicho marcaje deberá estar implementado de manera duradera, ser legible y repetirse a lo largo del cable cada una determinada distancia (500mm en la cubierta en caso de un cable con cubierta, 200mm en el aislamiento en caso de cables sin cubierta).

Diferencias entre Cobre y Aluminio

A pesar de su valor económico más elevado el más usado es el cobre por las siguientes razones:

Comparativamente, para igual sección el aluminio tiene 61% más de resistencia eléctrica que el cobre; posee además una conductividad térmica más baja lo que disminuye la eficiencia en la disipación de calor por conducción y convección.

	Ventajas	Desventajas
Cobre	Alta conductividad eléctrica Alta conductividad térmica Permite optimización en volumen Fácil de soldar Fácil de trabajar Buena resistencia a la corrosión	Baja resistencia a la tracción Baja resistencia a la oxidación
Aluminio	Bajo peso específico Bajo costo Permite optimización en peso	Baja resistencia a la tracción

Tabla 12 Ventajas y desventajas entre Cu y Al

Comparación entre Cobre y Aluminio

CARACTERISTICA	UNIDAD	COBRE	ALUMINIO
Peso específico	g/m3	8.89	2.70
Temperatura de fusión	ºC	1083	658
Calor específico	Cal/gºC	0.093	0.022
Coef. de expansión lineal	1/ºC	1.7e-5	2.3e-5
Resistencia a la tracción	Mpa	262	82.7
Alarg. a la rotura	IACS	15-35	10-30
Conductividad a 20ºC	IACS	100	61.5
Resistividad a 20ºC	Mm2/m	0.0172	0.028
Coef. De variación de la resistividad con la temperatura	1/ºC	0.00397	0.00406
PARA LA MISMA CAIDA DE TENSIÓN			
Relación diámetro		1	1..27
Relación sección		1	1.63
Relación peso		1	0.50
PARA LA MISMA INTENSIDAD			
Relación diámetro		1	1.19
Relación sección		1	1.42
Relación peso		1	0.40

13.3. Tubos protectores

Los tubos protectores pueden ser:

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

Los tubos se clasifican según lo dispuesto:

- Sistemas de tubos rígidos.
- Sistemas de tubos curvables.
- Sistemas de tubos flexibles.
- Sistemas de tubos enterrados.

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

La denominación se realizará en función del diámetro exterior.

El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante.

Tubos en canalizaciones fijas en superficie

En las canalizaciones superficiales, los tubos deberán ser preferentemente rígidos y en casos especiales podrán usarse tubos curvables. Sus características mínimas serán las indicadas en la tabla 13.

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

Tabla 13 Características mínimas para tubos en canalizaciones superficiales ordinarias fijas

Los tubos deberán tener un diámetro tal que permitan un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores aislados. En la tabla 14 figuran los diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir.

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

Tabla 14 Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir

Para más de 5 conductores por tubo o para conductores aislados o cables de secciones diferentes a instalar en el mismo tubo, su sección interior será, como mínimo igual a 2,5 veces la sección ocupada por los conductores.

Tubos en canalizaciones empotradas

En las canalizaciones empotradas, los tubos protectores podrán ser rígidos, curvables o flexibles y sus características mínimas se describen en la tabla 15 para tubos empotrados en obras de fábrica (paredes, techos y falsos techos), huecos de la construcción o canales protectoras de obra y en la tabla 16 para tubos empotrados embebidos en hormigón.

Las canalizaciones ordinarias precableadas destinadas a ser empotradas en ranuras realizadas en obra de fábrica (paredes, techos y falsos techos) serán flexibles o curvables y sus características mínimas para instalaciones ordinarias serán las indicadas en la tabla 15.

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

Tabla 15 Características mínimas para tubos en canalizaciones empotradas ordinarias en obra de fábrica (paredes, techos y falsos techos), huecos de la construcción y canales protectoras de obra.

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

Tabla 16 Características mínimas para tubos en canalizaciones empotradas ordinarias embedidas en hormigón y para canalizaciones precableadas

Los tubos deberán tener un diámetro tal que permitan un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores aislados. En la Tabla 17 figuran los diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir.

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

Tabla 17 Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir.

Para más de 5 conductores por tubo o para conductores o cables de secciones diferentes a instalar en el mismo tubo, su sección interior será como mínimo, igual a 3 veces la sección ocupada por los conductores.

Instalación y colocación de los tubos

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

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN 50.086 -2-2.
- 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 ningún caso se permitirá la unión de conductores como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse asimismo, la utilización de bridas de conexión. El retorcimiento o arrollamiento de conductores no se refiere a aquellos casos en los que se utilice cualquier dispositivo conector que asegure una correcta unión entre los conductores aunque se produzca un retorcimiento parcial de los mismos y con la posibilidad de que puedan desmontarse fácilmente. Los bornes de conexión para uso doméstico o análogo serán conformes a lo establecido en la correspondiente parte de la norma UNE-EN 60.998.
- Durante la instalación de los conductores para que su aislamiento no pueda ser dañado por su roce con los bordes libres de los tubos, los extremos de éstos, cuando sean metálicos y penetren en una caja de conexión o aparato, estarán provistos de boquillas con bordes redondeados o dispositivos equivalentes, o bien los bordes estarán convenientemente redondeados.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta las posibilidades de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la

evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.

- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.
- Para la colocación de los conductores se seguirá lo señalado en la ITC-BT-20.
- A fin de evitar los efectos del calor emitido por fuentes externas (distribuciones de agua caliente, aparatos y luminarias, procesos de fabricación, absorción del calor del medio circundante, etc.) las canalizaciones se protegerán utilizando los siguientes métodos eficaces:

  – Pantallas de protección calorífuga
  – Alejamiento suficiente de las fuentes de calor
  – Elección de la canalización adecuada que soporte los efectos nocivos que se puedan producir
  – Modificación del material aislante a emplear

Montaje fijo en superficie

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

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.
- En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio, deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos del mismo separados entre sí 5 centímetros aproximadamente, y empalmándose posteriormente mediante manguitos deslizantes que tengan una longitud mínima de 20 centímetros.

Montaje fijo empotrado

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, las recomendaciones de la tabla 15 y las siguientes prescripciones:

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

14. INSTALACIONES INTERIORES DE VIVIENDAS

14.1. Características principales de los dispositivos de protección.

El interruptor general automático de corte omnipolar tendrá poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación, de 4.500 A como mínimo.

Los demás interruptores automáticos y diferenciales deberán resistir las corrientes de cortocircuito que puedan presentarse en el punto de su instalación.

Los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de los circuitos interiores serán de corte omnipolar y tendrán los polos protegidos que corresponda al número de fases del circuito que protegen. Sus características de interrupción estarán de acuerdo con las corrientes admisibles de los conductores del circuito que protegen.

14.2. Caja interruptor de control de potencia

En el interior de la vivienda, a la llegada de cada derivación individual, se colocará una caja para el interruptor de control de potencia, inmediatamente antes de los demás dispositivos, en compartimento independiente y precintable. Dicha caja se podrá colocar en el mismo cuadro donde se coloquen los dispositivos generales de mando y protección, esta será empotrada con su correspondiente tapa, debiendo poseer ambas la homologación de la compañía suministradora. Dicha caja se situará a una altura del

suelo no superior a 2 m y no inferior a 1,4 m. La tapa llevará la abertura necesaria para que pueda salir únicamente el elemento de maniobra del interruptor.

14.3. Dispositivos privados de mando y protección e instalación interior.

Los dispositivos generales de mando y protección, se situarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual en la vivienda del usuario, es decir, junto a la puerta de entrada lo más cerca posible de la caja para el interruptor de control de potencia y no podrá colocarse en dormitorios, baños, aseos, etc.

Los dispositivos individuales de mando y protección de cada uno de los circuitos, que son el origen de la instalación interior, podrán instalarse en cuadros separados y en otros lugares. Como es el caso del cuadro de servicios generales del que parten líneas secundarias con su correspondiente protección a cuadros secundarios de ascensor, grupo de presión, etc.., recalcando que el interruptor de corte general de toda la instalación interior estará situado en el cuadro principal. Con esto se consigue también una mayor comodidad al usuario de la instalación, dado que una persona que tenga que activar o desactivar un circuito podrá tener acceso a éste con anterioridad al cuadro general en el caso de que se encuentre en una planta diferente o en una zona muy alejada del mismo.

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, al igual que para el interruptor de control de potencia estará comprendida entre 1,4 y 2 m, para viviendas

14.4. Composición y características de los cuadros.

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección, cuya posición de servicio, será vertical, se ubicarán en el interior de un cuadro de distribución de donde partirán los circuitos interiores.

Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE 20.451 y UNE-EN 60.439-3 con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20.324 e IK07 según UNE-EN 50.102.

Los cuadros de distribución de las viviendas constarán de los siguientes dispositivos generales e individuales de mando y protección:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar con accionamiento manual y automático contra sobrecargas y cortocircuitos. El interruptor general es independiente del interruptor para el control de potencia (ICP) y no puede ser sustituido por éste. Para las viviendas de 9.200 W el interruptor tendrá una intensidad nominal de 40 A y para las viviendas de 11.500 W será de 50 A.
- Dos interruptores diferenciales que garanticen la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos, con una intensidad diferencial-residual de 30 mA e intensidad asignada 40 A. Para las viviendas de 11.500 W se dispondrá de un interruptor automático de corte omnipolar de 40 A aguas arriba de los

diferenciales para que éstos queden protegidos dado que el interruptor general es de una intensidad nominal de 50 A.

- Un interruptor automático por circuito contra sobrecargas y cortocircuitos para cada uno de los circuitos interiores de las viviendas.

Los elementos que contendrá cada cuadro de las viviendas de 11.500 W serán:

- 1 Automático general de 2x50 A.
- 2 Automáticos de 2x40A.
- 2 Diferenciales de 2x40 A/30 mA.
- 1 Automático de 2x10A.
- 5 Automáticos de 2x16A.
- 6 Automáticos de 2x25 A.

Los elementos que contendrá cada cuadro de las viviendas de 9.500 W serán:

- 1 Automático general de 2x40 A.
- 2 Diferenciales de 2x40 A/30 mA.
- 1 Automático de 2x10A.
- 5 Automáticos de 2x16A.
- 5 Automáticos de 2x25 A.

14.5. Distribución interior

Los circuitos empleados en cada una de las viviendas cumplirán con las especificaciones de la ITC-BT-25 del REBT. La sección de los conductores será tal que la caída de tensión desde el origen de la instalación de cualquier circuito no exceda del 3% de la tensión nominal.

Desde los cuadros interiores de viviendas parten las líneas de circuitos monofásicos a 230 V bajo tubo de PVC corrugado, reforzado, en montaje empotrado a mecanismos, interruptores y enchufes.

Se empleará código de cables numerados en los puntos de conexión y cables de distintos colores para facilitar la identificación, llevarán un hilo de tierra en la misma canalización que los demás y se conectará a todos los receptores, incluso y obligadamente a las armaduras de los puntos de luz. Los colores para los conductores de fase serán marrón, negro o gris, azul claro para el caso de neutro y amarillo-verde para el conductor de protección.

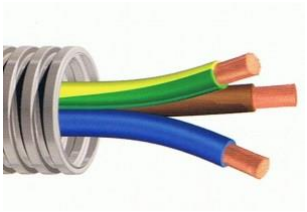


Figura 9 Fase, neutro y tierra bajo tubo de PVC corrugado

Toda la distribución se realizará con conductores de cobre, aislamiento de 750 V., serán no propagadores del incendio, con emisión de humos y opacidad reducida.

Los circuitos se muestran en la siguiente tabla:

Circuito de distribución interna	Destino	Sección	Tubo (mm)
C_1	Alimentar los puntos de iluminación	2x1,5+T	16
C_2	Tomas de corriente de uso general y frigorífico	2x2,5+T	20
C_3	Alimentar la cocina y horno	2x6+T	25
C_4(a,b,c)	Alimentar la lavadora, lavavajillas y termo eléctrico	2x2,5+T	20
C_5	Alimentar tomas de corriente de los cuartos de baño, así como las bases auxiliares del cuarto de cocina	2x2,5+T	20
C_8(a,b,c,d)	Instalación de calefacción eléctrica	2x6+T	25
C_9	Instalación de aire acondicionado(en reserva)	2x6+T	25

Tabla 18 Circuitos interiores de viviendas

Los mecanismos son del tipo empotrar en caja de material plástico adecuados para soportar tensiones e intensidades superiores a las normales.

Las cajas de registros serán de PVC con tapa a nivel de la pared. Las tapas de las cajas a nivel del suelo serán atornilladas. Las conexiones en el interior de las cajas de registros se realizarán por medio de clemas de derivación del tipo a presión por tornillos.

Se tendrán en cuenta las prescripciones de confort reglamentarias y recomendadas para las instalaciones interiores de las viviendas:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales, respetando las siguientes alturas y medidas:
  - Se dejará una distancia mínima de 20 cm desde los bordes de puertas y ventanas a las canalizaciones verticales.
  - Se dejará una distancia mínima de 50 cm desde los techos o suelos a las canalizaciones horizontales.
- Las cajas para bases de enchufe se situarán en la pared, a 30 cm del suelo.
- Las cajas de derivaciones se situarán en la pared, a 20 cm del techo.
- Los interruptores conmutadores y pulsadores se situarán en la pared, a una distancia entre 1,10 m y 1,20 m del suelo y a 20 cm del borde del tabique de la pared.
- La conexión de los interruptores unipolares se realizará sobre el conductor de fase.
- Las tomas de corriente de una misma habitación deben estar conectadas a la misma fase.
- La toma de corriente de la cocina tendrá una distancia desde el suelo de 20 cm.
- Las tomas de corriente de lavavajillas, frigorífico y lavadora, estarán a una distancia desde el suelo de 30-40 cm.
- Tomas de corriente de pequeños electrodomésticos estarán a una distancia desde el suelo de 110 cm.

- Tomas de corriente para alumbrado de muebles de cocina estarán a una distancia de 133 cm desde el suelo.
- Tomas de corriente para campana extractora estarán a una distancia de 160-180 cm desde el suelo.
- En los dormitorios, salón y cocina dispondrán de tomas de TV y TF.

Para la instalación en los cuartos de baño se tendrá especial cuidado a la hora de realizar la instalación eléctrica, distinguiendo entre los siguientes volúmenes:

- VOLUMEN 0: Comprende el interior de la bañera o ducha. En un lugar que contenga una ducha sin plato, el volumen 0 está delimitado por el suelo y por un plano horizontal a 0.05 m por encima el suelo.
- VOLUMEN 1: Está limitado por el plano horizontal superior al volumen 0, es decir, por encima de la bañera, y el plano horizontal situado a 2,25 metros por encima del suelo. El plano vertical que limita al volumen 1 es el plano vertical alrededor de la bañera o ducha.
- VOLUMEN 2: Está limitado por el plano vertical tangente a los bordes exteriores de la bañera y el plano vertical paralelo situado a una distancia de 0,6 m; y entre el suelo y plano horizontal situado a2,25 m por encima del suelo.
- VOLUMEN 3: Esta limitado por el plano vertical límite exterior del volumen 2 y el plano vertical paralelo situado a una distancia de éste de 2,4 metros. El volumen 3 está comprendido entre el suelo y una altura de 2,25 m.

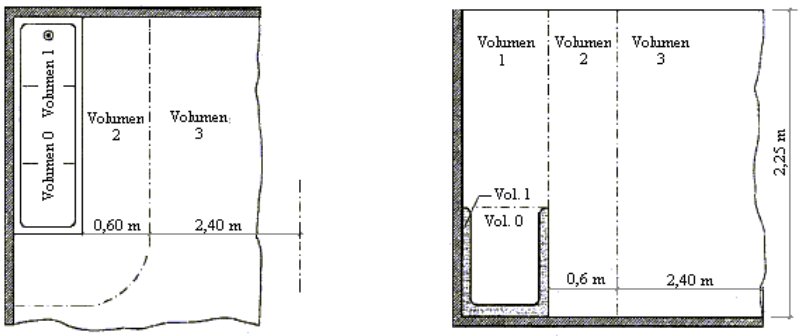


Figura 10 Volúmenes en bañera

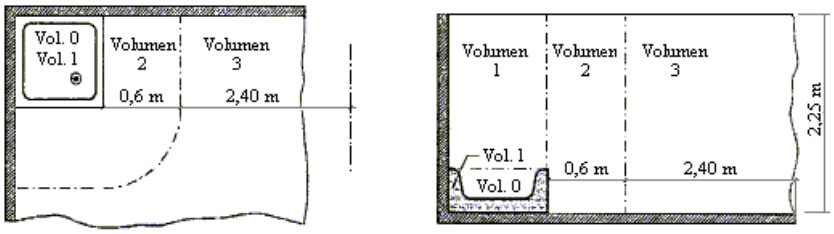


Figura 11 Volúmenes en ducha

	Grado de Protección	Mecanismos
Volumen 0	IPX7	No permitida
Volumen 1	IPX4 IPX2, por encima del nivel más alto de un difusor fijo. IPX5, en equipo eléctrico de bañeras de hidromasaje y en los baños comunes en los que se puedan producir chorros de agua durante la limpieza de los mismos.	No permitida, con la excepción de interruptores de circuitos MBTS alimentados a una tensión nominal de 12V de valor eficaz en alterna o de 30V en continua, estando la fuente de alimentación instalada fuera de los volúmenes 0, 1 y 2.
Volumen 2	IPX4 IPX2, por encima del nivel más alto de un difusor fijo. IPX5, en los baños comunes en los que se puedan producir chorros de agua durante la limpieza de los mismos.	No permitida, con la excepción de interruptores o bases de circuitos MBTS cuya fuente de alimentación este instalada fuera de los volúmenes 0, 1 y 2. Se permiten también la instalación de bloques de alimentación de afeitadoras que cumplan con la UNE-EN 60.742 o UNE-EN 61.558 -2-5.
Volumen 3	IPX5, en los baños comunes, cuando se puedan producir chorros de agua durante la limpieza de los mismos.	Se permiten las bases sólo si están protegidas bien por un transformador de aislamiento; o por MBTS; o por un interruptor automático de la alimentación con un dispositivo de protección por corriente diferencial de valor no superior a los 30 mA, todos ellos según los requisitos de la norma UNE 20.460 -4-41.

Tabla 19 Grado de protección y mecanismos permitidos en los volúmenes

15. INSTALACIONES DE USOS GENERALES

Los servicios generales del edificio serán totalmente independientes de las viviendas. Se dispondrá de un cuadro general independiente en la planta baja, desde el cual se alimentarán los distintos circuitos de alumbrado, fuerza y portero automático, así como los cuadros secundarios de ascensor, RITI, RITS, grupo de presión y trasteros. Se cumplirá con lo establecido en la instrucción ITC-BT-17 del REBT.

Desde la concentración Nº2, partirá la línea que alimentará al cuadro general. Estará realizada con conductores de cobre unipolar con aislamiento para una tensión nominal 0,6/1KV, de tipo RZ1-K. Estos conductores serán no propagadores de incendio y con baja emisión de humos y opacidad reducida. Los conductores empleados se identificaran según se indica en la ITC-BT-19 del REBT:

- Fases: Negro, Marrón, Gris
- Neutro: Azul claro
- Protección: verde-amarillo

La sección de los conductores se ha determinado de forma que la caída de tensión máxima permitida sea de 1%. La sección de la línea será de 4x10+T.

La línea a cuadro de servicios generales irá alojada en tubos independientes de PVC rígidos, por falso techo.

Se instalará una caja para el interruptor de control de potencia (ICP) inmediatamente antes de los demás dispositivos. La envolvente será precintable e independiente y estará homologada por la Compañía Suministradora.

El cuadro irá alojado en armario, construido con material incombustible y auto extinguible, de dimensiones suficientes para alojar los elementos de mando y protección, de la marca LEGRAND. La envolvente de los cuadros se ajustara a las normas UNE 20.451 y UNE-EN 60.439-3, con un grado de protección mínimo IP30 e IP07. Los dispositivos que formaran parte de cada uno de los cuadros serán:

- 1 Interruptor magneto térmico de 4x40A, que actuara como interruptor general, dotado de elementos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos (independiente del ICP).
- 3 Interruptores diferenciales de 2x40/30mA, como protección contra contactos indirectos.
- 1 Interruptor diferencial de 4x40/300mA, como protección contra contactos indirectos.
- 9 Interruptores magneto térmicos de 2x10 A, como protección contra sobre intensidades de cada uno de los circuitos de alumbrado, portero automático y reserva.
- 3 Interruptores magneto térmicos de 2x16 A, como protección contra sobre intensidades de cada uno de los circuitos de fuerza y del portero automático.
- 3 Interruptores magneto térmicos de 2x25 A, como protección contra sobre intensidades de las líneas de RITI, RITS y trasteros.
- 1 Interruptor magneto térmico de 4x32 A, como protección contra sobre intensidades de la línea de alimentación al cuadro del ascensor.
- 1 Interruptor magneto térmico de 4x25 A, como protección contra sobre intensidades de la línea de alimentación al grupo de presión.

Desde el cuadro saldrán las diferentes líneas para alimentar los diferentes servicios antes indicados. La sección de los conductores se ha calculado para que la caída de tensión máxima no supere el 3% en circuitos de alumbrado y el 5% para los demás usos, cumpliendo con la ITC-BT-19 del REBT. Para el caso de los motores se ha tenido en cuenta la ITC-BT-32 e ITC-BT-47 del REBT.

Las secciones de los conductores, el diámetro de los tubos utilizados y el interruptor automático encargado de proteger cada circuito se indican en el anexo de cálculos y en los planos de esquemas eléctricos.

15.1. Cuadros secundarios

Desde el cuadro de servicios generales saldrán las líneas a los cuadros secundarios que se indican a continuación:

- Cuadro de RITI.
- Cuadro de RITS

- Cuadro de grupo de presión.
- Cuadro de trasteros.
- Cuadro de ascensor.

Estas líneas estarán realizadas con conductores de cobre unipolar, con aislamiento 0,6/1 KV, de tipo RZ1-K, bajo tubo flexible de PVC. Estos conductores serán no propagadores de incendio y con baja emisión de humos y opacidad reducida.

Los conductores empleados se identificaran según se indica en la ITC-BT-19 del REBT:

- Fases: Negro, Marrón, Gris
- Neutro: Azul claro
- Protección: verde-amarillo

Las secciones de estas líneas, han sido calculadas teniendo en cuenta la caída máxima permitida de tensión y la intensidad máxima que admite el conductor.

Los cuadros irán alojados en armarios construidos con material incombustible y auto extinguible, de dimensiones suficientes para alojar los elementos de mando y protección, de la marca LEGRAND. La envolvente de los cuadros se ajustara a las normas UNE 20.451 y UNE-EN 60.439-3, con un grado de protección mínimo IP30 e IP07.

15.1.1. Cuadro del ascensor

La línea que alimenta el cuadro discurrirá por falso techo hasta el hueco del ascensor, por donde irá hasta llegar al cuadro.

Los elementos que formarán parte del cuadro serán:

- 1 Interruptor general magnetotérmico de 4x25A para protección contra sobreintensidades.
- 1 Interruptor magnetotérmico de 4x25A para protección contra sobreintensidades, para proteger el circuito del motor del ascensor.
- 1 Interruptor diferencial de 4x25A/30mA para protección contra corriente de defecto, para proteger el circuito motor del ascensor.
- 1 Interruptor magnetotérmico de 2x10A para protección contra sobreintensidades, para proteger el circuito de alumbrado.
- 1 Interruptor magnetotérmico de 2x16A para protección contra sobreintensidades, para proteger el circuito de usos varios.
- 1 Interruptor diferencial de 2x25A/30mA para protección contra corriente de defecto para proteger los circuitos de alumbrado y usos varios.

Todos estos circuitos estarán formados por conductores de cobre unipolar, no propagadores de incendio, de baja emisión de humos y opacidad reducida y con una tensión de aislamiento de 750V. Los conductores se identificarán con el sistema de colores en el punto 15.1.

La sección de los conductores será tal que la caída de tensión máxima no supere el 3% en circuitos de alumbrado y el 5% para circuitos de fuerza, cumpliendo con lo establecido en la ITC-BT-19 del REBT.

15.1.2. Cuadros de RITI y RITS

Son los cuadros destinados a alimentar y proteger los equipos de telecomunicaciones. Estarán situados en la parte superior (RITS) del edificio y en la planta sótano (RITI). La línea que alimenta al cuadro de RITS discurrirá por falso techo hasta llegar al patinillo de electricidad, por donde subirá hasta llegar a la cubierta. La línea al cuadro del RITI discurrirá por el falso techo hasta llegar al cuadro situado en la planta sótano. Los dispositivos que formarán parte de cada uno de estos cuadros son:

- 1 Interruptor magnetotérmico de 2x25A.
- 1 Interruptor diferencial de 2x25A/30mA.
- 2 Interruptor magnetotérmico de 2x16A.
- 1 Interruptor magnetotérmico de 2x10A.

15.1.3. Cuadro de grupo de presión

El cuadro de grupo de presión estará instalado en el mismo grupo. Se llevará la línea hasta el cuarto de la planta sótano dispuesto exclusivamente para este fin. La línea irá bajo falso techo hasta el garaje donde discurrirá alojada en tubo de PVC rígido.

15.1.4. Cuadro de trasteros

Es el cuadro destinado a proteger las instalaciones de los trasteros, estará situado en la planta sótano junto a la puerta que da acceso a los trasteros. La línea que alimenta al cuadro de trasteros irá bajo falso techo hasta el garaje donde discurrirá alojada en tubo de PVC rígido.

Los dispositivos que forman parte de este cuadro son:

- 1 Interruptor magnetotérmico general de 2x40A.
- 2 Interruptores diferenciales de 2x40A/30mA.
- 6 Interruptores magnetotérmicos de 2x10A.
- 1 Interruptor magnetotérmico de 2x16A.

16. ALUMBRADO DEL EDIFICIO Y PORTERO AUTOMÁTICO

16.1. Alumbrado zonas comunes

Alumbrado normal

Se han establecido en general varios encendidos por zonas, en servicios comunes en orden a poder obtener ahorro de energía sí se accionan en este sentido y no iluminar zonas que estén exentas de uso en ese momento.

El montaje en los cuartos técnicos será normalmente adosado y todas las lámparas de descarga, irán equipadas con reactancias de encendido rápido alto factor de potencia (0,95%).

Las luces de habitaciones de uso intermitente y aquellas que por la naturaleza de las funciones a realizar así lo requieran, se accionarán mediante interruptores normalmente situados en la puerta. En zonas abiertas y para un control y ahorro energético.

En escaleras y pasillos sótano serán de adosar, con las características indicadas en presupuesto y Pliego de condiciones, del tipo plafón con difusor de policarbonato para lámparas fluorescentes compactas.

En portal serán del tipo aplique de pared de luz indirecta para los alumbrados fijos y empotrados en falso techo del tipo Downlights para el resto.

En plantas serán del tipo Downlights empotradas en falso techo.

Todas las luminarias que deban llevar incorporado un equipo eléctrico, este deberá ser electrónico.

En todas las zonas comunes de la urbanización todos los interruptores, pulsadores, etc, llevaran incorporado un piloto luminoso para mejorar su visualización.

En el caso de los mecanismos del garaje al tratarse de una zona en la que existe riesgo de explosión o de incendio debido a la presencia de sustancias inflamables la altura de los interruptores y enchufes librarán la zona peligrosa considerada, a 1.60 cm del pavimento, para que dichas instalaciones y sus equipos no puedan ser la causa de inflamación de dichas sustancias.

En zonas de aparcamiento, cuartos técnicos, terrazas y exteriores todas las tomas de corriente e interruptores serán estancos.

Alumbrado de emergencia y señalización

Este sistema permite, en cada fallo de alumbrado a red, la evacuación segura y fácil del personal hacia el exterior, por las salidas dispuestas al efecto, para ello se han dispuesto luces situadas de tal manera que iluminan y señalizan dichos pasos y salidas.

Este alumbrado estará formado por una red de puntos de luz fluorescente e incandescente, que llevan incorporados equipos autónomos de emergencia alimentados permanentemente de red para su carga, en caso de falta de tensión o cuando su valor está por debajo del 70 %, estos equipos se conectarán automáticamente a sus acumuladores, volviendo a su estado de reposo y carga normal, cuando su tensión vuelva a su estado nominal. La autonomía de estos equipos, serán superior a 1 h. Se instalarán en escaleras, pasillos, pasillos de cuartos trasteros, cuartos técnicos, cuadros eléctricos y aparcamiento.

Se instalará un mínimo de dos circuitos, dependiendo de cada uno de ellos, de no más de 12 luminarias de emergencia por circuito.

16.2. Portero automático

Se instalará un portero electrónico, con teclado digital alfanumérico y directorio electrónico, compuesto por placa en entrada portal, y telefonillo en cada una de las viviendas, así como el correspondiente abre puertas para el portal.

El sistema permitirá la interconexión entre portal de acceso y viviendas, así como la apertura de la puerta del portal.

17. CARACTERÍSTICAS QUE DIFERENCIAN INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO Y DIFERENCIAL

Las diferencias entre un interruptor automático magnetotérmico y un interruptor diferencial son las siguientes:

- Interruptor diferencial: Dispositivo electromecánico que tiene el fin de proteger a las personas de las derivaciones causadas por faltas de aislamiento entre los conductores activos y tierra o masa de los aparatos. Tiene la capacidad de detectar la diferencia entre la corriente de entrada y salida en un circuito, cuando esta diferencia supera un valor determinado (lo que llamamos sensibilidad), para el que esté calibrado (30 mA, 300 mA, etc), el dispositivo abre el circuito, interrumpiendo el paso de la corriente a la instalación que protege. Las corrientes I_1 e I_2 que fluyen por las líneas, fase y neutro, producen un flujo magnético que es inducido en el núcleo toroidal. Cuando no existe falla, los flujos magnéticos poseen igual magnitud, por lo que se cancelan entre sí. En una situación de defecto, el flujo resultante es distinto de cero, por lo que aparece entre sus terminales una tensión inducida, la que es totalmente independiente de la alimentación principal. Esta activa inmediatamente el imán de disparo, el que a su vez envía una orden de operación a los contactos de apertura.

Un botón de prueba (test) permite comprobar el correcto funcionamiento del dispositivo. Al pulsar dicho botón se deriva una corriente I_3 a través de la resistencia R, activándose el dispositivo.

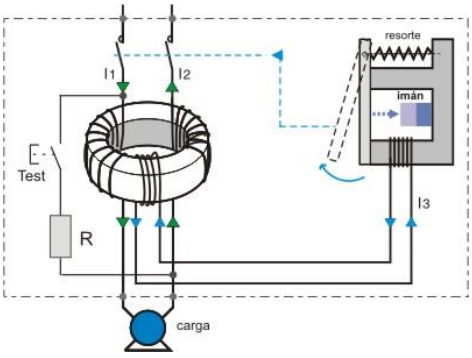


Figura 12 Funcionamiento de un diferencial

Los interruptores diferenciales en las viviendas actuarán con una corriente de fuga máxima de 30 mA y un tiempo de respuesta de 50 ms, lo cual garantiza una protección adecuada para las personas y cosas. Las características que definen un interruptor diferencial son el amperaje, número de polos, y sensibilidad, por ejemplo: Interruptor diferencial 16A-IV-30mA.

Los interruptores diferenciales están provistos de un pulsador, que cuando se aprieta provoca un desequilibrio de corriente de 30 mA, que sirve para un control intermitente de su eficacia, como se puede ver en la pieza con la letra T de test de la siguiente ilustración.

Figura 13 Ejemplo interruptor diferencial monofásico

- Interruptor magnetotérmico: Dispositivo capaz de interrumpir la corriente eléctrica de un circuito cuando ésta sobrepasa ciertos valores máximos con el fin de proteger la instalación contra sobrecargas y cortocircuitos. Su funcionamiento se basa en dos de los efectos producidos por la circulación de corriente eléctrica en un circuito: el magnético y el térmico (efecto Joule). El dispositivo consta, por tanto, de dos partes, un electroimán y una lámina bimetálica, conectadas en serie y por las que circula la corriente que va hacia la carga, como se muestra en la siguiente exposición gráfica:

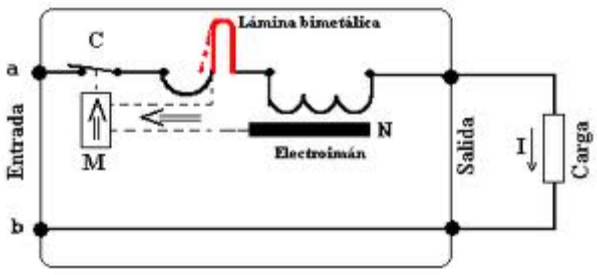


Figura 14 Funcionamiento de un magnetotérmico

El funcionamiento basado en la figura14 es el siguiente:

– En el caso de protección frente a cortocircuitos:

  Al circular la corriente por el electroimán, crea una fuerza que, mediante un dispositivo mecánico adecuado M, tiende a abrir el contacto C, esto sólo ocurrirá si la intensidad I que circula por la carga sobrepasa el límite de intervención fijado. Este nivel de intervención suele estar

comprendido entre 3 y 20 veces la intensidad nominal (la intensidad de diseño del interruptor magnetotérmico) y su actuación es de aproximadamente unas 25 milésimas de segundo, por esto se destina a la protección frente a cortocircuitos, donde se produce un aumento muy rápido y elevado de corriente.

– En el caso de protección frente a sobrecargas:

  Al circular la corriente por una lámina bimetálica (representada en rojo) y calentarse por encima de un determinado límite, sufre una deformación y pasa a la posición señalada en línea de trazos lo que hace que el dispositivo mecánico M provoque la apertura del contacto C. En este caso se protege de corrientes que, aunque son superiores a las permitidas por la instalación, no llegan al nivel de intervención del dispositivo magnético descrito anteriormente. Esta situación es típica de una sobrecarga, donde el consumo va aumentando conforme se van conectando aparatos.

Se dice que un interruptor es de corte omnipolar cuando interrumpe la corriente en todos los conductores activos, es decir las fases y el neutro si está distribuido.

Las características que definen un interruptor magnetotérmico son el amperaje, el número de polos, el poder de corte y el tipo de curva de disparo (B, C, D, MA). Por ejemplo: Interruptor magnetotérmico C-16A-IV 4,5kA).

Figura 15 Ejemplo interruptor magnetotérmico monofásico

En la siguiente figura se muestra como sería el esquema de una instalación monofásica con Interruptor general, interruptor diferencial y los automáticos.

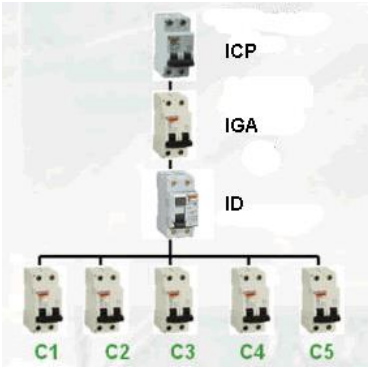


Figura 16 Instalación de una electrificación básica

Los interruptores diferenciales puros son sensibles solamente a corrientes de fuga, es decir sólo hacen la función diferencial. Se deben de utilizar en serie (aguas abajo) con un interruptor automático o un fusible que los proteja de una posible sobrecorriente, cuando se den valores, en la instalación, que puedan dañarlo. Así mismo estos aparatos deben poseer una protección previa, mediante interruptores automáticos que limiten la energía específica pasante, y actúen como interruptor de corte general de cualquier otro interruptor instalado aguas abajo.

18. PROTECCIÓN POR CORTE AUTOMÁTICO DE LA ALIMENTACIÓN FRENTE A CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS.

Se dice que un contacto es DIRECTO cuando dicho elemento se encuentra normalmente bajo tensión. Por el contrario, el contacto se define como INDIRECTO si el elemento ha sido puesto bajo tensión accidentalmente (por ejemplo, por una falla en el aislamiento). En las siguientes ilustraciones se muestran los ejemplos:

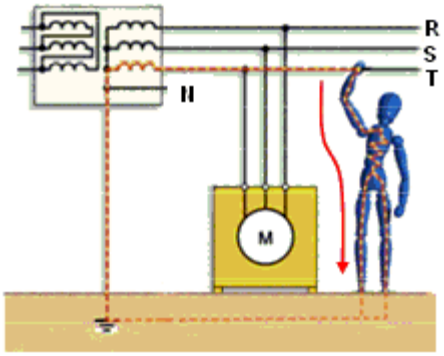


Figura 17 Contacto directo

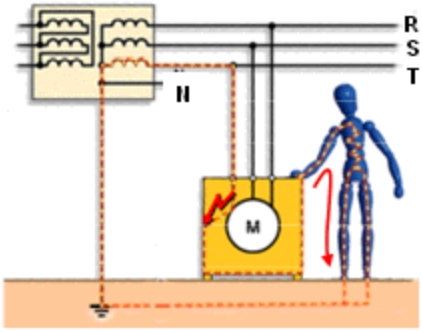


Figura 18 Contacto indirecto

Los contactos directos se evitan mediante aislamiento de las partes activas, por medio de barreras o envolventes, por medio de obstáculos, etc… mientras que los contactos indirectos se evitan por corte automático de la instalación.

El corte automático de la alimentación después de la aparición de un fallo está destinado a impedir que una tensión de contacto de valor suficiente, se mantenga durante un tiempo tal que puede dar como resultado un riesgo.

Debe existir una adecuada coordinación entre el esquema de conexiones a tierra de la instalación utilizado y las características de los dispositivos de protección. Por ejemplo en el esquema de distribución TT será imprescindible el uso de interruptores diferenciales.

El corte automático de la alimentación está prescrito cuando puede producirse un efecto peligroso en las personas o animales domésticos en caso de

defecto, debido al valor y duración de la tensión de contacto. Se utilizará como referencia lo indicado en la norma UNE 20.572 -1.

La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales. En ciertas condiciones pueden especificarse valores menos elevados, como por ejemplo, 24 V para las instalaciones de alumbrado público.

19. ESQUEMAS DE DISTRIBUCIÓN

Para la determinación de las características de las medidas de protección contra choques eléctricos en caso de defecto (contactos indirectos) y contra sobreintensidades, así como de las especificaciones de la aparamenta encargada de tales funciones, será preciso tener en cuenta el esquema de distribución empleado.

Los esquemas de distribución se establecen en función de las conexiones a tierra de la red de distribución o de la alimentación, por un lado, y de las masas de la instalación receptora, por otro.

La denominación se realiza con un código de letras con el significado siguiente:

- Primera letra: Se refiere a la situación de la alimentación con respecto a tierra.

  – T = Conexión directa de un punto de la alimentación a tierra.
  – I = Aislamiento de todas las partes activas de la alimentación con respecto a tierra o conexión de un punto a tierra a través de una impedancia.

- Segunda letra: Se refiere a la situación de las masas de la instalación receptora con respecto a tierra.

  – T= Masas conectadas directamente a tierra, independientemente de la eventual puesta a tierra de la alimentación.
  – N = Masas conectadas directamente al punto de la alimentación puesto a tierra (en corriente alterna, este punto es normalmente el punto neutro).

Otras letras (eventuales): Se refieren a la situación relativa del conductor neutro y del conductor de protección.

  – S = Las funciones de neutro y de protección, aseguradas por conductores separados.
  – C = Las funciones de neutro y de protección, combinadas en un solo conductor (conductor CPN).

19.1. Esquema TT

El esquema TT será el utilizado en este proyecto ya que es el más empleado en la mayoría de instalaciones por poseer unas excelentes características de protección a las personas y además poseer una gran economía de explotación. Por otra parte las redes de distribución pública de baja tensión tienen un punto puesto directamente a tierra por prescripción reglamentaria. Este punto es el punto neutro de la red, por lo que **el esquema de distribución para instalaciones receptoras alimentadas directamente de una red de distribución pública de baja tensión será el esquema TT**. Las masas de la instalación receptora están conectadas a una toma de tierra separada de la toma de tierra de la alimentación. En la siguiente ilustración se muestra un esquema tipo TT:

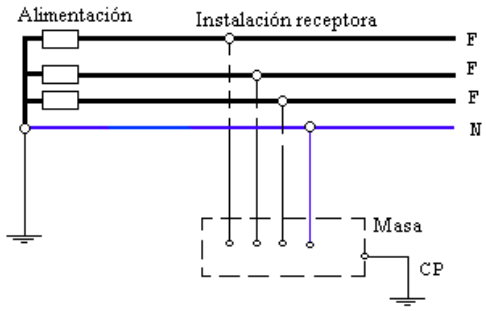


Figura 19 Esquema de distribución tipo TT

En este esquema las intensidades de defecto fase-masa o fase-tierra pueden tener valores inferiores a los de cortocircuito, pero pueden ser suficientes para provocar la aparición de tensiones peligrosas.

En caso de un defecto a masa circula una corriente a través del terreno hasta el punto neutro, provocando una diferencia de corriente entre los conductores de fase y neutro, que al ser detectado por el interruptor diferencial provoca la desconexión automática de la alimentación, de ahí que sea imprescindible en este tipo de distribución para asegurar tensiones de defecto pequeñas y disminuir el riesgo de incendio.

Durante el fallo la tensión de defecto queda limitada por la toma de tierra del receptor, a un valor igual a la resistencia de la puesta a tierra (conductor de protección + toma de tierra) por la intensidad de defecto.

$$Vdefecto = (Rt + Rcp).id \quad (19.1.a)$$

19.2. Esquema TN

Es el esquema menos empleado, entre sus desventajas están la necesidad de revisiones periódicas, la de calcular las impedancias en todos los puntos de la línea y diseñar las protecciones de forma individual para cada receptor. En el caso de líneas

muy largas o de poca sección puede darse el caso de que la corriente de defecto no sea suficiente para disparar las protecciones.

Los esquemas TN tienen un punto de la alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra y las masas de la instalación receptora conectadas a dicho punto mediante conductores de protección. Se distinguen tres tipos de esquemas TN según la disposición relativa del conductor neutro y del conductor de protección:

- Esquema TN-S: En el que el conductor neutro y el de protección son distintos en todo el esquema como se muestra en la siguiente figura:

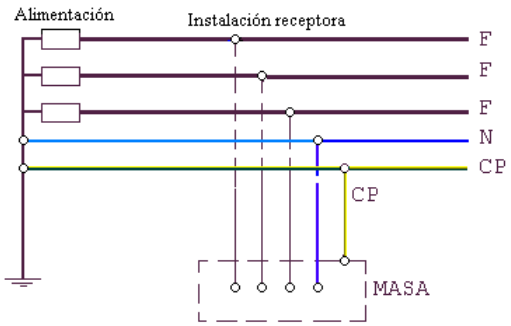


Figura 20 Esquema de distribución tipo TN-S

- Esquema TN-C: En el que las funciones de neutro y protección están combinadas en un solo conductor en todo el esquema como se muestra en la siguiente ilustración:

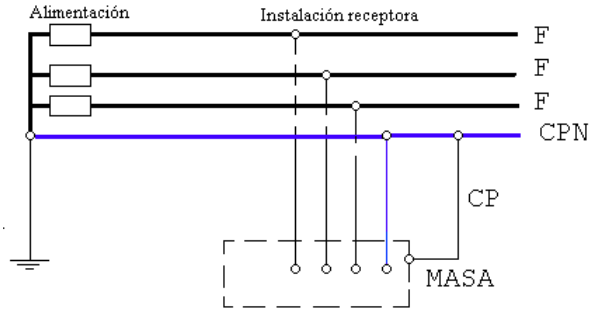


Figura 21 Esquema de distribución tipo TN-C

- Esquema TN-C-S: En el que las funciones de neutro y protección están combinadas en un solo conductor en una parte del esquema, empleado cuando la sección del conductor de neutro es insuficiente para servir de

conductor de protección. En la siguiente ilustración se muestra este esquema:

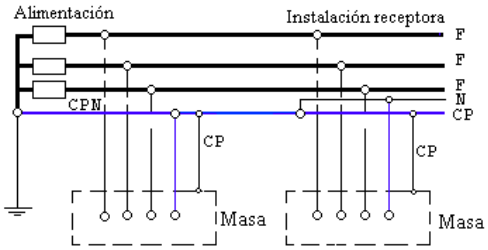


Figura 22 Esquema de distribución tipo TN-C-S

En los esquemas TN cualquier intensidad de defecto franco fase-masa es una intensidad de cortocircuito. El bucle de defecto está constituido exclusivamente por elementos conductores metálicos.

19.3. Esquema IT

Es el preferido en aplicaciones en las que la continuidad del servicio es crítica, como en quirófanos o industrias con procesos sensibles a la interrupción. No tiene ningún punto de la alimentación conectado directamente a tierra. Las masas de la instalación receptora están puestas directamente a tierra.

Este es el esquema que ofrece una mayor continuidad de servicio, ya que corta el suministro al segundo defecto, a diferencia de los otros que lo hacen al primero. Ello se debe a que en un primer defecto la corriente se encuentra con una resistencia muy grande para retornar al punto de alimentación y se puede considerar un circuito abierto. Un segundo contacto provocará una circulación de corriente y actuarán los dispositivos de protección.

En Esquema se requiere una Puesta a Tierra totalmente independiente de otras instalaciones, ya que de lo contrario, la corriente podría regresar al punto de alimentación y provocar que el primer defecto sea verdaderamente peligroso. Igualmente, las masas metálicas no deben estar conectadas a otras de instalaciones diferentes.

En este tipo de esquema se recomienda no distribuir el neutro. En la siguiente ilustración se muestra este esquema:

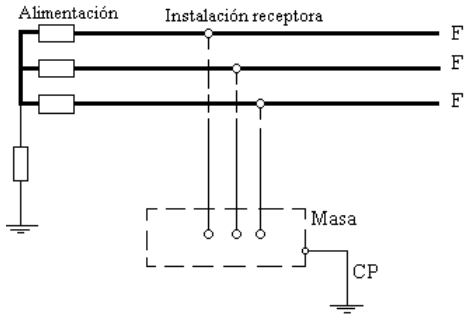


Figura 23 Esquema de distribución tipo IT

19.4. Características y prescripciones de los dispositivos de protección en un esquema TT.

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

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

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_A I_a < U$$

Donde:

R_A es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.

I_a es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada.

U es la tensión de contacto límite convencional (50, 24V u otras, según los casos).

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

- Dispositivos de protección de corriente diferencial-residual.
- Dispositivos de protección de máxima corriente, tales como fusibles, interruptores automáticos. Estos dispositivos solamente son aplicables cuando la resistencia R_A tiene un valor muy bajo. En la práctica estos dispositivos no son de aplicación para

contactos indirectos ya que para alcanzar sin riesgo para las personas una intensidad suficiente para provocar la desconexión del circuito con defecto debería garantizarse de forma fiable y permanente durante toda la vida de la instalación una resistencia R_A extremadamente pequeña.

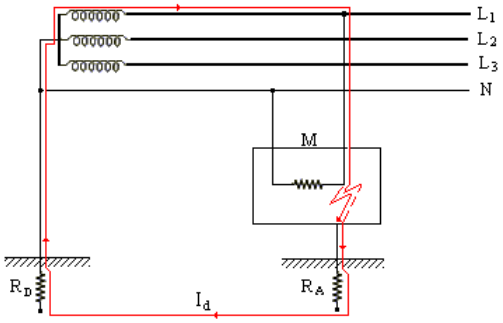


Figura 24 Esquema TT

20. RED DE TIERRAS

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 instalación se realizará de acuerdo a la instrucción ITC-BT-18 e ITC-BT-24 del REBT.

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.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022.

La profundidad de enterramiento de las tomas de tierra nunca será inferior a 0,50 m.

Todas las canalizaciones de circuitos a equipos receptores que parten de cuadros de mando y protección llevarán además de los hilos de fase y neutro, el hilo de línea amarillo-verde (protección), y a este cable se conectarán todos los receptores, incluso y obligadamente, las armaduras de las luminarias.

El cuadro de mando y protección dispondrá de embarrado de puesta a tierra, el cual se conectará mediante conductor amarillo-verde desde el embarrado de concentración de contadores. Y éste a su vez mediante conductor de cobre desnudo con cajas de medición (en cuadro de contadores a picas de acero cobrizado de 2 m y 20 mm. de diámetro)

Se instalará una red perimetral a zapatas de tomas de tierra, para la estructura del edificio, con cable de cobre desnudo de 35 mm² unido a las armaduras de pilares mediante soldaduras aluminotérmicas. A la cual se conectará con la misma sección hasta la centralización de contadores.

La protección contra contactos indirectos está asegurada por medio de diferenciales de media sensibilidad (30 mA) que permiten un valor de resistencia a tierra desde el punto de contacto de un máximo de 800 Ω en locales o emplazamientos conductores y de 1.600 Ω en los demás casos, a fin de que las tensiones de contacto no superen los 24 y 50 V respectivamente.

En el hueco del ascensor, escalera y centralización de contadores se dispondrá de arqueta de comprobación y puesta a tierra con pica de acero.

En los cuartos de baño y aseos se realiza la conexión equipotencial entre las canalizaciones metálicas (agua, desagües, calefacción, etc…) y las masas metálicas de los aparatos sanitarios y todos los demás elementos conductores que existan en la dependencia y que sean accesibles tales como el marco de la puerta, ventanas, radiadores, etc.

20.1. Conductores de protección.

La sección de los conductores de protección será la indicada en la tabla 27, o se obtendrá por cálculo conforme a lo indicado en la Norma UNE 20.460 -5-54 apartado 543.1.1.

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

Tabla 20 Relación entre las secciones de los conductores de protección y los de fase

Si la aplicación de la tabla conduce a valores no normalizados, se han de utilizar conductores que tengan la sección normalizada superior más próxima.

20.2. Conductores de equipotencialidad

El conductor principal de equipotencialidad debe tener una sección no inferior a la mitad de la del conductor de protección de sección mayor de la instalación, con un mínimo de 6 mm^2. Sin embargo, su sección puede ser reducida a 2,5 mm^2, si es de cobre.

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

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

21. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Según el *punto 5 del artículo 47 del Real Decreto 1955/2000 de 1 de diciembre:*

Cuando la potencia solicitada de un nuevo suministro sea superior a 100kW, el solicitante deberá reservar un local, para su posterior uso por la empresa distribuidora, de acuerdo con las condiciones técnicas reglamentarias y con las normas técnicas establecidas por la empresa distribuidora y aprobadas por la Administración competente, cerrado y adaptado, con fácil acceso desde la vía pública, para la ubicación de un centro de transformación cuya situación corresponda a las características de la red de suministro aérea o subterránea y destinado exclusivamente a la finalidad prevista.

Por lo tanto, según este articulo y dado que el edificio exige de una potencia superior a 100kW, deberemos instalar un centro de transformación, el cual será descrito a continuación.

Dependiendo de su misión y su situación en la red eléctrica, los CT se clasifican según su alimentación, propiedad, emplazamiento y acometida.

Alimentación	CT en punta y CT en paso
Propiedad	CT de empresa y CT de abonado
Emplazamiento	CT intemperie o aéreo y CT de interior
Acometida	CT con acometida aérea y CT con acometida subterránea
Obra civil	CT convencional, CT compacto semienterrado, CT compacto de superficie, CT de maniobra y CT prefabricado

Tabla 21 Clasificación de los CT

21.1. Diseño del CT

El Centro de Transformación objeto del presente proyecto será de tipo interior, empleando para su anclaje celdas prefabricadas bajo envolvente metálica según norma UNE-EN 60298.

La acometida al mismo será subterránea propiedad de UNIÓN FENOSA, y el suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio de 15 kV cuya tensión más elevada es de 17,5 KV, y una frecuencia de 50 Hz por parte de la compañía suministradora.

Las celdas a emplear serán de la marca Ormazábal, del tipo CGC, compuestas por celdas compactas equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre, como elemento de corte y extinción.

El SF_6 es un excelente aislante eléctrico y puede apagar un arco eléctrico en forma efectiva. En su forma pura no es tóxico ni tampoco peligroso al ser inhalado, sin embargo dado que es casi seis veces más pesado que el aire, en ambientes cerrados desplaza al oxígeno existiendo en consecuencia riesgo de sofocación para las personas. Tiene una rigidez dieléctrica 2,5 veces mejor que la del aire. Por sus asombrosas propiedades hace posible construir equipos muy compactos, que utilizan menos materiales, seguros y con una vida útil más extensa.

El centro de transformación seleccionado para su instalación será el MB (Modulo Básico), es un centro de transformación compartimentado de reducidas dimensiones, diseñado por Ormazábal, para ser incorporados en locales destinados a este propósito, en redes públicas de distribución en Media Tensión.

Consiste básicamente en un equipo compacto de MT del sistema CGC, dos celdas de línea y una de protección (RMU), un transformador, un cuadro de Baja Tensión y las correspondientes interconexiones y elementos auxiliares. Todo esto se suministra ya montado en fábrica sobre un bastidor autoportante que incluye ruedas para su desplazamiento, lo cual asegura un acabado uniforme y de calidad.

El emplazamiento elegido para el CT, deberá permitir el tendido, a partir de las vías públicas o galerías de servicio, de las canalizaciones subterráneas. Todos los cables subterráneos podrán tenderse hasta una profundidad máxima de 1,40 m. como mínimo. No se permitirán emplazamientos que obliguen a cruzar espacios privados o comunes situados en el interior de la edificación.

21.2. Características generales del centro de transformación

El centro de transformación se instalará para dotar de energía eléctrica al edificio de viviendas que el promotor pretende construir, en terrenos propiedad de la sociedad; en la fachada de dicho edificio, situado en el municipio de Fuensalida, Toledo. Posteriormente **se cederá** sus servicios a la **COMPAÑÍA DE UNION FENOSA.**

La línea que alimentará al Centro de Transformación transcurre por una de las aceras de la Calle Núñez de Balboa, cercana al edificio, la energía será suministrada a la tensión de 15kV trifásica y frecuencia 50Hz mediante líneas subterráneas de alta tensión (15kV) con cable HEPRZ-1 12/20kV de sección 3X240+1X150mm2 Al, canalizado bajo tubo.

El acceso al interior del CT será exclusivo para el personal autorizado por UNION FENOSA.

Se trata de un centro de transformación en paso, de ahí que tenga una línea de entrada y otra de salida que va hacia otro centro, con la posibilidad de conectarse a una red lineal o en anillo que en este caso será en anillo por lo que se tiene la ventaja de que se permite la alimentación por los dos caminos, en caso de corte de suministro de uno de ellos se podría seguir suministrando energía, mientras que en la red lineal esto no sería posible.

21.3. Descripción del local destinado al CT

El centro de Transformación será construido de obra civil y albergará toda la aparamenta eléctrica y demás equipos eléctricos. Se ubicará en un local con acceso desde la calle con una superficie de 2,40 x 2,34 m, con una altura de más de 2,50 m, donde se instalará el centro de transformación compacto. Para el diseño se han observado todas las normativas aplicables para este tipo de construcciones, teniendo en cuenta las distancias necesarias para pasillos, accesorios, etc.

Las dimensiones del CT deberán permitir:

- El movimiento y colocación en su interior de los elementos y maquinaria necesarios para la realización adecuada de la instalación eléctrica.
- La ejecución de las maniobras propias de su explotación y operaciones de mantenimiento en condiciones óptimas de seguridad para las personas que lo realicen.

21.3.1. Características constructivas

Las paredes serán de muro de ladrillo macizo de 1 pie de espesor enfoscado y pintado.

La puerta será metálica, de apertura hacia el exterior un ángulo de al menos 90º, llevará una placa de riesgo eléctrico y se cerrará mediante llave con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento: evitar aperturas intempestivas de las mismas y la violación del Centro de Transformación.

Las rejillas de ventilación serán metálicas, formadas por lamas en forma de "V", diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de aguas de lluvia en el centro de transformación e interiormente se complementa cada rejilla con una rejilla mosquitera que impedirán el paso de pequeños animales. Se instalarán dos rejillas, una en la parte inferior para la entrada de aire y otra en la parte superior para facilitar el circulamiento del aire interior.

El local contará con una serie de aberturas o atarjeas, así como unas canalizaciones con tubos de PVC de 160 mm de diámetro empotradas en el suelo que permitirán el paso de los cables tanto de M.T. como de B.T.

Los accesos al Centro estarán dispuestos de forma que su tránsito sea cómodo y seguro y no existan obstáculos que dificulten la salida en caso de emergencia.

Las paredes, el techo y el suelo serán de materiales incombustibles y de resistencia adecuada a las cargas a soportar. El suelo será de hormigón en masa, llevando a 0,10mts de profundidad un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4mm, formando una retícula no superior a 0.30 x 0.30mts. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos (preferentemente opuestos) a la puesta a tierra de protección del Centro.

Los pasillos de maniobra tendrán como mínimo una anchura de 1 m.

La puerta estará a una cota de 0,10m sobre el suelo del Centro, con lo que obtendremos un receptáculo que servirá para la recogida de posibles derrames de fluido e impida su salida al exterior.

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

21.4. Celdas y aparamenta eléctrica de MT y BT

21.4.1. Características de la aparamenta de MT

Se utilizará un sistema CGC- celdas compactas

El CGC es un equipo compacto para Media Tensión de reducidas dimensiones, incorpora tres funciones por cada módulo, dos posiciones de línea y una de protección, en una única cuba llena de gas SF_6 en la cual se encuentran los aparatos de maniobra y el embarrado.

- Celdas de línea: Son las que se utilizan para las operaciones de maniobra en alta tensión, conectadas a los conductores de entrada o salida que constituyen el circuito de alimentación al CT. La celda de salida será motorizada
- Celdas de protección: Son las que se utilizan para las funciones de maniobra y protección de los transformadores.

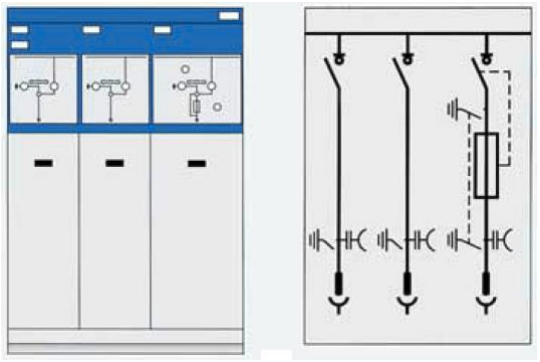


Figura 25 Celdas CGC

Como se puede ver en la figura anterior las celdas CGC son compactas formadas por dos celdas de línea y una de protección.

Cabe decir que el sistema CGC es perfectamente compatible con el sistema CGM de Ormazabal. Las celdas CGM forman un sistema de equipos modulares de reducidas dimensiones para Media Tensión con una función específica por cada módulo o celda. El conexionado entre los diversos módulos es posible gracias a un sistema patentado por Ormazabal denominado Ormalink permitiendo la unión del embarrado de las celdas y sin necesidad de reponer gas SF_6.

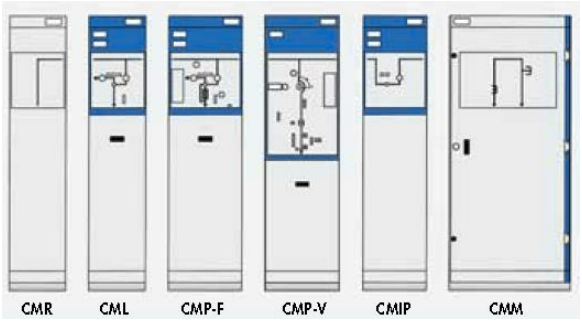


Figura 26 Celdas CGM

Siendo:

CMR	Celda de remonte
CML	Celda de línea
CMP-F	Celda de protección con fusibles
CMP-V	Celda de interruptor automático de corte en vacío
CMIP	Celda de interruptor pasante
CMM	Celda de medida

Figura 27 Elemento de conexión entre celdas, Ormalink.

Como se dijo con anterioridad el conexionado con otros módulos de los sistemas CGM o incluso con otro sistema CGC realizado mediante Ormalink es simple y fiable de forma que se puede ampliar la funcionalidad del CGC y disponer de diversas configuraciones (2L+2P,3L+1P,etc…), permitiendo resolver cualquier esquema de distribución de Media Tensión y admitiendo posibles ampliaciones.

En la siguiente figura se muestra un ejemplo de unión entre un equipo CGC y una celda CGM-CMP-F mediante Ormalink (configuración 2L+2P)

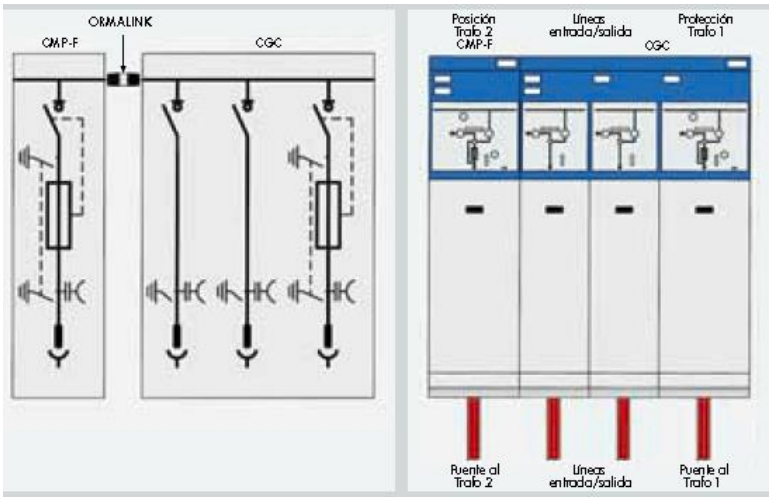


Figura 28 Conexión mediante Ormalink

Las partes que componen las celdas son:

a) Cuba
b) Compartimento de barras
c) Compartimento de cables
d) Compartimento de control
e) Zona de maniobra

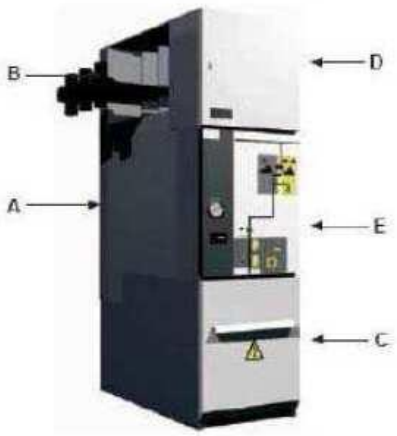


Figura 29 Partes de una celda

Base y frente

La rigidez mecánica de la chapa y su galvanizado garantizan la indeformabilidad y resistencia a la corrosión de esta base, que soporta todos los elementos que integran la celda. La altura y diseño de esta base permiten el paso de cables entre celdas sin necesidad de foso.

La parte frontal está pintada e incluye en su parte superior la placa de características eléctricas, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la misma y los accesos a los accionamientos del mando.

En la parte inferior se encuentran las tomas para las lámparas de señalización de tensión y el panel de acceso a los cables y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

Aunque la tapa de los mandos es única, los compartimientos de los cables son individuales para cada posición, de forma que se puede trabajar sin peligro en uno de ellos aunque las otras posiciones estén en tensión.

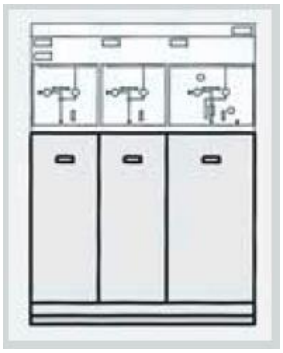


Figura 30 Base y fuente sistema CGC

Cuba

La cuba, de acero inoxidable, contiene el interruptor, el embarrado y portafusibles, y el gas SF_6 se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,3 bares.

El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante toda la vida útil de la celda, sin necesidad de reposición de gas. Para la comprobación de la presión en su interior se puede incluir un manómetro visible desde el exterior de la celda.

La cuba cuenta con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así su incidencia sobre las personas, cables o la aparamenta del centro de transformación.

El embarrado incluido en la cuba está dimensionado para soportar, además de la intensidad asignada, las intensidades térmica y dinámica asignadas.

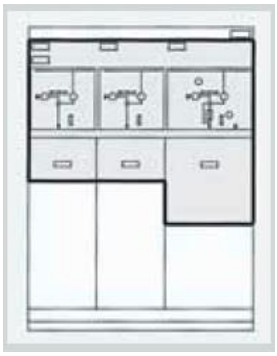


Figura 31 Cuba del sistema CGC

Compartimiento de barras.

El compartimiento de barras cuya función es la unión eléctrica mediante el embarrado, está diseñado para soportar un arco interno en su interior de 25 kA/1s. Se sitúa en la parte superior de la celda, separado de la cuba, aloja al embarrado, formado por un conjunto ensayado en fábrica, separado por fases, mediante placas metálicas puestas a tierra (metal-clad), presentando además un aislamiento sólido y apantallado, puesto a tierra a través de la pletina colectora de tierras especifica del compartimiento.

Figura 32 Compartimento de barras

Compartimiento de cables

El compartimiento de cables, que permite el acceso frontal a los cables de media tensión, se encuentra ubicado en la zona inferior de la celda, disponiendo de una tapa enclavada con el sistema de puesta a tierra.

Bajo pedido, este compartimiento se suministra preparado para soportar un arco interno en bornas de 25 kA/1s, verificando los criterios de la norma IEC 62271-2000.

La base permite alojar en su interior, opcionalmente, los siguientes elementos:

- Conjunto de segregación de fases.
- Hasta cuatro bornas apantalladas de conexión reforzada (atornillables) por fase.
- Bridas de sujeción para los cables de media tensión.

- Pletinas de puesta a tierra.
- Transformadores de intensidad coloidales.
- Transformadores de tensión enchufables.
- Autoválvulas.

La conexión a tierra de todos los elementos que constituyen la envolvente se realiza por medio de un conductor constituido por una pletina de cobre de 250 mm^2 diseñada para soportar la intensidad de corta duración asignada, permitiendo la introducción o extracción de los cables de MT con sus terminales correspondientes, sin necesidad de desmontarla.

Figura 33 Compartimento cables

Interruptor/ seccionador/ seccionador de puesta a tierra

El interruptor disponible en el sistema CGC tiene tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra.

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

Estos elementos son de maniobra independiente, de forma que su velocidad de actuación no depende de la velocidad de accionamiento del operario.

El corte de la corriente se produce en el paso del interruptor de conectado a seccionado, empleando la velocidad de las cuchillas y el soplado de SF_6.

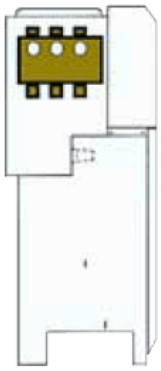


Figura 34 Interruptor en celda

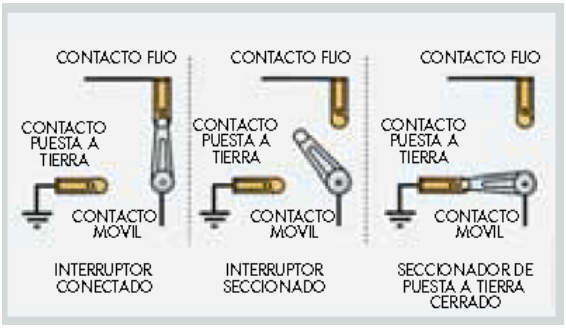


Figura 35 Posiciones interruptor

Mando

Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual o motorizada. Aunque están bajo la misma tapa son independientes.

Figura 36 Mando del sistema CGC

Mandos para el interruptor de tres posiciones

- **B (Manual):** Cada maniobra la debe realizar directamente el operario mediante una palanca de accionamiento.
- **BR (Manual con Retención**): Es similar al mando B, pero en éste, tras el cierre del interruptor, hay que cargar el resorte de apertura. Ésta se puede ejecutar mediante pulsador, por medio de la bobina de apertura, por acción de los fusibles, o mediante el disparador del RPTA.

- **BM (Motorizado):** Además de las funciones del mando B, se pueden realizar todas las operaciones con un motor (MOTORIZACIÓN, TELEMANDO Y AUTOMATISMOS).
- **AR (Acumulación):** Su funcionamiento es similar al mando BR, pero la operación de cierre y carga de muelles se realiza en una sola maniobra.

21.4.1.1. Motorización

Las celdas motorizadas son aquellas que incluyen el mando del tipo BM. Las que tienen mandos B son motorizables mediante las correspondientes operaciones de cambio o transformación de mandos.

El funcionamiento de una celda motorizada con mando BM es análogo al de una no motorizada, salvo que añade la posibilidad de accionamiento del interruptor/seccionador (pero no del seccionador de puesta a tierra) desde un cuadro de control o por telemando

Telemando y automatismos

La realización de automatismos y el empleo de técnicas de telemando requiere que las celdas puedan operarse a distancia lo cual sólo es factible con celdas dotadas del mando BM. También se necesita un sistema controlador de celdas capaz de comunicarse con un centro remoto mediante modem o cualquier otro tipo de línea de comunicaciones.

Fusibles de las celdas de protección

La utilización de fusibles puede responder a dos sistemas:

a) Fusibles asociados: En caso de fusión de uno de los fusibles, no se abre el interruptor de la celda, por lo que el transformador queda alimentado a dos fases.
b) Fusibles combinados: cuando cualquiera de los fusibles se funde, el interruptor se abre, evitando que el transformador quede alimentado sólo a dos fases.

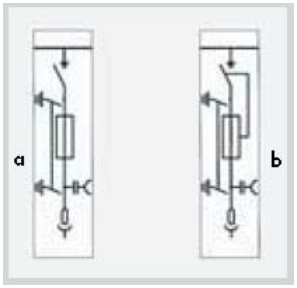


Figura 37 Fusibles asociados y fusibles combinados

En nuestro sistema CGC dispondremos de fusibles combinados.

En las celdas los fusibles se montan sobre unos carros que se introducen en los tubos portafusibles de resina aislante.

Los tres tubos, inmersos en SF_6, son perfectamente estancos respecto del gas, y cuando están cerrados, lo son también respecto del exterior, garantizando la insensibilidad a la polución externa y a las inundaciones. Esto se consigue mediante un sistema de cierre rápido con membrana. Esta membrana también cumple otra misión: el accionamiento del interruptor para su apertura, que puede tener origen en:

- La acción del percutor de un fusible cuando éste se funde.
- La sobrepresión interna del portafusibles por calentamiento excesivo del fusible.

Figura 38 Fusibles en celda y carros portafusibles

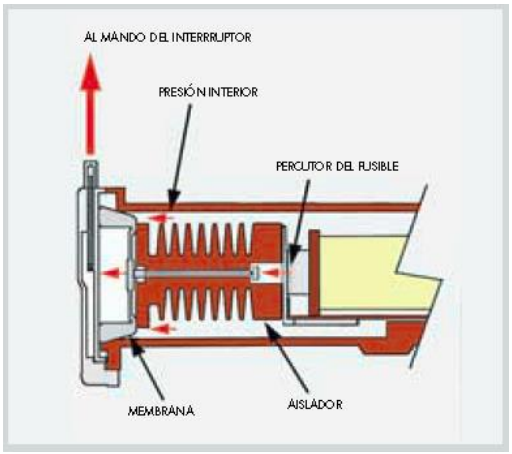


Figura 39 Esquema fusibles

Para la protección contra sobreintensidades o fugas a tierra la celda incorpora el sistema autónomo de protección RPTA (relés de protección). Es posible disponer de una protección contra calentamiento del transformador empleando un termostato situado en el mismo incluyendo una bobina de disparo o utilizando la unidad de disparo del RPTA.

El RPTA es un sistema autónomo de protección desarrollado específicamente para su aplicación a la posición de protección con fusibles de los sistemas CGM y CGC. Las funciones que realiza son:

- Contra sobreintensidades

- Contra fugas a tierra
- Contra sobrecalentamientos(disparo externo por termostato)

El tarado de estas protecciones por medio de los diales en la carátula del relé es muy sencillo y rápido.

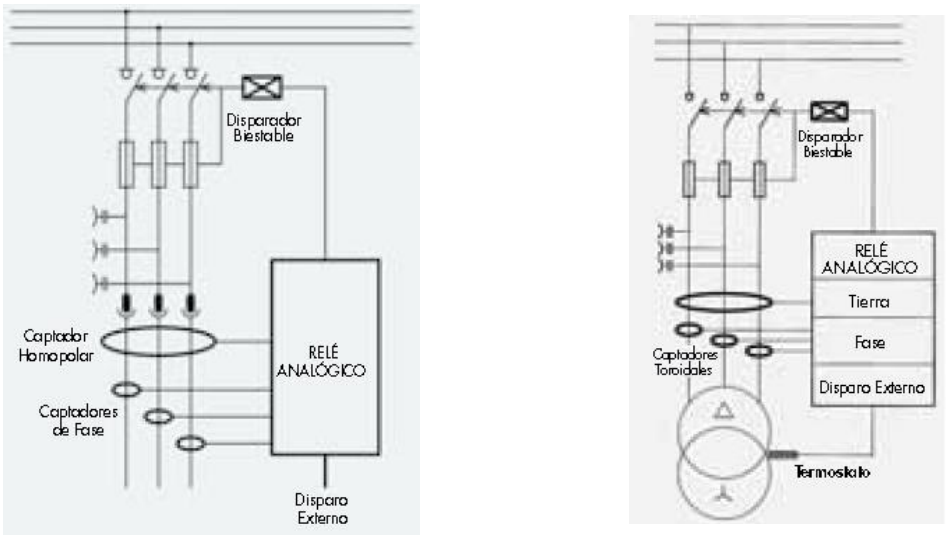


Figura 40 Protección con RPTA sin termostato y con termostato

En el esquema RPTA se diferencian tres elementos:

- Captadores toroidales: Son tres toros que rodean respectivamente a cada uno de los cables del sistema eléctrico su misión es alimentar al relé, y a la vez, darle indicación de la corriente que circula por cada una de esas fases. Si se requiere protección contra fugas a tierra, es necesario incluir un cuarto toro rodeando las tres fases.

Figura 41 Captadores toroidales

- Disparador biestable: Se emplea un disparador electromecánico que con un pequeño impulso de tensión desencadena la apertura del interruptor.
- Relé analógico: En este relé de bajo consumo se pueden distinguir las siguientes partes:
  1. Visualización: Testigos luminosos para indicar la causa de la apertura del interruptor o para señalizar la existencia de alimentación auxiliar (A). Las

teclas Visualizar (B) y Reset (C) permiten mostrar y borrar la causa del disparo.

2. Tarado de la protección de sobreintensidad: La intensidad de regulación se fija mediante los diales In (D) e I> €.
3. Tarado de la protección contra fugas a tierra: Mediante el dial Io (F) se fija la intensidad homopolar umbral, y con el dial T (G) se especifica el tiempo de actuación.

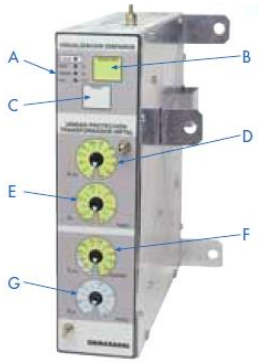


Figura 42 Relé Analógico

Conexión de cables

La conexión de cables se realiza por la parte frontal, mediante unos pasatapas estándar. Las uniones de estos cables con los pasatapas correspondientes deben ejecutarse con terminales enchufables de conexión sencilla (enchufables) o reforzada (atornillables), apantallados o no apantallados.

Figura 43 Conexión frontal celda de protección

Enclavamientos

Los enclavamientos incluidos en todas las celdas CGC pretenden que:

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

Facilidad de operación

En la parte frontal superior de cada celda se dispone de un esquema sinóptico del circuito principal, que contiene los ejes de accionamiento del interruptor y seccionador de puesta a tierra. Se incluye también en ese esquema la señalización de posición del interruptor, que está ligada directamente al eje del mismo sin mecanismos intermedios, lo que asegura la máxima fiabilidad.

Figura 44 Operación celda de línea y de protección

Siendo:

A	Cierre y apertura del seccionador/seccionador de puesta a tierra.
B	Cierre y apertura del interruptor (mandos B y BM).
C	Señalización de posición del seccionador/interruptor.
D	Apertura del interruptor.
E	Señalización de la fusión de fusibles.

21.5. Características constructivas del sistema compacto CGC-24kV

21.5.1. Características de la aparamenta de MT

Tensión asignada

La tensión asignada indica el límite superior de la tensión más elevada de la red para la cual está prevista dicha aparamenta. Este valor no tiene en cuenta las variaciones transitorias debidas, por ejemplo, a maniobras en la red, ni a las variaciones por condiciones anormales, como fallos y averías.

Nivel de aislamiento asignado

El nivel de asilamiento asignado de un aparato de conexión se elegirá de entre los valores indicados en la Tabla 35, correspondientes a las condiciones atmosféricas normales de referencia (temperatura, presión, humedad) dependiendo de las tensiones asignadas. Para tensiones asignadas hasta 24kV, como es nuestro caso, la elección entre las cuatro opciones de cada tensión deberá hacerse considerando el grado de exposición a las sobretensiones del rayo y de la maniobra, el tipo de puesta a tierra del neutro de la red, y en su caso, el tipo de protección contra sobretensiones.

Frecuencia asignada

El valor normal de la frecuencia asignada a los aparatos de conexión tripolares es de 50 Hz.

Intensidad asignada en servicio continúo

La intensidad asignada en servicio continuo de un aparato de conexión es el valor eficaz de la corriente que es capaz de soportar indefinidamente en las condiciones prescritas de empleo y funcionamiento.

El Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación establece un valor mínimo de intensidad de servicio continuo para la aparamenta de 200 A.

Intensidad admisible asignada en corta duración

Es el valor eficaz de la corriente que puede soportar un aparato mecánico de conexión en posición de cierre durante un corto período de tiempo especificado (cortocircuito), y en las condiciones prescritas de empleo y funcionamiento.

Valor de cresta de la intensidad admisible asignada

Es el valor de pico de la primera oscilación de la primera amplitud de la corriente de corta duración admisible que un aparato mecánico de conexión puede soportar en las condiciones prescritas de empleo y funcionamiento.

El valor normal de cresta de la intensidad admisible es igual a 2,5 veces el valor de la intensidad de corta duración admisible en equipos de Alta Tensión, como menciona la norma UNE 60071.

Duración de cortocircuito asignado

Es el intervalo de tiempo durante el cual, un aparato mecánico de conexión, en posición de cierre, puede soportar la intensidad asignada de corta duración admisible.

El valor normal de la duración de cortocircuito asignada es de 1 segundo. Si es necesario un valor superior a 1 segundo, se recomienda el valor de 3 segundos.

Poder de corte asignado

El poder de corte es la aptitud que posee un aparato de maniobra de circuitos para interrumpir la corriente. Tanto para las corrientes normales de operación del circuito (interruptores), como para las corrientes de cortocircuitos (interruptores automáticos).

El poder de corte se expresa en valor eficaz.

Poder de cierre asignado

El poder de cierre de un aparato de maniobra es la capacidad que tiene el aparato para establecer la corriente sin destrucción. Para las corrientes normales de operación del circuito (interruptores), el poder de cierre se expresa en valor eficaz. Para las corrientes de cortocircuito (interruptores, interruptores automáticos y seccionadores de puesta a tierra) el poder de cierre se corresponde con el valor de cresta de la corriente asignada en cortocircuito.

Características eléctricas	**CGC-24**
Tensión asignada (kV)	24
Intensidad asignada (A)	400/630
Intensidad asignada en la derivación (A) (posición de fusibles)	200
Intensidad de corta duración (1 ó 3 s) (kA)	16/20
Nivel de aislamiento:	
• Frecuencia industrial (1min)	
– a tierra y entre fases (kV)	50
– a la distancia de seccionamiento (kV)	60
• Impulso tipo rayo	
– a tierra y entre fases (kV) cresta	125
– a la distancia de seccionamiento (kV) cresta	145
Capacidad de cierre (kA) cresta (posiciones de línea)	40/50
Capacidad de cierre (kA) cresta (posición de fusibles)	2,5
Capacidad de corte	
– Corriente principalmente activa (A)	400/630
– Corriente capacitiva (A)	31,5
– Corriente inductiva (A)	16
– Falta a tierra I_{CE} (A)	63
– Falta a tierra $\sqrt{3}\ I_{CL}$ (A)	31,5
Capacidad de ruptura de la combinación interruptor-fusibles (kA)	20
Corriente de transferencia (UNE-EN 60420) (A)	600

Tabla 22 Características eléctricas Sistema CGC

Características físicas	CGC
Ancho (mm)	1220
Alto (mm)	1800(1)
Fondo (mm)	850
Peso (kg)	405(2)

Tabla 23 Características físicas sistema CGC

(1) Las celdas incorporan un bastidor que permite la conexión sin necesidad de foso para cables. Opcionalmente se pueden suministrar las celdas con un bastidor más bajo.
(2) Por cada mando motorizado añadir 5 kg. Para celdas con relé RPTA añadir 15 kg.

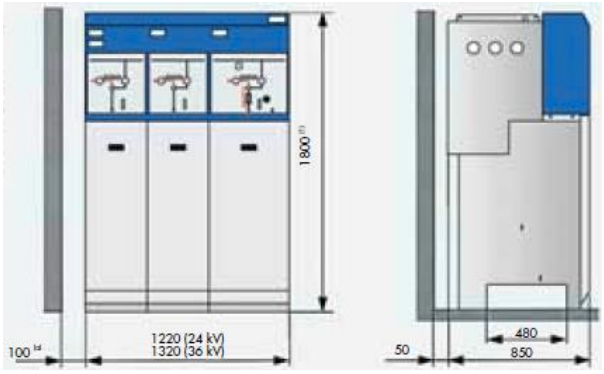


Figura 45 Cotas sistema CGC

Figura 46 Sistema CGC

Interconexiones de media tensión

Se realizarán con conductores unipolares de AL 12/20 KV y 240 mm^2 de sección, discurriendo por las canalizaciones previstas para tal fin en el subsuelo de la prefabricado.

21.5.2. Características de la aparamenta de BT

El cuadro de Baja Tensión (CBT), es un conjunto de aparamenta de BT cuya función es la de recibir el circuito principal de BT procedente del transformador de MT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales. Esta aparamenta la constituirá un cuadro con un embarrado general e interruptores

automáticos que hará las funciones de cuadro de protección general de la instalación eléctrica de potencia de Baja Tensión.

En este caso se instalará un CBTO (cuadro de baja tensión optimizado) de Ormazabal tipo CBTO-K de hasta cinco salidas cuyas características eléctricas y físicas se muestran en las tablas siguientes.

Tensión asignada	440 V
Intensidad asignada	1600 A
Tensión soportada a frecuencia industrial	2,5 kV (partes activas) 10 kV (partes activas-masa)
Tensión soportada a impulso tipo rayo	20 kV
Intensidad de cortocircuito	25 kA / 1s
Grado de protección	IP 2X, IK 08

Tabla 24 Características Técnicas

Dimensiones(mm)	CBTO-K
Ancho	600
Alto	1100
Fondo	300

Tabla 25 Características físicas

Figura 47 Cuadro de baja tensión

Interconexiones de baja tensión

Desde la salida de B.T, del transformador hasta el cuadro de protección correspondiente de B.T, se instalarán conductores unipolares de aluminio tipo 0,6/1 KV de 240 mm^2 de sección por fase con la siguiente composición:

$$\mathbf{3 \times (1 \times 240) + 1 \times (1 \times 240)]\ mm^2}$$

21.6. Transformador

El transformador de potencia es el elemento más importante en un centro de transformación, ya que es la máquina que me permite realizar la transformación de un sistema de corriente alterna con unas condiciones de intensidad y tensión, en otro de similares características, pero con la tensión e intensidad deseadas.

21.6.1. Características de los transformadores de potencia

En un transformador de potencia se distinguen dos partes constructivas fundamentales:

- El circuito magnético; núcleo de chapa magnética, de grado orientado, laminado en frío, con un porcentaje de silicio del 3% al 5% y un grosor de 0,35mm y fuertemente apretadas.
- Los devanados; de hilos o platinas de cobre o aluminio aislado, enrollados formando bobinas, de láminas o bandas de aluminio enrollados conjuntamente con otras laminas aisladas por el devanado de baja tensión.

Como consecuencia del aislamiento entre devanados de alta y baja, los transformadores pueden ser secos o por baño de aceite.

21.6.2. Transformadores en baño de aceite.

Los transformadores en baño de aceite tienen como detalles significativos:

- Un depósito que contiene el núcleo, con los bobinados y el aceite.
- Una tapa de cerramiento del depósito, con los bornes de salida primario y secundario.

Los transformadores en baño de aceite pueden ser llenados totales o integrales y transformadores respiradores.

En los de llenado total la dilatación del aceite por incremento de temperatura, se compensa por la deformación elástica de las aletas de refrigeración del depósito.

Este tipo de tecnología permite muchas ventajas.

- No tienen ningún contacto entre el aceite y el aire ambiente, por lo tanto se consigue una buena conservación del dieléctrico evitando su oxidación.
- Solución más económica.
- Dimensiones reducidas.
- Conexionados fáciles para la falta del depósito conservando el aceite que tienen los respiraderos.

En los transformadores respiradores, para reducir la superficie de contacto entre el aceite y el aire se dispone sobre la tapa un depósito cilíndrico fijada a dicha tapa, el volumen del cual se ajusta a las variaciones de nivel de aceite, con o sin secador de aceite, en la boca de entrada y salida de aire, secador que tiene que ser renovado periódicamente.

Ventajas frente a los transformadores secos:

- Menor coste unitario. En la actualidad su precio es del orden de la mitad que el de uno seco de la misma potencia y tensión.
- Menor nivel de ruido.

- Menores pérdidas de vacío.
- Mejor control de funcionamiento.
- Pueden instalarse a la intemperie.
- Buen funcionamiento en atmósferas contaminadas.
- Mayor resistencia a las sobretensiones, y a las sobrecargas prolongadas.
- Los transformadores en baño de aceite se construyen para todas las potenciasy tensiones, pero para potencias y/o tensiones superiores a los de distribución
- MT/BT para CT, siguen siendo con depósito conservador.

Desventajas frente a los transformadores secos:

La principal desventaja, es la relativamente baja temperatura de inflamación del aceite, y por tanto el riesgo de incendio con desprendimiento elevado de humos. Según la norma UNE, el valor mínimo admisible de la temperatura de inflamación del aceite para transformadores, es de 140 ºC.

Por este motivo (también por razones medioambientales), debajo de cada transformador, debe disponerse un pozo o depósito colector, de capacidad suficiente para la totalidad del aceite del transformador, a fin de que, en caso de fuga de aceite, por ejemplo, por fisuras o rotura en la caja del transformador, el aceite se colecte y se recoja en dicho depósito.

En la embocadura de este depósito colector acostumbra a situarse un dispositivo

apagallamas para el caso de aceite inflamado, que consiste en unas rejillas metálicas cortafuegos, las cuales producen la autoextinción del aceite, al pasar por las mismas, o, como mínimo, impiden que la llama llegue a la caja del transformador y le afecte (efecto cortafuegos).

En muchas ocasiones, estas rejillas metálicas «cortafuegos» o «apagallamas» se colector. Actúan pues como apagallamas o cortafuegos en forma similar a las mencionadas rejillas metálicas.

Este depósito colector representa un incremento significativo en el coste de la obra civil del CT, y en ocasiones, cuando la haya, una cierta invalidación de la planta inferior a la del CT.

El riesgo de incendio obliga también a que las paredes y techo de la obra civil del CT sean resistentes al fuego.

Debe efectuarse un control del aceite, pues está sujeto a un inevitable proceso de envejecimiento que se acelera con el incremento de la temperatura.

Asimismo, aunque se trate de transformadores herméticos, sin contacto con el aire, puede producirse un incremento en su contenido de humedad, debido al envejecimiento del aislamiento de los arrollamientos, ya que la degeneración de la celulosa, desprende agua que va al aceite.

En efecto, en los transformadores en baño de aceite, los aislantes de los arrollamientos acostumbran a ser de sustancias orgánicas tales como algodón, seda, papel y análogos, que en la clasificación de los aislantes para transformadores figuran comprendidos en la «clase A».

Esto obliga a una labor de mantenimiento con controles periódicos del aceite, como mínimo de su rigidez dieléctrica, pues ésta disminuye mucho con el contenido de agua (humedad), y de su acidez (índice de neutralización), ya que los ácidos orgánicos, que por oxidación aparecen en el aceite, favorecen activamente el deterioro de los aislantes sólidos de los arrollamientos.

21.6.3. Transformadores de aislamiento seco

En ellos, sus arrollamientos están encapsulados dentro de resina del tipo termoendurecible (resina epoxy) mezclada con una llamada «carga activa» pulverulenta formada básicamente de sílice y alúmina hidratada y con aditivos endurecedor y flexibilizador

Este tipo es más utilizado en los CT de abonado que en los CT de red pública.

Ventajas frente a los transformadores en baño de aceite:

- Menor coste de instalación al no necesitar el depósito colector en la obra civil, antes mencionado.
- Mucho menor riesgo de incendio. Es su principal ventaja frente a los transformadores en baño de aceite. Los materiales empleados en su construcción (resina epoxy, polvo de sílice y de alúmina) son autoextinguibles, y no producen gases tóxicos o venenosos. Se descomponen a partir de 300ºC y los humos que producen son muy tenues y no corrosivos.
- En caso de fuego externo (en el entorno), cuando la resina alcanza los 350ºC arde con llama muy débil y al cesar el foco de calor se autoextingue aproximadamente a los 12 segundos.

Puede decirse que este menor riesgo de incendio fue la principal razón y objetivo que motivó su desarrollo.

Desventajas frente a los transformadores en aceite:

- Mayor coste, en la actualidad del orden del doble,
- Mayor nivel de ruido,
- Menor resistencia a las sobretensiones,
- Mayores pérdidas en vacío,
- No son adecuados para instalación en intemperie, ni para ambientes contaminados. En la actualidad, disponibles sólo hasta 36 kV y hasta 15MVA.

Estando el transformador seco en tensión, no deben tocarse sus superficies exteriores de resina que encapsulan los arrollamientos de Media Tensión. En este

aspecto, presentan menos seguridad frente a contactos indirectos que los transformadores en aceite dentro de caja metálica conectada a tierra.

Figura 48 Transformador en aceite y seco

21.7. Elección de los transformadores MT/BT

Para determinar la potencia del Centro de Transformación, que hará la transformación de los 15kV de la línea de media tensión a 400V que es la tensión a la cual alimentaremos la instalación, se tienen que tener en cuenta la potencia de cálculo obtenida en el anexo de cálculos, usando los factores de simultaneidad correspondientes. La utilización de estos factores hace que el estudio sea más preciso y a su vez hará que no sobredimensionemos la instalación, ya que no todos los receptores van a funcionar al mismo tiempo ni tampoco lo harán siempre a su régimen nominal.

Potencia de cálculo: 172.770,14 W

Considerando un factor de potencia cosφ=0,8

Transformador 250 kVA

P= S cosφ = 250 x 0,8 = 200 kW

Con un transformador de 250 kVA podemos dar suministro al edificio.

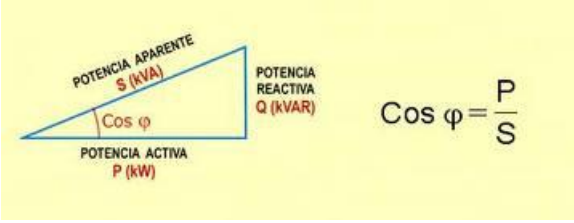


Figura 49 Triángulo de potencias

Se escogerá un transformador reductor trifásico de 250 kVA con un nivel de aislamiento de 24 kV sumergido en dieléctrico líquido de la marca Cotradis, con neutro accesible en el secundario, refrigeración natural aceite ONAN y cuyas características más importantes se muestran a continuación.

Tensión Asignada		Primaria	Tensión más elevada para el material 24 kV
		Secundaria en vacío	420 V entre fases en vacío
Regulación sin tensión		±2,5 ±5% ó +2,5 +5 +7,5 +10%	
Grupo de conexión		Dyn 11	
Pérdidas en vacío (W)		650	
Pérdidas en carga (W)		3250	
Impedancia de cortocircuito % a 75 °C		4	
Intensidad de vacío al 100% de Vn		2	
Nivel de potencia acústica		62	
Caída de tensión a plena carga %		cosφ = 1	1,4
		cosφ = 0,8	3,3
Rendimiento (%)	Carga 100%	cosφ = 1	98,5
		cosφ = 0,8	98,1
	Carga 75%	cosφ = 1	98,7
		cosφ = 0,8	98,4

Tabla 26 Características eléctricas

Longitud(mm)	1120
Anchura(mm)	880
Altura hasta la tapa(mm)	820
Altura hasta pasatapas MT(mm)	1205
Altura hasta pasatapas BT(mm)	996
Diámetro ruedas(mm)	125
Volumen de aceite (Litros)	240
Peso total (Kg)	980

Tabla 27 Características físicas

Figura 50 Transformador 250 kVA

21.8. Protecciones

Dentro de las protecciones del transformador se deben distinguir entre aquellas que lo protegen frente a faltas de origen interno, como los contactos entre los arrollamientos, o entre estos y la masa, el descenso del nivel de aceite en la cuba, etc, y las protecciones que lo protegen frente a causas de origen externo que pueden ocasionar sobrecargas, cortocircuitos y sobretensiones.

21.8.1. Protección contra defectos internos

La protección contra los defectos internos se lleva a cabo mediante un bloque de protección incorporado de serie en el transformador, el cual nos permite ver distintos parámetros internos del transformador, como el nivel de aceite de refrigeración, la temperatura interior, etc.

21.8.2. Protección contra defectos externos

Las protecciones contra los defectos externos las vamos a subdividir en:

- Protección contra sobrecargas y cortocircuitos

El mayor valor de sobrecarga se produce cuando existe un cortocircuito en la salida del secundario del transformador. Para la protección contra sobrecargas se utilizan los siguientes dispositivos:

  - Termómetros y termostatos: La protección frente a sobrecargas se basa en la detección de un calentamiento anormal del aparato, y cuando se detecte la temperatura prefijada, enviará orden de disparo al seccionador en carga de M.T.
  - Cartuchos fusibles. del tipo gTr que protegen al transformador ante sobre cargas y cortacircuitos sin limitar su capacidad de carga. Protegen al transformador contra las sobrecargas fuertes y los cortocircuitos por la fusión de un elemento, cuando la corriente sobrepasa durante un cierto tiempo un valor determinado.
  - Seccionadores. Son los aparatos de maniobra utilizados para aislar los distintos elementos del centro de transformación. Solo se puede maniobrar en vacío, ya que el arco que se produciría en carga puede dar lugar a cortocircuitos y a la destrucción de las cuchillas de contacto. Los seccionadores también se emplean para poner a tierra las líneas cuando se deban revisar, y para dividir las barras activas de una línea.

- Protección contra sobretensiones

Hay tres causas que pueden originar sobretensiones:

  - Sobretensiones frecuencia industrial, debidas a variaciones bruscas de carga.
  - Sobretensiones de maniobra, debidas a conexiones y desconexiones bruscas.

– Sobretensiones atmosféricas, debidas a la caída de un rayo en un conductor o sus proximidades, o a la propia carga de la atmósfera.

Dentro de las protecciones contra sobretensiones, cabe distinguir entre protecciones internas y externas del transformador.

Protecciones internas del transformador:

Limitador de sobretensión. Se trata de una protección conectada en el lado de baja tensión, que deriva a tierra las tensiones peligrosas del secundario por fallos de asilamiento entre el devanado primario y secundario, del tipo ZnO.

Protección externa del transformador:

Autoválvulas. Las autoválvulas se conectan entre los conductores de la línea y tierra, protegiendo al Centro de Transformación frente a sobretensiones de origen atmosférico. Cuando la tensión es la nominal, la autoválvula es un circuito abierto, pero cuando la tensión es muy elevada, se hace conductora, permitiendo el paso de la corriente a través de ella a tierra e impidiendo así la llegada de la sobretensión al Centro de Transformación. En este caso, por tratarse de un Centro de Transformación en el que tanto la línea de entrada como la de salida son de tipo subterráneo, no necesitamos proteger el transformador con autoválvulas, ya que no aparecerán sobretensiones de origen atmosférico.

Protecciones de cuba. Su misión es controlar las corrientes de fuga a tierra originadas por una sobretensión. Consiste en aislar la cuba del transformador de tierra, conectándola luego a una toma de tierra mediante un conductor que pasa por un anillo toroidal magnético. Sobre el anillo toroidal se arrolla una bobina que conecta con un relé, el cual acciona el interruptor de conexión del transformador.

21.8.3. Selección de las Protecciones de Alta Tensión

Los transformadores están protegidos tanto en el lado de Alta Tensión como en el de Baja. En alta tensión, la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en Baja Tensión, la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

La protección en el primario del transformador se realiza utilizando una celda de protección con fusibles del tipo gTr, siendo estos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos. Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida, ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuitos por toda la instalación.

Los fusibles permiten el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida en esa aplicación. Además, no deben producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal, y de una duración intermedia. Tampoco deben disparar cuando se produzcan corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1

segundos, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

No obstante, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo una protección térmica del transformador.

Para seleccionar los fusibles se han tenido en cuenta los siguientes parámetros:

- Tensión nominal. Es la tensión entre fases, en kV, más elevada de la red en la que se prevé que va a ser instalado el fusible. Los fusibles utilizados se han dimensionado para soportar una tensión nominal de 24kV, si bien la tensión de servicio de la red de media tensión proyectada es de 15 kV.
- Intensidad Nominal. Es el valor de la intensidad que el fusible puede soportar permanentemente sin calentamiento anormal.
- Intensidad Mínima de corte. Es el valor mínimo de intensidad presunta que provoca la fusión y el corte del fusible. Para los fusibles limitadores de media tensión, esos valores están comprendidos entre 3 y 5 veces el valor de su intensidad nominal.
- Intensidad máxima de corte asignada. Es la intensidad presunta de defecto máxima que el fusible pueda interrumpir. Es imprescindible asegurarse de que el valor de intensidad de cortocircuito de la red no sea más elevado que la intensidad máxima de corte asignada al fusible.

Un transformador impone principalmente tres esfuerzos a un fusible. Por eso, los fusibles deben de ser capaces de cumplir tres condiciones:

1. Arranque del transformador. Los fusibles deben resistir, sin fundirse, la intensidad de cresta del arranque de conexión del transformador. Para ellos, la intensidad de fusión del fusible a 0,1 segundos, debe ser más elevada que 12 veces la intensidad nominal del transformador.
2. Corriente de cortocircuito. El fusible asignado a la protección de un transformador debe evitar, cortando antes, el cortocircuito previsto para este transformador.
   Para ello, el poder de corte del fusible limitador ha de ser mayor que la intensidad generada por un eventual cortocircuito en el secundario del transformador.
3. Servicio continuo. Los fusibles proyectados soportan la intensidad en servicio continuo y las eventuales sobrecargas. La intensidad nominal del fusible tiene que ser superior a 1,4 veces la intensidad nominal del transformador.

Para el transformador de 250kVA, según las recomendaciones del fabricante

(FUSARC de Schneider Electric) y de Unión Fenosa, utilizaremos un fusible de 40 A.

Conocidas las exigencias que deben reunir los fusibles limitadores de media tensión a instalar, se procede a la selección de los mismos entre los disponibles en el mercado.

21.8.4. Selección de las protecciones de Baja Tensión

Cada salida de Baja Tensión cuenta con un fusible, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad nominal a esa salida, y un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito correspondiente.

21.8.5. Puesta a Tierra

La puesta a tierra, tiene un doble objetivo:

- Garantizar la seguridad de las personas en caso de defecto. Para ello se calculan los valores máximos previsibles de las tensiones de paso y contacto en la instalación, comprobándose que son menores que los valores admisibles prescritos por el reglamento.
- Garantizar la integridad de la instalación en caso de defecto. Para ello se calcula el potencial de defecto, que debe ser menor que el potencial más bajo empleado en la instalación, con el fin de que no se produzca alguna avería por sobreintensidades o fallo en los elementos aislantes.

Separación entre las tomas de tierra de las masas de las instalaciones de utilización y de las masas de un centro de transformación

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

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

Puesta a tierra de protección.

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales, de todos los equipos instalados en el Centro de Transformación, se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de Baja Tensión, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, las rejillas de ventilación y puertas metálicas de Centro, etc.

Se realizará con cable de cobre de 50 mm^2 RV 0.6/1 kV con las siguientes características:

- Configuración seleccionada: 5/32 del método de cálculo de tierras UNESA.
- Geometría del sistema: Picas alineadas.
- Distancia entre picas: 3 metros.
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,5 metros.
- Numero de picas: 3 de 14mm de diámetro

- Longitud de las picas: 2 metros.

Puesta a tierra de servicio.

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en Baja Tensión, debido a faltas en la red de Media Tensión, los neutros de cada transformador del sistema de Baja Tensión se conectan a una toma de tierra independiente del sistema de Media Tensión, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado 0,6/1 kV de 50 mm2 de Cu, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo, contra daños mecánicos. Será de las mismas características que las citadas anteriormente:

- Configuración seleccionada: 5/22 del método de cálculo de tierras UNESA.
- Geometría del sistema: Picas alineadas.
- Distancia entre picas: 3 metros.
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,5 metros.
- Numero de picas: 2 de 14mm de diámetro
- Longitud de las picas: 2 metros.

22. RED DE DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN

22.1. Características Generales

Las actividades proyectadas consisten en el tendido de la red subterránea de Baja Tensión, desde EL CBTO (cuadro de Baja Tensión tipo interior para Centro de Transformación) hasta las acometidas de Baja Tensión del edificio a alimentar.

La clase de energía será:

Corriente: ..... alterna trifásica +neutro
Tensión nominal: 230/400V
Frecuencia nominal: ..... 50 Hz
Sistema de puesta a tierra: ..... Neutro unido a tierra
Aislamiento de los cables: 0,6/1kV
Factor de potencia *Cosφ*: 0,90

22.2. Trazado de las líneas subterráneas de baja tensión

La red de distribución estará compuesta por dos líneas, que partirán desde el Centro de Transformación de Interior de Compañía de 250 KVA situado en el edificio de la C/ Fernando de Rojas Nº2. A partir de este punto se les dará continuidad para dar suministro como puede apreciarse en el plano 10 Red de Baja Tensión.

22.2.1. Características generales de la Línea 1:

Línea *BTV-1 concentración Nº1 (11 viviendas)*:

- Potencia total: ..... 82.110 W
- Intensidad máxima: ..... 139,43 A
- Longitud del tramo: ..... 45 m
- Conductor: ..... RV 0,6/1 KV 3x(1x150mm^2)+1x(1x150mm^2) AL
- Enterrado bajo tubo doble pared Ø160.

22.2.2. Características generales de la Línea 2:

Línea BTV-2 concentración Nº2 *(6 viviendas, garaje y Servicios Comunes)*:

- Potencia total: ..... 90.660,14 W
- Intensidad máxima: ..... 153,95 A
- Longitud del tramo: ..... 45 m
- Conductor: ..... RV 0,6/1 KV 3x(1x150mm^2)+1x(1x150mm^2) AL
- Enterrado bajo tubo doble pared Ø160.

Todos los elementos constructivos se ajustan al Proyecto tipo de Líneas Subterráneas de Baja Tensión de la compañía suministradora UNION FENOSA.

22.3. Conductores

Los conductores que se emplearán serán de aluminio, compactos de sección circular de varios alambres cableados, escogidos de los contemplados en la Norma UNE 211603-5N1.

Las características principales de los conductores se indican en la tabla siguiente:

		XZ 0,6/1 kV
CARACTERÍSTICAS		1x150 AL
Sección transversal mm^2		150
Ø exterior aproximado mm		21,80
Ø Cuerda mm	Mínimo	13,9
	Máximo	15
Nº mín. alambres del conductor		15
Intens. Admisible enterrada aprox. a 25°C		330
Intens. Admisible al aire a 40°C		300
Intens. Admisible cc 0,5 seg. kA		19,80
Resistencia máx. conduct. a 20 °C Ohm/km		0,206
Caída tensión cosφ=0,8 V/Axkm		0,45
Peso aprox. kg/km		646
Espesor nominal aislamiento mm		1,4
Espesor nominal cubierta mm		1,6

Tabla 28 Características de los conductores

Los conductores que se utilizan en la distribución de baja tensión, serán unipolares de aluminio tipo RV 0,6/1 KV, siendo sus secciones de 150 mm^2 para los conductores de fase, y de 150 mm^2 para el neutro, estando instalados subterráneamente bajo tubo, discurriendo por las aceras y cruzando por los lugares reflejados en los planos.

Los conductores estarán debidamente protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalen y tendrán resistencia mecánica suficiente para soportar los esfuerzos a que puedan estar sometidos.

Las secciones utilizadas se justifican en el anexo de cálculos.

22.4. Cables entubados en zanjas

El cable irá alojado en tubos de plástico de color rojo de 6 metros de longitud y 160 mm de diámetro, siendo la relación entre el diámetro interior del tubo y el diámetro aparente del circuito superior a 2.

Dichos tubos irán siempre acompañados de uno o dos tubos de plástico verde de 125 mm de diámetro, en los que se dejará una guía para la posterior canalización de los cables de telecomunicación y/o fibra óptica.

Los tubos irán alojados en zanjas de 80 cm de profundidad y una anchura de 50 cm, de forma que en todo momento la profundidad mínima de la línea más próxima a la superficie del suelo sea de 60.

Los tubos se situarán sobre un lecho de arena de 5 cm de espesor. A continuación se realizará el compactado mecánico, empleándose el tipo de tierra y las tongadas adecuadas para conseguir un próctor del 95%, teniendo en cuenta que los tubos de comunicaciones irán situados por encima de los de energía.

A unos 10 cm del pavimento, como mínimo y a 30 cm como máximo, quedando como mínimo a 25 cm por encima de los cables, se situará la cinta de señalización de acuerdo con la Norma UNE 48103.

22.5. Protección de sobreintensidad

Con carácter general, los conductores estarán protegidos por los fusibles o interruptores automáticos existentes en la cabecera de la línea principal, que avance del Centro de Transformación. Según proyecto tipo de Unión Fenosa se dispondrá de fusibles clase gl según norma UNE 21.103 de 315 A, que para una sección de 150 mm permite una longitud de la línea de hasta 82 m.

22.6. Puesta a tierra

El conductor neutro de las líneas subterráneas de distribución pública, se conectará a tierra tal y como se vio en el apartado 21.9.5.

ANEXO DE CÁLCULOS

Para la determinación de la instalación eléctrica a implantar en el edificio, se parte de las demandas de potencia que éste precisa. A partir del análisis de la instalación que conformará el edificio, se precisa la potencia necesaria para cada vivienda, garaje y servicios comunes, a partir de la cual se calcularán, intensidades y caídas de tensión con las que poder comprobar si, las secciones y el calibre de las protecciones, se ajustan a las especificaciones del reglamento.

1. Demanda de potencia y datos de partida

A partir de las siguientes demandas de potencia, se extraen las potencias que intervendrán en el dimensionado de la instalación. Para el cálculo de estas potencias se han tenido en cuenta los factores de simultaneidad que se especifican en la ITC-BT-10, por ello ésta será conocida como la potencia de cálculo.

Como se vio en la memoria al superar el edificio los 150 kW, habrá que hacer el suministro con dos líneas generales de alimentación que lleguen a la centralización, a su correspondiente concentración de contadores; por lo que el cálculo se hará por separado.

- La potencia para la **concentración Nº1** será de:

$$9.660 \times 8{,}5 = 82.110\text{W}$$

- La potencia para la **concentración Nº2** será de:

$$(9.528{,}57 \times 6{,}2) + 22.527 + 9.056 = 90.660{,}14\text{W}$$

2. Secciones de los conductores

El cálculo de las secciones se realiza con la comprobación de los criterios de densidad de corriente y de caída de tensión.

2.1. Criterio de la intensidad máxima admisible o de calentamiento

La temperatura del conductor del cable, trabajando a plena carga y en régimen permanente, no deberá superar en ningún momento la temperatura máxima admisible asignada de los materiales que se utilizan para el aislamiento del cable. Esta temperatura será de 70°C para cables con aislamiento termoplástico y de 90°C para cables con aislamiento termoestable.

La intensidad que circula por la línea o circuito no debe superar el valor de intensidad máxima admisible del conductor, indicadas en la tabla 1 de la ITC-BT-19. Se utilizarán las siguientes fórmulas para los cálculos:

Para sistemas trifásicos: Para sistemas monofásicos:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}\, U \cos\varphi} \quad (2.1.a) \qquad I = \frac{P}{U \cos\varphi} \quad (2.1.b)$$

Donde:

P	potencia en Vatios.
U	tensión de servicio en Voltios.
Cos φ	coseno del ángulo correspondiente al factor de potencia.
I	intensidad en Amperios.

2.2. Criterio de la caída de tensión

La circulación de la corriente a través de los conductores ocasiona una pérdida de potencia transportada por el cable, y una caída de tensión o diferencia entre las tensiones en el origen y extremo de la canalización. Esta caída de tensión debe ser inferior a los límites marcados por el Reglamento en cada parte de la instalación. Este criterio suele ser determinante cuando las líneas son de larga longitud por ejemplo en derivaciones individuales que alimenten a los últimos pisos en un edificio de cierta altura.

La expresión que se utiliza para el cálculo de la caída de tensión que se produce en una línea se obtiene considerando el circuito equivalente de una línea corta (inferior a 50 km) junto con su diagrama vectorial.

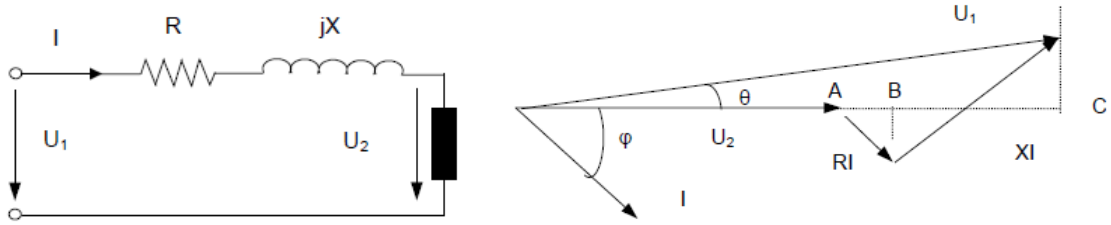


Figura 51 Circuito equivalente de una línea corta y su diagrama vectorial

Debido al pequeño valor del ángulo θ, entre las tensiones en el origen y extremo de la línea, se puede asumir sin cometer prácticamente ningún error, que el vector U_1 es igual a su proyección horizontal, siendo por tanto el valor de la caída de tensión:

$$\Delta U = U_1 - U_2 \cong AB + BC = R\, I \cos\varphi + X\, I \operatorname{sen}\varphi$$

Como la potencia transportada por la línea es:

En trifásico

$$P = \sqrt{3} U_1 I \cos\varphi$$

En monofásico

$$P = U_1 I \cos\varphi$$

Basta con sustituir la intensidad calculada en función de la potencia en la fórmula de la caída de tensión y tener en cuenta que en trifásico la caída de tensión de línea será raíz de tres veces la caída de tensión de fase calculada según esta fórmula, y que en monofásico habrá que multiplicarla por un factor de dos para tener en cuenta tanto el conductor de ida como el de retorno.

Caída de tensión en trifásico:

$$\Delta U_{III} = \left(R + X \tan\varphi\right)\left(\frac{P}{U_1}\right)$$

Caída de tensión en monofásico:

$$\Delta U_{I} = 2\left(R + X \tan\varphi\right)\left(\frac{P}{U_1}\right)$$

Donde:

ΔU_{III}	Caída de tensión de línea en trifásico en voltios.
ΔU_{I}	Caída de tensión de línea en monofásico en voltios.
R	Resistencia de la línea en Ω.
X	Reactancia de la línea en Ω.
P	Potencia en vatios transportada por la línea.
U_1	Tensión de la línea según sea trifásica o monofásica, (400V en trifásico, 230V en monofásico).
Tan φ	Tangente del ángulo correspondiente al factor de potencia de la carga.

La reactancia, X, de los conductores varía con el diámetro y la separación entre conductores. En el caso de redes de distribución subterráneas, aunque se suelen obtener valores del mismo orden, es posible su cálculo en función de la separación entre conductores, determinando lo que se conoce como separación media geométrica entre ellos. En ausencia de datos se puede estimar el valor de la reactancia inductiva como 0,1Ω/km, o bien como un incremento adicional de la resistencia. Para secciones menores o iguales de 120 mm^2, como es lo habitual tanto en instalaciones de enlace como en instalaciones interiores, la contribución a la caída de tensión por efecto de la inductancia es despreciable frente al efecto de la resistencia, y por tanto las fórmulas anteriores se pueden simplificar de la siguiente forma:

Caída de tensión en trifásico:

$$\Delta U_{III} = \frac{R\,P}{U_1}$$

Caída de tensión en monofásico:

$$\Delta U_{I} = \frac{2\,R\,P}{U_1}$$

Si tenemos en cuenta que el valor de la resistencia de un cable se calcula como:

$$R = R_{tca} = R_{tcc}(1 + Y_S + Y_P) = c\,R_{tcc}$$

$$R_{tcc} = R_{20cc}[1 + \alpha(\theta - 20)] = \frac{\rho_0 L}{S}$$

$$R_{20cc} = \frac{\rho_{20} L}{S}$$

$$\rho_0 = \rho_{20}[1 + \alpha(\theta - 20)]$$

Donde:

R_{tca}	resistencia del conductor en corriente alterna a la temperatura θ.
R_{tcc}	resistencia del conductor en corriente continua a la temperatura θ.
R_{20cc}	resistencia del conductor en corriente continua a la temperatura de 20°C.
Ys	incremento de la resistencia debido al efecto piel (o efecto skin).
Yp	incremento de la resistencia debido al efecto proximidad.
α	coeficiente de variación de resistencia específica por temperatura del conductor en $°C^{-1}$.
ρ_θ	resistividad del conductor a la temperatura θ.
ρ_{20}	resistividad del conductor a 20 °C.
S	sección del conductor en mm^2.
L	longitud de la línea en m.

El efecto piel y el efecto proximidad son mucho más pronunciados en los conductores de gran sección. Su cálculo riguroso se detalla en la norma UNE 21144. No obstante y de forma aproximada para instalaciones de enlace e instalaciones interiores en baja tensión es factible suponer un incremento de resistencia inferior al 2% en alterna respecto del valor de continua.

$$C = (1 + Y_S + Y_P) \cong 1{,}02$$

Combinando las dos primeras ecuaciones del cálculo de la resistencia se obtiene

$$R = c\,\rho_\theta \frac{L}{S}$$

Sustituyendo este valor de la resistencia en las ecuaciones de caída de tensión se obtiene

Cálculo de la sección en trifásico

$$S = \frac{c\,\rho\,\theta\,P\,L}{\Delta U_{III}\,U_1}$$

Cálculo de la sección en monofásico

$$S = \frac{2\,c\,\rho\,\theta\,P\,L}{\Delta U_{I}\,U_1}$$

Donde:

S	sección calculada según el criterio de la caída de tensión máxima admisible en mm^2.
C	incremento de la resistencia en alterna. (Se puede tomar c=1,02).
ρ_θ	resistividad del conductor a la temperatura de servicio prevista para el conductor ($\Omega\ mm^2/m$)
P	Potencia activa prevista para la línea, en vatios.
L	longitud de la línea en m.
ΔU_{III}	caída de tensión máxima admisible en voltios en líneas trifásicas.
ΔU_I	caída de tensión máxima admisible en voltios en líneas monofásicas.
U_1	tensión nominal de la línea (400V en trifásico, 230V en monofásico).

En la práctica para instalaciones de baja tensión tanto interiores como de enlace es admisible despreciar el efecto piel y el efecto de proximidad, así como trabajar con el inverso de la resistividad que se denomina conductividad ("γ", en unidades $m/\Omega\ mm^2$). Además se suele utilizar la letra "e" para designar a la caída de tensión en voltios, tanto en monofásico como en trifásico, y la letra U para designar la tensión de línea en trifásico (400V) y la tensión de fase en monofásico (230V). Con estas simplificaciones se obtienen las expresiones siguientes para determinar la sección. En conclusión, se utilizarán las siguientes fórmulas:

Para sistemas trifásicos

Sección: $$S = \frac{P\,L}{\gamma\,e\,U} \quad (2.2.c)$$

Caída de tensión: $$e = \frac{P\,L}{\gamma\,S\,U} \quad (2.2.d)$$

Para sistemas monofásicos

Sección: $$S = \frac{2\,P\,L}{\gamma\,e\,U} \quad (2.2.e)$$

Caída de tensión: $$e = \frac{2\,P\,L}{\gamma\,S\,U} \quad (2.2.f)$$

Donde la conductividad se puede tomar de la siguiente tabla

Material	γ_{20}	γ_{70}	γ_{90}
Cobre	56	48	44
Aluminio	35	30	28
Temperatura	20°C	70°C	90°C

Tabla 29 Valores de conductividad según temperatura

2.3. Líneas generales de alimentación

Para el dato de la conductividad del cobre escogeremos el valor más restrictivo que será para el caso de 90°C dado que el cable ira protegido de polietileno reticulado el cual tiene la característica de termoestable. Con lo que utilizaremos una conductividad de 44 m / Ω mm^2.

La caída de tensión máxima será del 0,5% lo que equivale a 2 Voltios de la tensión de línea.

Calcularemos la intensidad que le corresponderá a cada LGA en función de su potencia demandada.

- *LGA1 (dirigida a concentración 1)*

Corriente: Aplicando la ecuación (2.1.a) con un factor de potencia de 0,85 se obtiene una corriente de 139,43 A.

Sección: Aplicando la ecuación (2.2.c) para una longitud de 26 m se obtiene una sección de 60,65 mm^2.

Una vez determinada la sección por caída de tensión, se comprueba que la sección escogida es capaz de soportar la intensidad prevista en servicio permanente, utilizando para ello la tabla de corrientes admisibles de la ITC-BT 19. Se escoge la sección normalizada inmediatamente superior a la calculada → 70 mm^2, que soporta una intensidad de 244 A por lo que no hay problemas con la intensidad calculada. Datos

obtenidos para conductor de cobre electrolítico flexible con aislamiento de Polietileno reticulado (XLPE) que transcurre por bandeja perforada.

Caída de tensión: Aplicando la ecuación (2.2.d) se obtiene una caída de tensión de 1,73 Voltios.

Por tanto **la sección de los conductores de fase para este tramo será de 70 mm^2** con una caída de tensión de 1,73 Voltios.

Según la tabla 1 de la ITC-BT 14 para una sección de conductor de la LGA de 70 mm^2 **la sección del neutro será de 35 mm^2**.

- *LGA2 (dirigida a concentración 2)*

Corriente: Aplicando la ecuación (2.1.a) con un factor de potencia de 0,85 se obtiene una corriente de 153,95 A.

Sección: Aplicando la ecuación (2.2.c) para una longitud de 26 m se obtiene una sección de 66,96 mm^2.

Sección normalizada inmediatamente superior → 70 mm^2

Intensidad admisible → 244 A

Caída de tensión: Aplicando la ecuación (2.2.d) se obtiene una caída de tensión de 1,91 Voltios.

Por tanto **la sección de los conductores de fase para este tramo será de 70 mm^2** con una caída de tensión de 1,91 Voltios.

Según la tabla 1 de la ITC-BT 14 para una sección de conductor de la LGA de 70 mm^2 **la sección del neutro será de 35 mm^2**.

Como se puede observar los resultados obtenidos son similares para ambas LGA dado que el reparto de potencias se ha hecho lo más equitativo posible, por tanto ambas LGA se proyectarán con la misma sección en conductores y neutro como sigue:

- Conductores de cobre unipolares y aislados, siendo su tensión asignada 0,6/1kV, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) distribuidos en bandeja perforada por garaje.
- Formadas por tres conductores de fase de 70 mm^2 con neutro de 35 mm^2.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de las líneas.

Tramo	Tensión	Potencia (W)	Longitud (m)	Intensidad (A)	Sección (mm^2)	Caída de tensión (V)
BTV-Concentración 1	400	82.110	26	139,43	3(1x70)+35	1,73
BTV-Concentración2	400	90.660,14	26	153,95	3(1x70)+35	1,91

Tabla 30 Resumen de resultados

2.4. Derivaciones individuales

La caída de tensión máxima será del 1% lo que equivale a 4 Voltios de la tensión de línea y 2,3 Voltios de la tensión de fase.

Para el caso de las derivaciones individuales de las viviendas se utilizará un cos φ = 1 puesto que se utilizará como intensidad la intensidad máxima que circule por el ICP o IGA. Para el caso de servicios generales, garaje y líneas a cuadros secundarios se usará un cos φ = 0,85.

Los cables utilizados para las derivaciones individuales serán de las mismas características que los de las líneas generales de alimentación por lo que el valor de la conductividad que utilizaremos para estos cálculos será el mismo de 44 m / Ω mm^2.

- Derivaciones individuales de concentración Nº1

Se especificará el cálculo a modo de demostración de la vivienda más alejada para la potencia de 9.200 W y de 11.500 W. La vivienda más alejada será la más problemática con respecto a valores de caída de tensión, motivo por el cual se hacen los cálculos de éstas. Los demás resultados se mostrarán en la tabla 31.

Vivienda de 9.200 W:

Corriente: Aplicando la ecuación (2.1.b) con un factor de potencia de 1 se obtiene una corriente de 40 A.

Sección: Aplicando la ecuación (2.2.e) con una longitud de 36 m se obtiene una sección de 28,46 mm^2.

Sección normalizada inmediatamente superior → 35 mm^2

Intensidad admisible → 144 A

Caída de tensión: Aplicando la ecuación (2.2.f) se obtiene una caída de tensión de 1,87 Voltios.

Datos obtenidos para conductores aislados XLPE en tubos empotrados en obra.

Por tanto **la sección de los conductores de fase y neutro será de 35 mm^2.**

El conductor de protección será de 35 mm^2.

Vivienda de 11.500 W:

Corriente: Aplicando la ecuación (2.1.b) con un factor de potencia de 1 se obtiene una corriente de 50 A.

Sección: Aplicando la ecuación (2.2.e) con una longitud de 30 m se obtiene una sección de 29,64 mm^2.

Sección normalizada inmediatamente superior → 35 mm^2

Intensidad admisible → 144 A

Caída de tensión: Aplicando la ecuación (2.2.f) se obtiene una caída de tensión de 1,95 Voltios.

Datos obtenidos para conductores aislados XLPE en tubos empotrados en obra.

Por tanto **la sección de los conductores de fase y neutro será de 35 mm^2.**

El conductor de protección será de 35 mm^2.

Aunque existe la posibilidad que viviendas más cercanas a la centralización de contadores cumplan con los criterios de caída de tensión con secciones inferiores a las anteriormente calculadas se unificará esta **sección de 35 mm^2 para todas las DI** con el fin de establecer un criterio común y homogeneizar el trabajo evitando posibles conexiones erróneas y fallos en la instalación.

En la siguiente tabla se muestran los cálculos obtenidos para todas las viviendas.

Tramo	Tensión	Potencia (W)	Longitud (m)	Intensidad (A)	Sección (mm^2)	Caída de tensión (V)
Bajo A	230	9.200	33	40	2x(1x35)+35+1,5	1,71
Bajo B	230	9.200	33	40	2x(1x35)+35+1,5	1,71
Bajo C	230	9.200	26	40	2x(1x35)+35+1,5	1,35
Bajo D	230	9.200	24	40	2x(1x35)+35+1,5	1,25
Bajo E	230	11.500	30	50	2x(1x35)+35+1,5	1,95
1ºA	230	9.200	36	40	2x(1x35)+35+1,5	1,87
1ºB	230	9.200	36	40	2x(1x35)+35+1,5	1,87
1ºC	230	9.200	29	40	2x(1x35)+35+1,5	1,51
1ºD	230	11.500	26	50	2x(1x35)+35+1,5	1,69
1ºE	230	9.200	35	40	2x(1x35)+35+1,5	1,82

Tabla 31 Tabla resumen de Derivaciones Individuales a viviendas de la concentración Nº1

- Derivaciones individuales de concentración Nº2

De esta concentración saldrán derivaciones individuales a viviendas, al cuadro del garaje y al cuadro de servicios generales. Para el caso de las viviendas se sigue el mismo criterio que para las derivaciones de la concentración Nº1 por lo que se hará el cálculo del cuadro del garaje y de servicios comunes. En la tabla 32 se mostrarán todos los cálculos obtenidos.

Derivación individual hacia el cuadro del garaje:

La potencia estimada en este caso es de 9.056 W en trifásico.

Corriente: Aplicando la ecuación (2.1.a) con un factor de potencia de 0,85 se obtiene una corriente de 15,38 A.

Sección: Aplicando la ecuación (2.2.c) se obtiene una sección de 1,54 mm^2.

La siguiente sección normalizada es 2,5 mm^2 pero ésta no puede ser instalada puesto que la ITC-BT-15 marca que la sección mínima para las DI ha de ser de 6 mm^2.

Sección mínima a instalar → 6 mm^2

Intensidad admisible → 44 A

Caída de tensión: Aplicando la ecuación (2.2.d) se obtiene una caída de tensión de 1,03 Voltios.

Datos obtenidos para conductores aislados XLPE en tubos en montaje superficial y empotrado en obra.

Por tanto **la sección de los conductores de fase y neutro será de 6 mm^2.**

El conductor de protección será de 6 mm^2.

Derivación individual hacia el cuadro de servicios generales situado en planta baja:

La potencia estimada en este caso será 22.527 W en trifásico.

Corriente: Aplicando la ecuación (2.1.a) con un factor de potencia de 0,85 se obtiene una corriente de 38,25 A.

Sección: Aplicando la ecuación (2.2.c) se obtiene una sección de 4,8 mm^2.

Sección normalizada inmediatamente superior → 6 mm^2

Intensidad admisible → 44 A

Caída de tensión: Aplicando la ecuación (2.2.d) se obtiene una caída de tensión de 3,2 Voltios.

Debido al circuito del ascensor y a las caídas de tensión que tendrán las líneas que partan de este cuadro se opta por que **la sección de los conductores de fase y neutro será de 10 mm^2.**

El conductor de protección será de 10 mm^2

En la siguiente tabla se muestran los cálculos obtenidos para todas las DI.

Tramo	Tensión	Potencia (W)	Longitud (m)	Intensidad (A)	Sección (mm^2)	Caída de tensión (V)
1ºF	230	9.200	36	40	2x(1x35)+35+1,5	1,87
2ºA	230	9.200	39	40	2x(1x35)+35+1,5	2,02
2ºB	230	9.200	39	40	2x(1x35)+35+1,5	2,02
2ºC	230	9.200	32	40	2x(1x35)+35+1,5	1,66
2ºD	230	11.500	29	40	2x(1x35)+35+1,5	1,88
2ºE	230	9.200	38	50	2x(1x35)+35+1,5	1,97
2ºF	230	9.200	39	40	2x(1x35)+35+1,5	2,02
Garaje	400	9.056	12	15,37	4x(1x6)+6	1,03
Servicios generales	400	22.527	15	38,25	4x(1x10)+10	3,2

Tabla 32 Tabla resumen de Derivaciones Individuales a viviendas de la concentración Nº2

2.5. Líneas que parten de los cuadros generales

Instalaciones interiores de viviendas

Los conductores serán de cobre con aislamiento no inferior a 750 V y termoplástico a base de poliolefina (Z1), con lo que en este caso la temperatura máxima admisible en servicio continuo es de 70 °C cuyo valor de conductividad es de 48 m/Ω mm^2 . Irán entubados o alojados en canaladura.

Debido a las dimensiones de las viviendas, a los puntos de consumo y a la división de los circuitos según se indicó en el apartado *14.5 distribución interior* de la memoria, se estima que con la sección mínima de los conductores para los circuitos de la tabla 1 de la ITC-BT-25 es suficientemente seguro para dimensionar la instalación sin la necesidad de realizar cálculos. Aun así se hará el cálculo a modo de ejemplo y por ser el de mayor consumo, el circuito de calefacción (C_8) de una de las viviendas con previsión de 11.500 W.

El circuito que alimenta a salón y dormitorio 1 es el de mayor recorrido y de mayor potencia, 15 m y 3.510 W respectivamente. Por tanto es el más desfavorable.

Corriente: Aplicando la ecuación (2.1.b) con un factor de potencia de 0,85 se obtiene una corriente de 17,95 A.

Sección: Se aplica la sección mínima de 6 mm^2 del circuito de calefacción.

Intensidad admisible → 49 A

Caída de tensión: Aplicando la ecuación (2.2.f) se obtiene una caída de tensión de 1,59 Voltios.

Caída de tensión admisible (3% 230 V) → 6,9 V.

En la siguiente tabla se muestran los circuitos y las secciones de todas las viviendas:

Circuito de distribución interna	Destino	Sección del conductor
C_1	Alimentar los puntos de iluminación	2x1,5+T
C_2	Tomas de corriente de uso general y frigorífico	2x2,5+T
C_3	Alimentar la cocina y horno	2x6+T
C_4	Alimentar la lavadora, lavavajillas y termo eléctrico	2x2,5+T
C_5	Alimentar tomas de corriente de los cuartos de baño, así como las bases auxiliares del cuarto de cocina	2x2,5+T
C_8	Instalación de calefacción eléctrica	2x6+T
C_9	Instalación de aire acondicionado(en reserva)	2x6+T

Tabla 33 Dimensionamiento circuitos de viviendas

Instalaciones de los servicios generales

Para el cálculo de las líneas que parten a cuadros secundarios como el cuadro del ascensor, RITI o RITS, tendrán una caída de tensión máxima del 1%, dejando a los receptores finales un 2% para el alumbrado y un 4% para fuerza, lo que se estima suficiente dado que la distancia desde los cuadros secundarios a los receptores finales será de muy corta longitud.

La determinación de la sección de los conductores se realizará en base a las consideraciones indicadas para la caída máxima de tensión permitida y de intensidad máxima admisible, utilizando siempre la que resulte más desfavorable. El cálculo se realizará igual que en los apartados anteriores, los resultados se indican en la tabla 34.

Se tendrá en cuenta lo citado en la ITC-BT-47 para el caso de las líneas que alimentan a motores como son la del ascensor y la del grupo de presión. Los conductores deben estar dimensionados para una intensidad del 125% de la intensidad a plena carga, además para el caso del ascensor se computará como intensidad normal a plena carga la necesaria para elevar las cargas fijadas como normales a la velocidad de régimen una vez pasado el periodo de arranque multiplicada por el coeficiente de 1,3. Así mismo se tendrá en cuenta lo expuesto en la ITC-BT-44 para el caso de las líneas de alumbrado con receptores de lámpara de descarga, donde la carga mínima para el cálculo de la intensidad será 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas.

En la siguiente tabla se muestran los cálculos de todas las líneas:

Designación	Tensión	Potencia (W)	Longitud (m)	Intensidad (A)	Sección (mm^2)	Caída de tensión (V)
Alumbrado planta sótano	230	972	15	4,97	2x(1x1,5)+1,5	1,76
Emergencias planta sótano	230	48	17	0,24	2x(1x1,5)+1,5	0,1
Alumbrado planta baja y portal	230	1.855	18	9,48	2x(1x1,5)+1,5	4
Emergencias planta baja	230	36	15	0,18	2x(1x1,5)+1,5	0,06
Alumbrado planta 1ª	230	1.497,6	24	7,66	2x(1x1,5)+1,5	4,34
Emergencias planta 1ª y 2ª	230	48	32	0,24	2x(1x1,5)+1,5	0,18
Alumbrado planta 2ª	230	1.497,6	38	7,66	2x(1x1,5)+1,5	6,8
Alumbrado escalera	230	598,4	44	3,06	2x(1x1,5)+1,5	3,18
Emergencias escalera	230	48	42	0,24	2x(1x1,5)+1,5	0,24
Toma usos varios 1	230	800	42	4,09	2x(1x2,5)+2,5	2,43
Reserva	—	—	—	—	—	—
Portero automático	230	170	14	0,87	2x(1x1,5)+1,5	0,28
Cuadro ascensor	400	7.500	44	12,73	4x(1x10)+10	1,87
Cuadro grupo de presión	400	2.200	32	3,73	4x(1x4)+4	1
Cuadro RITI	230	3.000	15	15,34	2x(1x6)+6	2,22
Cuadro RITS	230	3.000	45	15,34	2x(1x10)+10	2,67
Cuadro trasteros	230	2.747,8	35	14,05	2x(1x6)+6	2,9

Tabla 34 Tabla resumen dimensionamiento de líneas

3. Cálculo de la red de tierras

Para el cálculo de la red de tierras se cumplirá con lo establecido en la ITC-BT-18 del REBT.

El REBT no especifica ningún valor mínimo para la resistencia de tierra, sin embargo, se pueden obtener valores máximos a través del valor máximo admisible de la sensibilidad de los diferenciales (30mA) y las tensiones de contacto que para el caso de un esquema TT como es el caso de este proyecto serán de 24 y 50 Voltios como máximo. El valor más restrictivo se obtiene con 24 V y 30 mA, dando 800 Ω, que sería el máximo para la suma de resistencias de toma de tierra y de los conductores de protección de las masas.

Por otro lado la guía técnica de aplicación del REBT aconseja que en la práctica la resistencia a tierra debería ser inferior a 15 Ω para edificios con pararrayos y de 37 Ω para edificios sin pararrayos. Estos serán los valores tomados de referencia para los cálculos.

Según la información recibida, la naturaleza del terreno donde se colocará la red de tierras está clasificada como "arena arcillosa" constituidas por "arcillas arenosas", por lo que su resistividad, según la tabla 3 de la ITC-BT-18, es de 500 Ω m.

En nuestro caso tenemos 237 metros de conductor de cobre desnudo de 35 mm^2.

La resistencia en ohmios del conductor enterrado horizontalmente es:

$$R_1 = \frac{2\rho}{L_1} \quad (3.a)$$

Donde:

R_1	resistencia de tierra del electrodo en ohmios.
ρ	resistividad del terreno en Ω m.
L_1	longitud del conductor en m.

Aplicando los datos anteriores en la ecuación (3.a) se obtiene una resistencia de 4,22 Ω.

De acuerdo con el resultado cumpliríamos teóricamente sin ser necesaria ninguna pica adicional, aun así, por seguridad y por la necesidad de medir en campo y comprobar que la resistividad no supera los 37 Ω, se dispondrá de tres arquetas de comprobación y puesta a tierra con pica de acero de 2 m y Ø18 tal y como puede observarse en el plano 2 Red de Tierra.

Dichas picas, una vez colocadas en paralelo tendrán una resistencia de paso a tierra de:

$$R_2 = \frac{\rho}{n\,L_2} \quad (3.b)$$

Donde:

R_2	resistencia de tierra del electrodo en ohmios.
ρ	resistividad del terreno en Ω m.
L_2	longitud de la pica en m.
n	número de picas.

Aplicando los datos de las picas en la ecuación (3.b) se obtiene una resistencia de 83,33 Ω.

La resistencia total de paso a tierra será:

$$R_T = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \quad (3.c)$$

Aplicando los valores de R_1 y R_2 en la ecuación (3.c) se obtiene una **resistencia total de paso a tierra de 4 Ω.**

4. Cálculo de la necesidad de un pararrayos.

Este cálculo se hará en función de las condiciones expuestas en el CTE DB SU 8 *Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo.*

Según este documento será necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo cuando la frecuencia esperada de impactos N_e sea mayor que el riesgo admisible N_a.

$$N_e = N_g \, A_e \, C_1 \, 10^{-6} \quad (\text{nº impactos / año}) \quad (4.a)$$

Donde:

N_g	densidad de impactos sobre el terreno (nº impactos/año,km^2).
A_e	superficie de captura equivalente del edificio aislado.
C_1	Coeficiente relacionado con el entorno.

Según el mapa de densidad de impactos sobre el terreno del DB SU 8 en Toledo se tiene un valor de $N_g = 2$, el coeficiente relacionado con el entorno C_1 será de 0,5 puesto que el edificio está próximo a otros edificios o árboles de la misma altura o más altos y la superficie de captura equivalente calculada para el edificio es de 0,01407 km^2.

Aplicando los datos anteriores en la ecuación (4.a) se obtiene un valor de N_e de 1,407x10^{-8} (nº impactos/año).

$$N_a = \frac{5{,}5}{C_2 \, C_3 \, C_4 \, C_5} \, 10^{-3} \quad (4.b)$$

Donde:

C_2	coeficiente en función del tipo de construcción.
C_3	coeficiente en función del contenido del edificio.
C_4	coeficiente en función del uso del edificio.
C_5	coeficiente en función de la necesidad de continuidad en las actividades que se desarrollan en el edificio.

Según las tablas 1.2, 1.3, 1.4 y 1.5 del DB SU 8 todos los coeficientes tienen un valor de 1, por lo que aplicando estos coeficientes en la ecuación (4.b) se obtiene un valor de N_a de $5{,}5 \times 10^{-3}$.

$N_e < N_a$ por lo que no es necesaria la instalación de pararrayos en el edificio.

5. Cálculos centro de transformación 250 kva

De acuerdo al transformador elegido para la potencia demandada se calcularán los parámetros necesarios para elegir la aparamenta y cables adecuados.

5.1. Intensidad en AT (primario del transformador)

En un sistema trifásico la intensidad primaria viene determinada por la siguiente expresión:

$$I_P = \frac{S}{U_P \cdot \sqrt{3}} \quad (5.1.a)$$

Donde:

I_P	Intensidad nominal en el primario (A).
S	Potencia del transformador (kVA).
U_P	Tensión compuesta en el primario (kV).

Partiendo de los datos de una potencia instalada de 250 kVA, una tensión en el primario de 15 kV y sustituyéndolos en la ecuación (5.1.a) se obtiene una **intensidad en el primario de 9,62 A.**

5.2. Intensidad en BT (secundario del transformador)

$$I_S = \frac{S}{U_S \cdot \sqrt{3}} \quad (5.2.a)$$

Donde:

I_S	Intensidad nominal en el secundario (A).
S	Potencia del transformador (kVA).
U_S	Tensión compuesta en el secundario (kV).

Partiendo de los datos de una potencia instalada de 250 kVA, una tensión en vacío en el secundario de 420 V y sustituyéndolos en la ecuación (5.2.a) se obtiene una **intensidad en el secundario de 343,66 A.**

5.3. Intensidades de cortocircuito

La compañía suministradora, UNIÓN FENOSA en este caso, nos ha proporcionado el valor de la potencia de cortocircuito en 200 MVA. Para el cálculo se utilizarán las siguientes expresiones:

- Intensidad de cortocircuito en el lado de AT (primario del transformador)

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{U_P \cdot \sqrt{3}} \quad (5.3.a)$$

Donde:

I_{ccp}	Intensidad de cortocircuito en el primario (kA).
S_{cc}	Potencia de cortocircuito en la red (MVA).
U_P	Tensión compuesta en el primario (kV).

Partiendo de los datos de una potencia de cortocircuito de 200 MVA, una tensión de servicio de 15 kV y sustituyéndolos en la ecuación (5.3.a) se obtiene una **intensidad de cortocircuito en el primario de 7,7 kA.**

- Intensidad de cortocircuito en el lado de BT (secundario del transformador).

$$I_{ccs} = \frac{S_n \cdot 100}{U_S \cdot Z_{cc} \cdot \sqrt{3}} \quad (5.3.b)$$

Donde:

I_{ccs}	Intensidad de cortocircuito en el secundario (kA).
S_n	Potencia nominal del transformador (kVA).
U_S	Tensión en el secundario (V).
Z_{cc}	Impedancia de cortocircuito del transformador respecto de U_S (%).

Partiendo de los datos de una potencia nominal de 250 kVA, tensión en el secundario de 420V e impedancia de cortocircuito del 4% y sustituyéndolos en la ecuación (5.3.b) se obtiene una **corriente de cortocircuito en el secundario de 8,6 kA.**

Como se vio en el apartado *21.5.2 características de la aparamenta de BT* de la memoria éste soporta una intensidad de cortocircuito de 25 kA con lo que resistiría la corriente de cortocircuito del secundario del transformador sin problemas.

5.4. Dimensionado del embarrado

Al tratarse de un centro prefabricado, el embarrado ha sido sometido a los ensayos pertinentes por parte de la empresa fabricante, por lo que no es necesario

realizar hipótesis sobre el comportamiento del mismo. A continuación se hará una descripción de los ensayos.

- Comprobación por densidad de corriente.

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad de corriente máxima del material del embarrado.

- Comprobación por solicitación electrodinámica.

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en el apartado 5.3 (ecuación 5.3.a), por lo que:

$$I_{CC(dinámica)} = 7{,}7 \cdot 2{,}5 = 19{,}25\,kA$$

- Cálculo por solicitación térmica.

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor.

5.5. Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación.

- Caudal de aire necesario.

Se calculará el caudal de aire necesario para absorber la energía liberada por el transformador en forma de pérdidas. Para los cálculos se utilizará la siguiente ecuación:

$$Q_a = \frac{P_{pt}}{1{,}16 \cdot \Delta\theta} \quad (5.5.a)$$

Donde:

Q_a	Caudal de aire necesario (m^3/s).
P_{pt}	Pérdida de potencia del transformador a plena carga (kW).
$\Delta\theta$	Incremento de temperatura de aire admitido.
1,16	Constante de la energía que absorbe 1 m^3 por cada grado centígrado de aumento de temperatura (kJ °C/m^3).

Partiendo de los datos de unas pérdidas de 3,25 kW a plena carga y un incremento de temperatura de aire admitido de 15 °C y sustituyéndolos en la ecuación (5.5.a) se obtiene un caudal de aire necesario de 0,19 m^3/s.

- Velocidad de salida del aire.

La velocidad de salida del aire se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$V_s = \frac{4{,}6 \cdot \sqrt{H}}{\Delta\theta} \quad (5.5.b)$$

Donde:

V_s Velocidad de salida del aire (m/s).
H Distancia vertical entre los centros de las rejillas de entrada y salida (m).

Tomando una distancia entre rejillas superior e inferior de 2 m y sustituyendo valores en la ecucación (5.5.b) se obtiene una velocidad de salida del aire de 0,43 m/s.

- Sección mínima de la rejilla.

La sección mínima de la rejilla se obtiene de la siguiente ecuación:

$$S_r = \frac{Q_a}{V_s} \quad (5.5.c)$$

Donde:

S_r Sección neta mínima de la rejilla (m^2).

Sustituyendo en la ecuación (5.5.c) los valores de caudal de aire necesario y velocidad de salida del aire calculados se obtiene una sección neta mínima de la rejilla de 0,44 m^2.

Dado que las láminas de la rejilla disminuyen el paso del aire por su disposición, para impedir el paso de agua, pequeños animales y objetos metálicos, se opta por sobredimensionar la sección neta calculada. La sección total puede obtenerse de la siguiente ecuación:

$$S_T = \frac{S_r}{1 - K_v} \quad (5.5.d)$$

Donde:

K_v Coeficiente de ocupación de la persiana de láminas.

Para las persianas de láminas comunes de mercado puede tomarse un K_v de 0,3, obteniéndose al sustituir en la ecuación (5.5.d) **una sección total de rejilla de 0,63 m^2**, un 40% mayor que la sección neta calculada.

5.6. Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra.

Para los cálculos de puesta a tierra se tendrán en cuenta los siguientes datos aportados por la compañía Unión Fenosa:

- Neutro conectado a tierra a través de impedancia.
- Intensidad máxima de defecto en el origen de la línea de 400 A.
- Duración del paso de la corriente de defecto de 0,7 segundos.

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del Centro de Transformación, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este CT se determina una resistividad media de 150 Ωm. Para el caso del hormigón la resistividad será de 3.000 Ωm.

El nivel de aislamiento del equipo de BT como se vio en el apartado *21.5.2 características de la aparamenta de BT* de la memoria es de 10 kV.

Para los cálculos se usarán las siguientes ecuaciones:

$$R_T = K_r \cdot \rho \quad (5.6.a)$$

$$X_n = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot I_{d\,max}} \quad (5.6.b)$$

$$I_d = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_T)^2 + X_n^2}} \quad (5.6.c)$$

$$U_d = R_T \cdot I_d \quad (5.6.d)$$

$$U_p = \frac{10K}{t^n}\left(1 + \frac{6\rho}{1000}\right) \quad (5.6.e)$$

$$U'_p = K_p \cdot \rho \cdot I_d \quad (5.6.f)$$

$$U_{p(acc)} = \frac{10K}{t^n}\left(1 + \frac{3\rho + 3\rho'}{1000}\right) \quad (5.6.g)$$

$$D = \frac{\rho \cdot I_d}{2000 \cdot \pi} \quad (5.6.h)$$

Donde:

U_n	Tensión de línea de servicio de la red (V).
R_n	Resistencia de puesta a tierra del neutro de la red de MT (Ω).
R_T	Resistencia de la tierra de protección del CT (Ω).
X_n	Reactancia de puesta a tierra del neutro de la red de MT (Ω).
I_d	Intensidad de defecto en el CT (A).

$I_{d\ max}$	Intensidad máxima de defecto en el origen de la línea (A).
U_d	Tensión de defecto (V).
U_p	Tensión de paso máxima admisible (V).
U'_p	Tensión de paso de la instalación proyectada (V).
$U_{p(acc)}$	Tensión de paso para una resistividad distinta en cada pie (V).
ρ	Resistividad del terreno (Ωm).
ρ'	Resistividad del hormigón (Ωm).
t	Duración máxima del paso de la corriente de defecto (s).
K	Constante en función del tiempo t.
n	Constante en función del tiempo t.
D	Distancia mínima entre electrodos de protección y de servicio (m).

- **Puesta a tierra de protección**

Según la configuración seleccionada en el apartado *21.8.5 Puesta a tierra* de la memoria se tendrán en cuenta los siguientes valores según el método de UNESA:

- $K_r = 0{,}135$ (Ω/Ωm).
- $K_P = 0{,}0252$ (V/Ωm).

Con los datos de K_r y ρ en la ecuación (5.6.a) se obtiene una **R_T de 20,25 Ω.**

Para calcular la intensidad de defecto son necesarios los valores de R_n y X_n que deben ser proporcionados por la compañía. En este caso Unión Fenosa sigue el criterio de hacer la resistencia despreciable frente a la reactancia, esta reactancia se obtendrá con el dato proporcionado de $I_{d\ max}$, que introducido en la ecuación (5.6.b) nos da 21,65 Ω. Con el valor de X_n y una tensión de servicio de la red de 15 kV en la ecuación (5.6.c) se obtiene una **I_d de 292,13 A.**

Con los datos de I_d y R_T en la ecuación (5.6.d) se obtiene una tensión de defecto **U_d de 5.915,72 V.**

Para una duración de paso de la corriente de 0,7 s los valores de K y n son 72 y 1 respectivamente. Introduciendo estos valores en la ecuación (5.6.e) y con una resistividad del terreno de 150 Ωm se obtiene una tensión de paso admisible **U_P de 1.954,28 V.** Con estos mismos valores y una resistividad para el hormigón de 3.000 Ωm en la ecuación (5.6.g) se obtiene una tensión de paso para una resistividad distinta en cada pie (acceso al CT) **$U_{P(acc)}$ de 10.748,57 V.**

Para un K_p de 0,0252, una I_d de 292,13 A y una resistividad de 150 Ωm según la ecuación (5.6.f) se obtiene una tensión de paso en la instalación proyectada **U'_p de 1.104,25 V.**

Condiciones:

Tensión de paso de la instalación proyectada ≤ Tensión de paso máxima admisible.

1.104,25 ≤ 1954,28

Tensión de paso de la instalación proyectada ≤ Tensión de paso para una resistividad distinta en cada pie.

1.104,25 ≤ 10.748,57

Nivel de aislamiento del equipo de BT del CT a frecuencia industrial ≥ Tensión de defecto U_d.

10.000 ≥ 5.915,72

- **Puesta a tierra de servicio**

Una vez conectada la red de puesta a tierra de servicio al neutro de la red de BT, el valor de esta resistencia de puesta a tierra general deberá ser inferior a 37 ohmios.

Con este criterio se consigue que un defecto a tierra en una instalación interior, protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de sensibilidad 650 mA, no ocasione en el electrodo de puesta a tierra de servicio una tensión superior a:

$$37 \times 0{,}650 = 24 \text{ V}$$

Según la configuración seleccionada en el apartado *21.8.5 puesta a tierra* de la memoria se tendrán en cuenta los siguientes valores según el método de UNESA:

- $K_r = 0{,}201$ (Ω/Ωm).

Con un valor de K_r de 0,201 (Ω/Ωm) y una resistividad de 150 (Ωm) según la ecuación (5.6.a) se obtiene una **R_T de 30,15 Ω.**

Condición:

R_T de la instalación proyectada ≤ 37 Ω.

30,15 ≤ 37

- **Separación de los sistemas de puesta a tierra de protección (masas) y de servicio (neutro)**

Para garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas que puedan afectar a las instalaciones de los usuarios, en el momento en que se esté disipando un defecto por el sistema de tierra de protección, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, la cual, será función de la resistividad del terreno y de la intensidad de defecto.

La máxima diferencia de potencial que puede aparecer entre el neutro de BT y una tierra lejana no afectada, no debe ser superior a 1.000 V.

Para una I_d de 292,13 A y una resistividad de 150 Ωm, según la ecuación (5.6.h) se obtiene una distancia mínima **D de 6,97 m.**

6. Red subterránea en baja tensión

Como se vio en el apartado *22.1 Características generales* de la memoria la distribución en Baja Tensión se realiza enterrada a 400/230 V en disposición trifásica con neutro a tierra.

Según el proyecto tipo de UF para redes de distribución de BT se tienen los siguientes datos:

Conductor	Sección (mm^2)	R-20º (Ω/Km.)	R-90º (Ω/Km.)	X (Ω/Km.)	Intensidad máxima admisible(A)
XZ1 0,6/1 kV	50	0,640	0,821	0,107	180
	95	0,320	0,410	0,100	260
	150	0,206	0,264	0,098	330
	240	0,125	0,160	0,094	430

Tabla 35 Características de los conductores e intensidad admisible

Los valores de intensidad están calculados en las siguientes condiciones:

- Temperatura del terreno 25 °C
- Profundidad de la instalación 0,7 m
- Resistividad térmica del terreno 1 K.m/W

6.1. Determinación de la sección

La elección de la sección del cable a adoptar está condicionada por la capacidad máxima del cable y la caída de tensión admisible, que no deberá exceder del 5%.

- **Intensidad máxima admisible**

La intensidad que recorrerá las líneas de BT que den lugar a las consiguientes LGA será del mismo valor que éstas, por lo que para la LBT1 tendremos una intensidad de 139,43 A y para la LBT2 de 153,95 A.

Según los valores obtenidos de intensidad se podrían instalar ambas LBT con una sección de 50 mm^2, aunque en este caso seguiremos las indicaciones del proyecto tipo de UF donde dice que la línea se realizará principalmente con cables de 150 y 240 mm^2 de sección. Por lo que la sección elegida para ambas LBT es de 150 mm^2.

- **Intensidad de cortocircuito admisible**

La intensidad máxima de cortocircuito para un conductor viene determinada por la expresión:

$$I_{cc} = 93 \cdot S \cdot \sqrt{\frac{1}{t}} \quad (6.1.a)$$

Donde:

S	Sección del conductro en mm^2
t	Tiempo de la duración del cortocircuito en s

Para una sección de 150 mm^2 y un tiempo de falta de 0,7 S según la ecuación (6.1.a) se obtiene una **I_{cc} de 16,67 kA.**

- **Caída de tensión**

La determinación de la sección en función de la caída de tensión se realizará mediante la fórmula:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R \cdot \cos\varphi + X \cdot sen\varphi) \quad (6.1.b)$$

Dónde:

ΔU =	Caída de tensión
I =	Intensidad en amperios
L =	Longitud de la línea en Km.
R =	Resistencia del conductor en Ω/Km.
X =	Reactancia a frecuencia 50 Hz en Ω/Km.
Cos φ =	Factor de potencia.

Para el cálculo de las caídas de tensión se tomarán los valores de resistencia a 90 °C puesto que son los más restrictivos.

Para la línea LBT1 con una intensidad de 139,43 A, una resistencia de 0,264 Ω km, una reactancia de 0,098 Ω km, una longitud de 0,045 km, un cos φ de 0,85 y un sen φ de 0,53, según la ecuación (6.1.b) se obtiene una **caída de tensión ΔU de 3 V**. Lo que supone un 0,75 % de caída de tensión.

Para la línea LBT2 con una intensidad de 153,95 A, una resistencia de 0,264 Ω km, una reactancia de 0,098 Ω km, una longitud de 0,045 km, un cos φ de 0,85 y un sen φ de 0,53, según la ecuación (6.1.b) se obtiene una **caída de tensión ΔU de 2,98 V**. Lo que supone un 0,74 % de caída de tensión.

ANEXO ACTIVIDAD DE GARAJE

1. Objetivo del anexo

El objeto del anexo es obtener de los Organismos Oficiales la correspondiente Licencia Municipal de Actividades para una actividad de Garaje - Aparcamiento de uso privado de coches ubicada en:

Dirección: C/ Fernando de Rojas nº2

Población: Fuensalida Provincia: Toledo

2. Clasificación de la actividad

La clasificación se hará en función a lo descrito dentro del Reglamento de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas (RAMINP) siendo de obligatoria observancia en Castilla La Mancha. Este reglamento tiene por objeto evitar que las instalaciones, establecimientos, actividades, industrias o almacenes sean oficiales o particulares, públicos o privados a todos los cuales se aplica indistintamente en el mismo la denominación de "actividades", produzcan incomodidades, alteren las condiciones normales de salubridad e higiene del medio ambiente y ocasionen daños a las riquezas pública o privada o impliquen riesgos graves para las personas o los bienes.

Actividades reguladas

Quedan sometidas a las prescripciones de este reglamento, en la medida que a cada una corresponda, todas aquellas "actividades" que a los efectos del mismo sean calificadas como molestas, insalubres, nocivas o peligrosas, de acuerdo con las definiciones que figuran en los artículos siguientes e independientemente de que consten o no en el nomenclátor anejo, que no tiene carácter limitativo.

Actividad	Aplicación
Molestas	Serán calificadas como "molestas" las actividades que constituyan una incomodidad por los ruidos o vibraciones que produzcan o por los humos, gases, olores, nieblas, polvos en suspensión o sustancias que eliminen.
Insalubres	Se calificarán como "insalubres" las que den lugar a desprendimiento o evacuación de productos que puedan resultar directa o indirectamente perjudiciales para la salud humana.
Nocivas	Se aplicará la calificación de "nocivas" a las que, por las mismas causas, puedan ocasionar daños a la riqueza agrícola, forestal, pecuaria o piscícola.
Peligrosas	Se consideran "peligrosas" las que tengan por objeto fabricar, manipular, expender o almacenar productos susceptibles de originar riesgos graves por explosiones, combustiones, radiaciones u otros de análoga importancia para las personas o los bienes.

Tabla 36 Actividades Reguladas

Los locales destinados a garajes público deberán estar dotados del número suficiente de aparatos, sistemas y toda clase de recursos que permitan prevenir los siniestros, combatirlos y evitar su propagación (extintores, depósitos productores de ambientes no comburentes, maquinaria para la aspiración de gases y vapores inflamantes o inflamables y para la condensación del polvo combustible, etc.) en proporción adecuada a la superficie de los locales y al número de vehículos encerrados en los mismos. Las Delegaciones de Industria y las autoridades municipales inspeccionarán periódicamente estos locales de acuerdo con las normas generales dictadas por la Dirección General de Industria.

Como ya se ha indicado anteriormente, la actividad a desarrollar es la de garaje, a continuación se muestra la clasificación decimal dentro del nomenclator anexo 1 de la Reglamentación de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas, con indicación la calificación decimal internacional adoptada por el instituto Nacional de Estadística.

Clasificación decimal	Naturaleza de la actividad	Motivo de la clasificación
722	Garajes	Existencia de líquidos inflamables

Tabla 37 Clasificación decimal, actividad y motivo de la clasificación

Por todo lo citado anteriormente consideramos la actividad como peligrosa por la existencia de productos combustibles y molesta por la producción de ruidos y vibraciones producidas por los motores de los extractores y las puertas de acceso.

3. Características de la actividad

Superficie de la actividad

El local que nos ocupa se encuentra en la planta sótano de un bloque de viviendas, con una única planta.

- Altura libre mínima: 2,20 metros.
- Altura libre máxima: 3,20 metros.
- Superficie total construida: 452,8 m^2
- Superficie útil:374,40 m^2

La superficie útil está repartida en el área de aparcamiento, espacios de paso y los vestíbulos; el resto de superficie se reparte entre la rampa, escaleras y construcción.

Descripción de la actividad

La actividad se dará en la planta sótano del edificio de nueva construcción.

El número máximo de plazas de aparcamiento es de 1 plaza por cada 20 m^2 de superficie útil:

- 374,40 / 20 = 18,72 plazas → OK, ya que se distribuyen menos.

Se dispone de 17 plazas de aparcamiento para coches y 0 plazas para motos distribuidas.

4. Acceso de los vehículos

La entrada y salida de vehículos al aparcamiento se realiza por medio de una única rampa de doble dirección de 3,00 metros de ancho en todo su recorrido. Las zonas de giro se describen un radio de 6 metros sobre el eje de circulación, siendo en estos tramos el ancho superior a los tramos rectos. La rampa dispone de una pendiente

constante del 18% excepto en los 4,5 metros previos a la línea de fachada en que la rampa dispone de una pendiente del 3%.*Según DB SU 1 en su apartado 4.3.1 pendiente de rampas nos da un valor máximo de pendiente para las de circulación de vehículos de 18%.*

Dispone de una única puerta de acceso metálica con reja superior, 4.5 metros retirada respecto la línea de fachada.

El acceso del garaje se realizara por la Calle Onesimo Redondo, por una puerta basculante de 3,00 m de ancha.

5. Acceso de viandantes

El acceso de viandantes al aparcamiento se realiza por medio de 2 accesos:

- 1 ascensor, enlazando la planta de aparcamiento con el resto de plantas, con salida al exterior por medio del vestíbulo de planta baja.
- 1 escalera especialmente protegidas, con salida al vestíbulo de planta baja, desde donde se accede a la calle.

Se entiende como escalera especialmente protegida aquella que reúne las condiciones de escalera protegida y que además dispone de un vestíbulo de independencia diferente en cada uno de sus accesos desde cada planta. La existencia de dicho vestíbulo de independencia no es necesaria cuando se trate de una escalera abierta al exterior, ni en la planta de salida del edificio, cuando se trate de una escalera para evacuación ascendente, pudiendo la escalera en dicha planta carecer de compartimentación.

Se entiende como escalera protegida aquella de trazado continuo desde su inicio hasta su desembarco en planta de salida del edificio que, en caso de incendio, constituye un recinto suficientemente seguro para permitir que los ocupantes puedan permanecer en el mismo durante un determinado tiempo. Es un recinto destinado exclusivamente a circulación y compartimentado del resto del edificio mediante elementos separadores EI 120, los accesos se realizan a través de puertas EI_2 60-C5. Debe tener protecciones frente al humo mediante ventilación natural (ventanas) o mediante conductos.

6. Características constructivas

Según DB SI 1 propagación interior se debe compartimentar en sectores de incendio los edificios según la tabla 1.1 de su sección, la cual nos indica que toda zona cuyo uso previsto sea diferente y subsidiario del principal del edificio en el que esté integrada debe constituir un sector de incendio diferente cuando supere los siguientes límites:

Zona de uso *Aparcamiento* cuya superficie construida exceda de 100 m^2. Lo que implica que ya no se considere local de riesgo especial bajo y que cualquier comunicación con zonas de otro uso se debe hacer a través de vestíbulos de independencia.

Dado que el edificio se debe compartimentar en sectores de incendio hay que fijarse en la tabla 1.2 del DB SI 1 propagación interior de resistencia al fuego de las paredes Techos y puertas que delimitan sectores de incendio.

Al encontrarnos en un sector bajo rasante y que el techo nos separa de una planta superior por lo tanto es un elemento portante y compartimentador de incendios tendremos una resistencia REI-120 para paredes y techo y una EI_2 t-C5 para puertas de paso entre sectores de incendio siendo t la mitad del tiempo de resistencia al fuego requerido a la pared en la que se encuentre, o bien la cuarta parte cuando el paso se realice a través de un vestíbulo de independencia y de dos puertas.

La compartimentación en sectores de incendio se realizará con las siguientes características:

- Se dispondrá de vestíbulos previos a la escalera.
- Se dispondrá de vestíbulos en el rellano de los ascensores para sectorizar.
- Los cerramientos de los recintos, trasteros y vestíbulos con EI-120, puertas EI2-60-C5 y abertura en sentido de evacuación.
- Los cerramientos de la escalera especialmente protegida en las plantas de aparcamiento será con paredes REI-120, puertas EI2-60-C5 y apertura en sentido de evacuación.

Nota: Excepcionalmente, para puertas tiene dos formas distintas de comprobarse: I1 y I2. La eruoclase I1 es más estricta, cumplir I1 implica cumplir I2 pero no al revés. La clase exigida en España es I2. Por otro lado, el distintivo C es relativo a la calidad del cierre automático, con valores de 1 a 5. En España se exigirá siempre el valor 5 que es el más exigente y equivale a 200000 ciclos de funcionamiento.

- Los vestíbulos tendrán unas dimensiones que lo harán eficaz para maniobras de minusválidos.
- Las vías de evacuación con anchura mínima de 100 cm, la escalera con 1,00 m y las puertas de 80 cm. Puerta del ascensor de EI-30.
- La estructura es de hormigón armado, para una sobrecarga de uso de 500 kg/m2 con paredes y techos de materiales con una resistencia al fuego mínima de **REI-120.**
- Pilares y Muros: de hormigón armado con una resistencia al fuego mínima de **REI-120.**
- Paredes de los aparatos elevadores y vestíbulos con una resistencia al fuego mínima de **REI-120.**
- Pavimento impermeable, continuo y antideslizante. Pintura de señalización horizontal o marcas viales clase-3 (SU-7.2.4).
- Las puertas de los recintos de instalaciones serán de **EI-30.**
- Puerta de entrada de vehículos al garaje con reja superior para aportación de aire.

7. Clasificación de los elementos constructivos respecto a su resistencia frente al fuego

- Conforme a las nuevas clasificaciones europeas (euroclases) que son las que aplica el CTE, según la UNE-EN 13501-2:2002 y el RD 312/2005 se expone lo siguiente:
- R: Capacidad portante (Resistencia).
- R (t) indica el tiempo que se cumple la estabilidad al fuego o capacidad portante, es decir, tiempo durante el cual un elemento es capaz de mantener su función portante. Obviamente sólo es aplicable a un elemento estructural.
- E: Integridad.
- E (t) indica el tiempo durante el cual un elemento es capaz de mantenerse como barrera al paso de la llama y de los gases. Obviamente no es aplicable a un elemento que no sea separador, por ejemplo a un soporte, a una viga o a una celosía.
- I: Aislamiento.
- I (t) indica el tiempo durante el cual un elemento es capaz de mantenerse como barrera al paso del calor. Obviamente, tampoco es aplicable a un elemento no separador.

Los anteriores símbolos se unen entre sí de diversas formas para expresar distintas variantes de comportamiento. A cada elemento la reglamentación le exige, según la respuesta que deba tener frente al fuego, los criterios que sean necesarios para garantizar esa respuesta. A un elemento estructural le exige solo R durante un tiempo t, el cual depende de la altura y el uso del edificio (según tabla 3.1 del DB-SI 6). A un elemento que deba compartimentar un sector de incendio, una escalera protegida o un local de riesgo especial, le exige EI-t dado que para esa función no hace falta ninguna R. A un elemento que deba compartimentar, pero en una situación donde no importe que pase la temperatura por no haber riesgo de ignición en la otra cara le exige que sea solo E-t, como por ejemplo una puerta de ascensor.

Un elemento que cumple dos o más funciones frente al fuego deberá satisfacer las exigencias de cada una de esas funciones. Si es compartimentador y además estructural como puede ser un muro de carga o un forjado que separe sectores de incendio deberá ser EI-t1 para lo primero y R-t2 para lo segundo. La clasificación para estos tipos puede ser algo compleja ya que informa de todas las variantes de su comportamiento frente al fuego como puede ser REI-60 / RE-90 / R-120 lo que quiere decir que mantiene los tres criterios durante 60 minutos, después falla el aislamiento térmico pero mantiene la función portante y la de integridad hasta los 90 minutos y después falla la integridad pero sigue manteniendo su capacidad portante hasta los 120 minutos.

8. Ocupación de personas

A efectos de evacuación se determinará la ocupación aplicando el criterio reglamentado en CTE-DB SI 3 evacuación de ocupantes tabla 2.1 densidad de ocupación. Se estimará por tanto la densidad de ocupación en relación con la superficie útil, a razón de 1 persona por cada 40 m2 para el caso de aparcamiento. En cuanto a los trasteros y recintos se considera una ocupación de 0 personas. En el caso que nos afecta la ocupación es:

Actividad	Densidad	Superficie	Ocupación
Aparcamiento	1 persona / 40 m^2	374,40 m^2	10 personas

Tabla 38 Ocupación de la actividad de garaje

9. Instalaciones y maquinaria

Se describen a continuación las principales instalaciones a realizar:

- Instalaciones de Protección Contra Incendios
- Instalación de drenaje de agua
- Instalaciones de Ventilación
- Instalaciones Eléctricas e Iluminación
- Instalaciones vibroacústicas

9.1. Instalaciones de protección contra incendios

Cálculo de la carga de fuego

Este cálculo se hará de modo informativo sobre la carga de fuego del local dado que no lo usaremos para cálculos de resistencia de los materiales porque ya están especificados con un valor de REI 120 según tablas del DB SI que nos aportan la total seguridad del edificio en caso de incendio. Con este cálculo de la carga de fuego se obtendría el *tiempo equivalente de exposición al fuego* que según SI 6 puede usarse como alternativa de la duración de incendio a soportar tanto a efectos estructurales como compartimentadores. Es decir, nosotros tenemos una resistencia de 120 minutos al fuego según lo aplicado en las tablas que representa el tiempo en minutos de resistencia ante la acción representada por la curva normalizada tiempo temperatura, pero también se podría hacer el cálculo de la resistencia soportando la acción durante el tiempo equivalente de exposición al fuego en función del valor de la densidad de carga de fuego.

Tiempo t en minutos	15	30	45	60	90	120	180	240
Temperatura en el sector en ºC	740	840	900	950	1000	1050	1100	1150

Tabla 39 Temperaturas de la curva normalizada tiempo-temperatura

Se calculará según el anejo B *tiempo equivalente de exposición al fuego* punto B.4*valor de cálculo de la densidad de carga de fuego.*

El valor de cálculo de la densidad de carga de fuego se determina en función del valor característico de la carga de fuego del sector, así como de la probabilidad de activación y de las previsibles consecuencias del incendio, como:

$$q_{f,d} = q_{f,k} m \delta_{q1} \delta_{q2} \delta_n \delta_c \quad (9.1.a)$$

Donde:

$q_{f,d}$ Densidad de carga de fuego

$q_{f,k}$ Valor característico de la densidad de carga de fuego. Según tabla B.6 tiene un valor de 280 MJ/m^2

m coeficiente de combustión que tiene en cuenta la fracción del combustible que arde en el incendio. En los casos en los que el material incendiado sea de tipo celulósico (madera, papel, tejidos, etc.) puede tomarse m= 0,8. Cuando se trate de otro tipo de material y no se conozca su coeficiente de combustión puede tomarse m=1 del lado de la seguridad.

δ_{q1} coeficiente que tiene en cuenta el riesgo de iniciación debido al tamaño del sector. Según tabla B.2 tiene un valor de 1,90.

δ_{q2} coeficiente que tiene en cuenta el riesgo de iniciación debido al tipo de uso o actividad. Según tabla B.3 tiene un valor de 1,25.

δ_{qn} coeficiente que tiene en cuenta las medidas activas voluntarias existentes; $\delta_n=\delta_{n1}\ \delta_{n2}\ \delta_{n3.}$ Según tabla B.4 tiene un valor de 0,87 teniendo en este caso tan solo $\delta_{n1.}$

δ_c coeficiente de corrección según las consecuencias del incendio. Según tabla B.5 tiene un valor de 1,5.

Sector	m^2	$q_{f,k}$	m	δ_{q1}	δ_{q2}	δ_n	δ_c	$q_{f,d}$
Aparcamiento	374,40	280	1	1,9	1,25	0,87	1,50	**867,825 MJ/m^2**

Tabla 40 Resumen resultados

El cálculo del tiempo equivalente es algo complejo por lo que se desestimará de realizar debido a que no entra a efectos de cálculo de la resistencia al fuego de las estructuras de este proyecto.

9.1.1. Compartimentos. Evacuación y salidas de emergencia

Compartimentos estructurales

Los elementos estructurales pertenecientes a este aparcamiento han de cumplir las exigencias correspondientes de estabilidad ante el fuego y los elementos constructivos que delimitan las de resistencia al fuego. Las exigencias de comportamiento ante el fuego de un elemento constructivo se definen por el tiempo durante el cual este elemento ha de mantener, según la norma UNE 23 093, las condiciones siguientes que le sean aplicables:

- Estabilidad o capacidad portante.
- Ausencia de emisión de gases inflamables por la cara no expuesta.
- Estanqueidad al paso de llamas o gases calientes
- Resistencia térmica suficiente para impedir que se produzcan en la cara no expuesta temperaturas superiores a las que se establecen a la citada Norma.

La resistencia al fuego de los elementos estructurales principales del edificio es suficiente si se cumple alguna de las siguientes condiciones:

- Alcanzan la clase indicada en las tablas 3.1 y 3.2 (CTE DB SI 6 Resistencia al fuego de la estructura), que representan el tiempo de resistencia en

minutos ante la acción representada por la curva normalizada tiempo-temperatura en función del uso del sector de incendio o zona de riesgo especial, y de la altura de evacuación del edificio.

- Soportan dicha acción durante el tiempo equivalente de exposición al fuego indicado en el Anejo B (CTE DB SI Seguridad en caso de incendio).

Para este proyecto utilizaremos las tablas 3.1 y 3.2 y según la tabla 3.1 al encontrarnos en un aparcamiento situado bajo uso distinto necesitamos una resistencia al fuego R120.

Resistencia al fuego de la estructura						
			Material estructural considerado			
Sector o local de riesgo especial	Uso de la zona inferior al forjado considerado	Planta superior al forjado considerado	Soportes	Vigas	Forjados	Estabilidad al fuego mínima de los elementos estructurales
Parking	Garaje	Planta Baja	Estructura de hormigón	Estructura de hormigón	Estructura de hormigón	R 120

Tabla 41 Resistencia al fuego de la estructura

Medianerías y fachadas

En fachadas, se limita el riesgo de propagación exterior horizontal del incendio mediante el control de la separación mínima entre huecos de fachada pertenecientes a sectores de incendio distintos, entre zonas de riesgo especial alto y otras zonas, o hacia una escalera o pasillo protegido desde otras zonas, entendiendo que dichos huecos suponen áreas de fachada donde no se alcanza una resistencia al fuego mínima EI 60.

Además, los elementos verticales separadores de otros edificios cumplen una resistencia al fuego mínima EI 120, garantizada mediante valores tabulados reconocidos (Anejo F DB SI 'Resistencia al fuego de los elementos de fábrica').

La limitación del riesgo de propagación vertical del incendio por la fachada se efectúa reservando una franja de un metro de altura, como mínimo, con una resistencia al fuego mínima EI 60, en las uniones verticales entre sectores de incendio distintos, entre zonas de riesgo especial alto y otras zonas más altas del edificio, o bien hacia una escalera protegida o hacia un pasillo protegido desde otras zonas.

Las siguientes tablas del anejo F del DB SI muestran las resistencias de los materiales.

Tipo de revestimiento		Espesor de la fábrica en mm						
		Con ladrillo hueco			Con ladrillo macizo o perforado		Con bloques de arcilla aligerada	
		40<e≤80	80<e≤110	e>110	110<e≤200	e>200	140<e≤240	e>240
Sin revestir		(1)	(1)	(1)	REI-120	REI-240	(1)	(1)
Enfoscado	Por la cara expuesta	(1)	EI-60	EI-90	EI-180	EI-240	EI-180	EI-240
	Por las dos caras	REI-30	REI-90	REI-120	REI-180	REI-240	REI-180	REI-240
Guarnecido	Por la cara expuesta	EI-60	EI-120	EI-180	EI-240	EI-240	EI-240	EI-240
	Por las dos caras	EI-90	EI-180	EI-240	EI-240	EI-240	EI-240	EI-240

Tabla 42 Resistencia al fuego de muros y tabiques de fábrica de ladrillo cerámico o sílico-calcáreo

(1) No es usual

Tipo de cámara	Tipo de árido	Tipo de revestimiento	Espesor nominal en mm	Resistencia al fuego
Simple	Silíceo	Sin revestir	100	EI-15
			150	REI-60
			200	REI-120
	Calizo	Enfoscado por las dos caras	100	EI-60
			150	REI-90
			200	REI-180
	Volcánico	Sin revestir	120	EI-120
			200	REI-180
		Guarnecido por la cara expuesta	120	EI-120
		Guarnecido por las dos caras	90	EI-180
		Guarnecido por la cara expuesta (enfoscado por la cara exterior)	120	EI-180
			200	REI-240
	Arcilla expandida	Sin revestir	200	REI-120
Doble	Arcilla expandida	Sin revestir	200	REI-180

Tabla 43 Resistencia al fuego de muros y tabiques de fábrica de bloques de hormigón

Evacuación y vías de evacuación

Según la exigencia básica SI 3- Evacuación de ocupantes, el edificio dispondrá de los medios de evacuación adecuados para que los ocupantes puedan abandonarlo o alcanzar un lugar seguro dentro del mismo en condiciones de seguridad.

Cuando un cambio de uso afecte únicamente a parte de un edificio, el DB SI se debe aplicar a dicha parte, así como a los medios de evacuación que la sirvan y que conduzcan hasta el espacio exterior seguro, estén o no situados en ella.

En cumplimiento del citado DB SI 3 se cumplirá con las siguientes prescripciones de carácter general:

- El garaje dispondrá de 1 salida de emergencia, el **recorrido máximo es de18,67 m** en el peor de los casos, por debajo de los 35 metros de longitud máxima del recorrido de evacuación que indica la tabla 3.1 del DB SI 3,*Número de salidas de planta y longitud de los recorridos de evacuación.*
- Se realiza a través de una escalera especialmente protegida con salida al espacio exterior seguro.
- La escalera de salida de evacuación de personas tendrán las siguientes características:
  - La **huella** de la escalera será como **mínimo 28 cm y** la **contrahuella** será **de 13 cm como mínimo a18,5 cm como máximo.** *Según DB SU punto 4.2.1 peldaños tendrán los valores máximos y mínimos citados anteriormente.* Deberán mantenerse estos valores durante toda la escalera.
  - La **anchura libre** de la escalera será como mínimo de **0,80 metros,** dado que nuestra ocupación es de 10 personas y que en la *Tabla 4.1 del DB SI punto 4 dimensionado de los medios de evacuación punto 4.2 cálculo* nos indica que para escaleras protegidas la anchura mínima es de 0,80 m en escaleras previstas para 10 personas como máximo y éstas sean usuarios habituales de la misma. En esta misma tabla se indican dos opciones para la anchura de la puerta, para escaleras protegidas la anchura libre de las **puertas será como mínimo del 80%** de la propia escalera con la que comunica o la puerta tendrá un mínimo de 0,80 m, por lo que escogemos la más restrictiva que es la de 0,80 m. Tendrá la apertura en el sentido de la evacuación.
  - Se dispondrá de un pasamanos al menos en un lado que **irá ubicado a una altura entre 0,90 y 1,10 metros** respecto a los pies, éste será firme y fácil de asir, estará separado del paramento al menos 40 mm y su sistema de sujeción no interferirá el paso continuo de la mano. *DB SU punto 4.2.4 pasamanos*
  - **NO** se dispondrá de tramos de escalera **inferiores a 3 escalones.** *DB SU punto 4.2.2 tramos*
  - En caso de disponer de **rellano intermedio, éste será de 1 metro** como mínimo. *DB SU punto 4.2.3*
- Las zonas del recinto consideradas como **vías de evacuación, se han de mantener exentas de objetos.**

- Las puertas de salida son abatibles con eje de giro vertical y fácilmente operables.
- Los pasillos de evacuación sin obstáculos, aunque en ellos podrán existir elementos salientes localizados en las paredes, tales como soportes, cercos, bajantes o elementos fijos de equipamiento, siempre que, excepto en el caso de los extintores, se respete la anchura mínima establecida y que no reduzca más de 10 cm la anchura calculada para la evacuación de las personas del sector.

Señalización de los medios de evacuación

Conforme a lo establecido en el *DB SI 3 apartado 7 señalización de los medios de evacuación*, se utilizarán señales de evacuación, definidas en la norma UNE 23034:1988, dispuestas conforme a los siguientes criterios:

- Las salidas de recinto, planta o edificio tendrán una señal con el rótulo "SALIDA", excepto en edificios de uso 'Residencial Vivienda' o, en otros usos, cuando se trate de salidas de recintos cuya superficie no exceda de 50 m², sean fácilmente visibles desde todos los puntos de dichos recintos y los ocupantes estén familiarizados con el edificio.

Figura 52 Señal de salida

- La señal con el rótulo "Salida de emergencia" se utilizará en toda salida prevista para uso exclusivo en caso de emergencia.

Figura 53 Señal salida de emergencia

- Se dispondrán señales indicativas de dirección de los recorridos, visibles desde todo origen de evacuación desde el que no se perciban directamente las salidas o sus señales indicativas.

Figura 54 Señal indicativa de emergencia

- En los puntos de los recorridos de evacuación en los que existan alternativas que puedan inducir a error, también se dispondrán las señales antes citadas,

de forma tal que quede claramente indicada la alternativa correcta. Tal es el caso de determinados cruces o bifurcaciones de pasillos, así como de aquellas escaleras que, en la planta de salida del edificio, continúen su trazado hacia plantas más bajas, etc.

- En dichos recorridos, junto a las puertas que no sean salida y que puedan inducir a error en la evacuación, debe disponerse la señal con el rótulo "Sin salida" en lugar fácilmente visible pero en ningún caso sobre las hojas de las puertas.

Figura 55 Señales de sin salida

- Las señales se dispondrán de forma coherente con la asignación de ocupantes que se pretenda hacer a cada salida de planta, conforme a lo establecido en el apartado *4 dimensionado de los medios de evacuación del DB SI 3.*
- Las señales serán visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal.Cuando sean fotoluminiscentes, sus características de emisión luminosa cumplirán lo establecido en las normas UNE 23035-1:2003, UNE 23035-2:2003y UNE 23035-4:2003 y su mantenimiento se realizará conforme a lo establecido en la norma UNE 23035-3:2003.

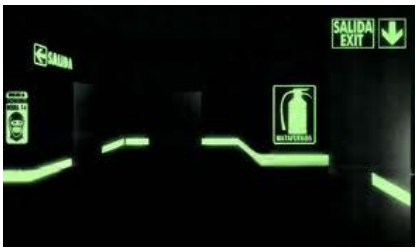


Figura 56 Señales luminiscentes

- El tamaño de las señales será:
  - 210 x 210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m;
  - 420 x 420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m;
  - 594 x 594 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30 m.

Control del humo de incendio

Dada la presencia en el edificio de una zona de uso 'Aparcamiento', sin consideración deaparcamiento abierto, se instalará un sistema de control del humo de

incendio capaz de garantizar dicho control durante la evacuación de los ocupantes, de forma que ésta se pueda llevar a cabo en condiciones de seguridad.

Según lo expuesto en el apartado *8 control del humo de incendio del DB SI 3*, el sistema de control del humo en este caso puede compatibilizarse con el sistema de ventilación por extracción mecánica con aberturas de admisión de aire, previsto en el *DB HS 3 Calidad del aire interior punto 3.1.4 aparcamientos y garajes de cualquier tipo de edificio*; si, además de las condiciones que allí se establecen para el mismo que se explicarán posteriormente, cumple las siguientes condiciones especiales:

- El sistema será capaz de extraer un caudal de aire de 150 l/s por plaza de aparcamiento, activándose automáticamente en caso de incendio mediante una instalación de detección.
- Los ventiladores, incluidos los de impulsión para vencer pérdidas de carga y/o regular el flujo, tendrán una clasificación F40090.
- Los conductos que transcurran por un único sector de incendio tendrán una clasificaciónE60090. Los que atraviesen elementos separadores de sectores de incendio tendrán una clasificación EI 90.

Diseño de las instalaciones necesarias

Instalaciones de señalización

- SEÑALIZACIÓN DE EVACUACIÓN **SI**
- SEÑALIZACIÓN DE LOS MEDIOS DE PORTECCIÓN **SI**
- ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA **SI**

Instalación de detección de alarma

- DETECCIÓN DE INCENDIOS **NO**
- ALARMA **NO**

Instalaciones de extinción

- EXTINTORES MOVILES **SI**
- COLUMNA SECA **NO**
- BOCAS DE INCENDIO EQUIPADAS **SI**
- HIDRANTES **NO**
- SPRINKLERS **NO**
- SPRINKLERS DE ACCIÓN PREVIA **NO**
- EXTINCIÓN AUTOMÁTICA POR HALÓN **NO**
- EXTINCIÓN AUTOMÁTICA POR CO_2**NO**

El garaje dispone de los equipos e instalaciones de protección contra incendios requeridos según la *tabla 1.1 de DB SI 4 Dotación de Instalaciones de protección contra incendios.* El diseño, ejecución, puesta en funcionamiento y mantenimiento de dichas instalaciones, así como sus materiales, componentes y equipos, cumplirán lo establecido, tanto en el *artículo 3.1 del CTE*, como en el *Reglamento de Instalaciones*

de Protección contra Incendios (RD. 1942/1993, de 5 de noviembre), en sus disposiciones complementarias y en cualquier otra reglamentación específica que les sea de aplicación.

Según la tabla citada anteriormente el garaje al no sobrepasar de 500 m^2 sólo necesitaría estar dotado de extintores portátiles de eficacia 21A-113B cada 15 m de recorrido desde todo origen de evacuación para cumplir con las condiciones de dotación de protección contra incendios. Aun así hemos establecido un sistema de control del humo de incendio haciendo caso al punto *8 control del humo de incendio del DB SI 3 evacuación de ocupantes* que se compagina con lo establecido en el punto*3.1.4 aparcamientos y garaje de cualquier tipo de edificio del DB HS 3 calidad del aire interior*.

Según lo establecido en el DB HS en los aparcamientos y garajes debe disponerse un sistema de ventilación que puede ser natural o mecánica, pero como se vio en el DB SI necesitaremos que sea mecánica para poder cumplir con el control del humo de incendios. Por lo tanto se especifica lo siguiente:

- En las zonas de uso 'Aparcamiento' del edificio, se controlará la presencia de monóxido de carbono mediante detectores de CO, asociados a una central modular de detección automática, según las especificaciones de la norma UNE 23300.
- El sistema de detección automática se conecta al sistema de ventilación por extracción mecánica con aberturas de admisión de aire, previsto en el *DB HS 3 Calidad del aire interior*, para la puesta en marcha automática de los aspiradores mecánicos cuando se alcance una concentración de 100 ppm de monóxido de carbono.

Instalaciones de señalización

Señalización de evacuación

Se colocarán **Pictogramas**:

- Cumplirán la norma UNE 23.034 y UNE 1.115.
- Con el texto de **"SALIDA DE EMERGENCIA".**
  - Al recorrido de salida de emergencia del aparcamiento y a las puertas de salida.
- Con el texto de **"SIN SALIDA".**
  - En el marco de la puerta del acceso a los vestíbulos del ascensor.
- Con el texto de **" ESCALERA DE INCENDIOS".**
  - NO es preceptivo.

Señalización de los medios de protección

Los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores, bocas de incendio, hidrantes exteriores, pulsadores manuales de alarma y dispositivos de disparo de sistemas de extinción) están señalizados mediante las correspondientes

señales definidas en la norma UNE 23033-1. Las dimensiones de dichas señales, dependiendo de la distancia de observación, son las siguientes:

- De 210 x 210 mm cuando la distancia de observación no es superior a 10 m.
- De 420 x 420 mm cuando la distancia de observación está comprendida entre 10 y 20 m.
- De 594 x 594 mm cuando la distancia de observación está comprendida entre 20 y 30 m.

Las señales serán visibles, incluso en caso de fallo en el suministro eléctrico del alumbrado normal, mediante el alumbrado de emergencia o por fotoluminiscencia. Para las señales fotoluminiscentes, sus características de emisión luminosa cumplen lo establecido en las normas UNE 23035-1:2003, UNE 23035-2:2003 y UNE 23035-4:2003 y su mantenimiento se realizará conforme a lo establecido en la norma UNE 23035-3:2003.

Figura 57 Señal extintor

Alumbrado de emergencia del local

Se dispondrá de una instalación de alumbrado de emergencia y señalización que garantice una iluminación mínima para la evacuación del local según la exigencia básica *SU 4 Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada.*

- *Dotación*

El apartado *2.1Dotación del DB SU 4* nos dice que los edificios dispondrán de un alumbrado de emergencia que, en caso de fallo del alumbrado normal, suministre la iluminación necesaria para facilitar la visibilidad a los usuarios de manera que puedan abandonar el edificio, evite las situaciones de pánico y permita la visión de las señales indicativas de las salidas y la situación de los equipos y medios de protección existentes. Indicando además que contará con alumbrado de emergencia todo aparcamiento cerrado o cubierto cuya superficie construida exceda de 100 m^2, incluidos los pasillos y las escaleras que conduzcan hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio.

- *Posición y características*

El apartado *2.2 Posición y características de las luminarias* nos dice que con el fin de proporcionar una iluminación adecuada las luminarias cumplirán con lo siguiente:

- Se situarán al menos a 2 m por encima del nivel del suelo;

- Se dispondrá una en cada puerta de salida y en posiciones en las que sea necesario destacar un peligro potencial o el emplazamiento de un equipo de seguridad. Como mínimo se dispondrán en los siguientes puntos:
  - en las puertas existentes en los recorridos de evacuación;
  - en las escaleras, de modo que cada tramo de escaleras reciba iluminación directa;
  - en cualquier otro cambio de nivel;
  - en los cambios de dirección y en las intersecciones de pasillos;

➢ *Características de la instalación*

- La instalación será fija, estará provista de fuente propia de energía y debe entrar automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo de alimentación en la instalación de alumbrado normal en las zonas cubiertas por el alumbrado de emergencia. Se considera como fallo de alimentación el descenso de la tensión de alimentación por debajo del 70% de su valor nominal.
- El alumbrado de emergencia de las vías de evacuación debe alcanzar al menos el 50% del nivel de iluminación requerido al cabo de los 5 s y el 100% a los 60 s.
- La instalación cumplirá las condiciones de servicio que se indican a continuación durante una hora, como mínimo, a partir del instante en que tenga lugar el fallo:
  - En las vías de evacuación cuya anchura no exceda de 2 m, la *iluminancia* horizontal en el suelo debe ser, como mínimo, 1 lux a lo largo del eje central y 0,5 lux en la banda central que comprende al menos la mitad de la anchura de la vía. Las vías de evacuación con anchura superior a 2 m pueden ser tratadas como varias bandas de 2 m de anchura, como máximo.
  - En los puntos en los que estén situados los equipos de seguridad, las instalaciones de protección contra incendios de utilización manual y los cuadros de distribución del alumbrado, la *iluminancia* horizontal será de 5 Iux, como mínimo.
  - A lo largo de la línea central de una vía de evacuación, la relación entre la *iluminancia* máxima y la mínima no debe ser mayor que 40:1.
  - Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión sobre paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que englobe la reducción del rendimiento luminoso debido a la suciedad de las luminarias y al envejecimiento de las lámparas.
  - Con el fin de identificar los colores de seguridad de las señales, el valor mínimo del índice de rendimiento cromático Ra de las lámparas será 40.

➢ *Iluminación de las señales de seguridad*

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

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

Todos los equipos de alumbrado de emergencia cumplirán las Normas UNE al efecto, la norma CTE-DB SI, CTE-DB SU, REBT y estarán homologados. La solución prevista para este proyecto es de luces de emergencia de 60 lúmenes en los siguientes lugares:

- 4 luces de emergencia en zonas de paso centrales del garaje cada 4 metros aproximadamente que dan la luz suficiente tanto al recorrido de evacuación como a los aparatos extintores de incendios.
- 2 luces de emergencia, a la escalera de salida de emergencia.
- 2 luces de emergencia, en los vestíbulos previos de la escalera de salida de emergencia.

Instalaciones de detección de gases

Este tipo de instalación tiene la finalidad de detectar de forma automática una concentración de CO que pueda ser peligrosa para así activar los mecanismos de extracción que son medios de ventilación mecánica. Se tendrá que contratar un servicio de mantenimiento de estos equipos para las revisiones temporales reguladas.

Estarán ubicados según los planos:

- 2 detectores CO.
- Central detección CO.

La central chequea periódicamente todos sus detectores, analiza la concentración de CO facilitada por el detector y compara la concentración con el nivel seleccionado.

Si la concentración es mayor que dicho nivel, se activa el relé de su zona y pone en marcha el primer extractor o grupo de extractores. Si después de un segundo tiempo programable, la concentración se mantiene por encima del nivel seleccionado, arranca el segundo extractor o grupo de extractores.

La central desconecta los extractores después de haber confirmado que la concentración de CO ha descendido por debajo del nivel seleccionado.

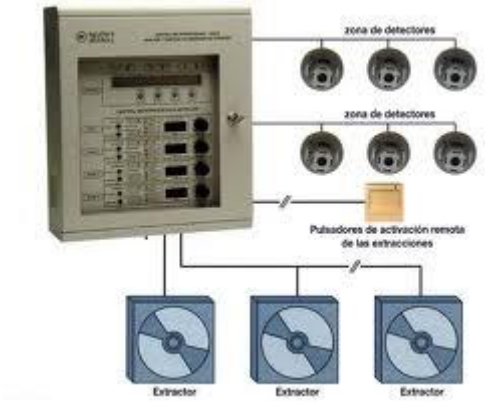


Figura 58 Esquema detección automática

Instalaciones de extinción

Dada la superficie del garaje sólo será necesaria la instalación de extintores móviles sin tener que recurrir a bocas de incendio, columna seca, hidrantes exteriores o instalación automática de extinción.

Estarán ubicados según los planos:

- 5 extintores tipo 21A-113B de 6 Kg.
- 1 extintor tipo CO_2 de 5 Kg al lado del cuadro eléctrico.

No se permite el empleo de agentes extintores conductores de la electricidad sobre fuegos que se desarrollan en presencia de aparatos, cuadros, conductores y otros elementos bajo tensión eléctrica superior a 24 v. La protección de éstos se realizará con extintores de dióxido de carbono, o polvo seco BC o ABC, cuya carga se determinará según el tamaño del objeto protegido con un valor mínimo de 5 Kg de dióxido de carbono y 6 Kg de polvo seco BC o ABC.

El emplazamiento de los extintores portátiles de incendio permitirá que sean fácilmente visibles y accesibles, estarán situados próximos a los puntos donde se estime mayor probabilidad de iniciarse el incendio y su distribución, será tal que el recorrido máximo horizontal, desde cualquier punto del sector de incendio hasta el extintor, no supere 15 m.

Se tendrá que contratar un servicio de mantenimiento de estos equipos para las revisiones temporales reguladas. Las características, criterios de calidad y comprobación de los extintores móviles se ajustaran al "Reglamento de Aparatos a Presión", así como a las Normas UNE correspondientes. Se instalaran sobre soportes fijados a paramentos verticales o pilares, de forma que la parte superior quede como máximo a 1,70 metros del suelo.

9.2. Instalaciones de drenaje de agua

Como medida correctora aplicada para el drenaje del agua en el subterráneo se dispondrá de:

- 1 Depósito en el punto de nivel más bajo, al estar bajo el nivel del alcantarillado.
- 1 Bomba de extracción de agua anexa al depósito.

9.3. Instalaciones de ventilación

Los garajes o aparcamientos tendrán una extracción de humos natural o forzada en caso de incendio.

Según el CTE DB-SI y DB-HS3, para la extracción de humos mecanizada o híbrida, se necesita un caudal de 120 l/coche, con ventiladores clasificados como a $F_{400}90$. Los conductos que transcurren por un único sector de incendio deberán tener una Clasificación $E_{600}90$. Los que atraviesen elementos separadores de sectores de incendio deberán tener una Clasificación EI-90. El circuito de extracción de humos será el mismo para la ventilación.

Según el CTE DB-SI, para la extracción de humos natural es necesario que se considere como aparcamiento abierto, con aperturas permanentes de un 5% de la superficie construida, distribuidas entre las Paredes opuestas de menor distancia.

Existirá una detección automática de monóxido de carbono en servicio permanente que actuará sobre el sistema de ventilación mecánica cuando se sobrepase el límite máximo admitido.

Los detectores de monóxido de carbono serán del tipo de aspiración continua, adaptándose a las normas UNE 23300 y 23301 y deberán estar homologados. Se dimensionaran a razón de uno por cada 200 metros de superficie del garaje o fracción con un mínimo de dos por planta en la zona de rodadura y aparcamiento y lugares con elevada emisión de gases o desfavorablemente ventilados.

Los detectores de CO han de estar situados a una altura sobre el suelo que oscile entre 1,50 y 2,00 m, y en lugares representativos, en consecuencia se colocaran en pilares, paredes o en soportes destinados para este fin y en ningún caso se colocaran en el techo.

Medios de ventilación mecánica *según DB HS 3 calidad del aire interior 3.1.4.2 Medios de ventilación mecánica*

- La ventilación debe realizarse por depresión, debe ser para uso exclusivo del aparcamiento y puede utilizarse una de las siguientes opciones:
  - con *extracción* mecánica;
  - con *admisión* y *extracción* mecánica.
- Debe evitarse que se produzcan estancamientos de los gases contaminantes y para ello, las aberturas de ventilación deben disponerse de la forma indicada a continuación o de cualquier otra que produzca el mismo efecto:
  - haya una *abertura de admisión* y otra de *extracción* por cada 100 m2 de superficie útil;
  - la separación entre *aberturas de extracción* más próximas sea menor que 10 m.

- Como mínimo deben emplazarse dos terceras partes de las *aberturas de extracción* a una distancia del techo menor o igual a 0,5 m.
- En los *aparcamientos compartimentados* en los que la *ventilación* sea conjunta deben disponerse las *aberturas de admisión* en los compartimentos y las de *extracción* en las zonas de circulación comunes de tal forma que en cada compartimento se disponga al menos una *abertura de admisión*.
- Deben disponerse una o varias redes de *conductos de extracción* dotadas del correspondiente *aspirador mecánico,* en función del número de plazas del aparcamiento, para menores o iguales de 15 se hará una red de conductos y para mayores de 15 y menores o iguales de 80 se harán dos redes de conductos. Para mayores de 80 plazas se hará un cálculo en función de estas.
- En los aparcamientos con más de cinco plazas debe disponerse un sistema de detección de monóxido de carbono que active automáticamente los *aspiradores mecánicos* cuando se alcance una concentración de 50 p.p.m. en aparcamientos donde se prevea que existan empleados y una concentración de 100 p.p.m. en caso contrario.

Necesidad de ventilación

En la planta **Sótano** del garaje, se necesita una ventilación de aire del aparcamiento capaz de:

Según *CTE DB-SI 3 evacuación de ocupantes punto 8 control del humo de incendio y DB HS 3 calidad del aire interior punto 1 generalidades punto 2 caracterización y cuantificación de las exigencias tabla 2.1 caudales de ventilación mínimos exigidos*: realizar una renovación de 120l/s por coche:

- La ventilación natural tendría que estar en fachadas opuestas.
- La ventilación forzada seria por depresión con entrada de aire de forma natural, capaz de:
  - Caudal = 17 coches x 120 l/s · coche = **2.040 l/s**
    2040l/s x 3600s/h x 0,001m3/l = **864 m3/h.**
  - **Disponer de dos redes de extracción al disponer de 17 plazas de aparcamiento y encontrarnos entre 15 < P ≤80 plazas**, según *DB HS 3 calidad del aire interior 3.1.4.2 Medios de ventilación mecánica.*
  - La entrada de aire del exterior según *DB HS 3 calidad del aire interior 4.1 aberturas de ventilación tabla 4.1 área efectiva de las aberturas de ventilación de un local,* sería por la propia depresión con una superficie rejada exterior como mínimo de Superficie = 4·Caudal (l/s) = 4· 2040 = 8160 cm^2 = **0,816 m2,** a una velocidad de paso de 2,5 m/s. Preferiblemente la totalidad de la puerta de entrada mediante rejas. En nuestro caso está repartido entre la puerta de entrada y el patio de luz.
  - Disponer de sistema de detección de monóxido de carbono que active automáticamente los aspiradores al llegar a la concentración de 100 p.p.m. o mediante un sistema de programación horaria.

Según DB HS 3 calidad del aire interior 3.2.1 aberturas y bocas de ventilación:

- Las rejas tienen que estar colocadas a menos de 50 cm del techo del local.
- Las canalizaciones de aire a cubierta, sería por un conducto de las dimensiones del último tramo de 600x400 mm.
- Las aperturas al exterior tienen que tener dispositivos que eviten la entrada de agua de la lluvia.
- Las bocas de expulsión:
  - Tienen que tener de un aspirador mecánico.
  - Tienen que tener una malla anti pájaros o similares.
  - Estarán separadas un mínimo de 3,00 m respecto entradas de aire y del límite de parcela.
  - Estarán separadas un mínimo de 10,00 m respecto zonas con ocupación habitual de personas.

Según DB HS 3 calidad del aire interior 4.2.2conductos de extracción mecánica:

Cuando los conductos se dispongan contiguos a un *local habitable*, salvo que estén en la cubierta, para que el nivel sonoro continuo equivalente estandarizado ponderado producido por la instalación no supere 30 dBA, la sección nominal de cada tramo del *conducto de extracción* debe ser como mínimo igual a la obtenida mediante la fórmula 4.1.

Solución para la ventilación

El garaje se dotará de dos canalizaciones de extracción que irán variando de sección según se vayan acercando al punto de extracción donde se conjuntarán en una sola canalización de mayor sección que irá a parar al local de extracción donde se encontrarán los dos motores extractores y de donde partirá la chimenea de extracción que terminará a un metro por encima de la cubierta de vecinos y colindantes en un radio de 15 m.

- Dimensiones de las canalizaciones: serán de acero galvanizado de 0,6/1mm de espesor. Del extremo más alejado a los motores de extracción se partirá con unas dimensiones de 300x250 mm con dos rejillas de extracción por esta sección, a la siguiente intrusión de dos rejillas de extracción se incrementará esta sección a 450x300 mm y a la última intrusión de dos rejillas de extracción se incrementará a 500x350 mm. Los dos brazos de las canalizaciones están instalados en iguales condiciones como se puede ver en los planos. Estos dos brazos convergen en uno solo de 850x350 mm que será el que llega a la sala de extracción donde se encuentran los motores y la chimenea de extracción que tendrá un diámetro de 600 mm.
- Las rejillas de extracción serán de lamas fijas a 45º de 500x150mm con compuerta de regulación, estarán integradas en las canalizaciones.
- La renovación ambiental se realizará por depresión.
- Se instalarán dos extractores de 0,75 CV cada uno y 1700 m^3/h de caudal de aire garantizando.

- Los extractores se instalarán sobre soportes con amortiguadores para evitar la transmisión de vibraciones a la estructura.
- En los tramos en que los conductos transcurran por diferentes sectores de incendio se compartimentaran con material de Resistencia al fuego adecuado a las necesidades de estas zonas. El conducto de salida hasta cubierta tiene que estar cerrado con obra EI120,se colocará material esponjoso para que la chapa vertical no vibre contra las paredes.
- La entrada de aire para la impulsión se cogerá de la parte superior de la reja de la puerta de vehículos y del patio de luz.

Mecanismos de arrancada y parada

La arrancada y parada del sistema de ventilación se podrá realizar manualmente o de forma automática mediante una centralita de detección de monóxido de carbono con unos detectores repartidos en la totalidad del aparcamiento. Para reducir los niveles de ruido a la noche y como que el movimiento de vehículos se prevé mínimo, se prevé hacer una programación de funcionamiento del sistema de ventilación con una serie de **arrancadas programadas**, por ejemplo:

- En horario **diurno**: **8:30, 11:30, 14:30, 17:30 y a las 20:30 con una duración de unos 30 minutos** cada arrancada.
- En horario **nocturno**: **NO se arrancará el motor** desde las 21:00h hasta a las 8:00h.
- Se tendrá que combinar los mecanismos que no funcionen en el horario nocturno ni en verano ni en invierno
- Se sincronizaran los diferentes **motores para que no funcionen dos al mismo tiempo.**
- El sistema de alarma de incendios causará:
  - ARRANCADA de motores de extracción del aparcamiento.
  - PARADA de motor de impulsión del aparcamiento, si lo hubiese.

9.4. Instalación eléctrica

Descripción de la instalación

El suministro de energía eléctrica del garaje se realizará en baja tensión 400V trifásico, se tendrá un consumo de potencia total de 9.056 W – 25A. El cuadro de suministro eléctrico del aparcamiento estará en la planta sótano, al lado de la salida del garaje por la puerta del vestíbulo, disponiendo de contador y cuadro general independientes.

Se realizará una instalación eléctrica empotrado en la obra civil en las zonas comunes y acceso, y canalizada bajo tubo de PVC rígido en la zona de Garaje, atendiendo a lo especificado en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Se instalará un equipo de medida del que parte la línea de alimentación hasta el cuadro general de protección situado en el interior del garaje. Desde dicho punto partirán todas las líneas que alimenten la instalación de todo el local.

Los conductores serán de cobre aislado, de tensión nominal no inferior a 750V. Estarán protegidos mediante tubos PVC rígidos. Estos tubos serán estancos y no propagadores de la llama, y soportaran los 60ºC sin ninguna deformación. El trazado de las canalizaciones se realizará siendo líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan el local de referencia. Los tubos protectores tendrán las medidas necesarias, en función del número, clase y sección de los conductores que han de alojar y tendrán que ser del tipo 4321 y no propagador de la llama según la norma UNE-EN 50.086-2-1. La unión de los conductores se realizará utilizando bornes de conexión. Los tubos que se instalan en montante horizontal se instalarán a partir de 2,20 m de altura sobre el nivel de suelo. No se aceptará disminuciones de sección en una misma línea. A efectos de identificación de circuitos, se mantendrán los colores reglamentados, es decir, verde-amarillo para el conductor de protección, azul para el neutro, negro, marrón o gris para los de fase.

Las instalaciones de alumbrado engloban:

- 7 fluorescentes de 1x58 W de funcionamiento temporal, consumiendo una potencia máxima de 406 W en régimen de total simultaneidad a tensión 230 V, como tensión entre fase y neutro. Para el uso a que se destina esta instalación se estima un coeficiente de simultaneidad de 100% que representa una potencia simultánea de 406 W.
- 6 fluorescentes de 1x58 W de funcionamiento permanente, consumiendo una potencia máxima de 348W en régimen de total simultaneidad a tensión 230 V, como tensión entre fase y neutro. Para el uso a que se destina esta instalación se estima un coeficiente de simultaneidad de 100% que representa una potencia simultánea de 348 W.
- 10 luces de emergencia de 8 W, consumiendo una potencia máxima de 80 W en régimen de total simultaneidad a tensión 230 V, como tensión entre fase y neutro. Para el uso a que se destina esta instalación se estima un coeficiente de simultaneidad de 50% que representa una potencia simultánea de 40 W.

El repartimiento de cargas monofásicas estará realizado atendiendo al mejor equilibrio del sistema trifásico alimentador. La protección individual situada en origen de las líneas estará constituida por un conjunto de pequeños Interruptores Automáticos de intensidad adecuada a la sección del cable a proteger. En cumplimiento de la normativa vigente, los equipos de alumbrado fluorescente dispondrán de cebador, reactancia y condensador de compensación de capacidad, adecuadas para obtener un factor de potencia de 0,85.

Cuadro de protección general

El cuadro estará formado por los siguientes elementos:

- 1 Interruptor magneto térmico de 4x25A, que actuara como interruptor general, dotado de elementos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos (independiente del ICP).
- 4 Interruptores diferenciales de 2x25A/30mA, como protección contra contactos indirectos.

- 1 Interruptor diferencial de 4x25A/30mA, como protección contra contactos indirectos.
- 5 Interruptores magneto térmicos de 2x10 A, como protección contra sobre intensidades de cada uno de los circuitos de alumbrado y alarma de CO.
- 2 Interruptores magneto térmicos de 2x16 A, como protección contra sobre intensidades del circuito motor de la puerta basculante y bomba de achique.
- 1 Interruptor magneto térmico de 4x20A como protección del circuito de extracción de aire.

Las caídas de tensión y secciones se muestran en tabla 45, para el cálculo se han utilizado las fórmulas (2.1.a), (2.1.b), (2.2.c), (2.2.d), (2.2.e) y (2.2.f) del anexo de cálculos.

Tramo	Tensión	Potencia (W)	Longitud (m)	Intensidad (A)	Sección (mm^2)	Caída de tensión (V)
Ventilación	400	1.104	10	1,87 A	4x(1x4)+4	0,14
Puerta	230	552	25	2,82	2x(1x2,5)+2,5	1
Bomba de achique	230	650	20	3,32	2x(1x2,5)+2,5	0,94
Alumbrado 1	230	730,8	32	3,73	2x(1x1,5)+1,5	2,82
Alumbrado 2	230	626,4	29	3,2	2x(1x1,5)+1,5	2,19
Emergencias	230	60	30	50	2x(1x1,5)+1,5	0,2
Detección CO	–	–	–	–	2x(1x1,5)+1,5	–

Tabla 44 Tabla resumen dimensionamiento de líneas del garaje

Exigencia básica HE 3: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación

Los *edificios* dispondrán de instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus *usuarios* y a la vez eficaces energéticamente disponiendo de un sistema de control que permita ajustar el encendido a la ocupación real de la zona, así como de un sistema de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural, en las zonas que reúnan unas determinadas condiciones.

- Documentación justificativa *DB HE 3 punto 1.3documentación justificativa*
  - En la memoria del proyecto para cada zona figurarán junto con los cálculos justificativos al menos:
    - el índice del local (K) utilizado en el cálculo;
    - el número de puntos considerados en el proyecto;
    - el factor de mantenimiento (Fm) previsto;
    - la iluminancia media horizontal mantenida (Em) obtenida;
    - el índice de deslumbramiento unificado (UGR) alcanzado;
    - los índices de rendimiento de color (Ra) de las lámparas seleccionadas;
    - el valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI) resultante en el cálculo.
    - las potencias de los conjuntos: lámpara más equipo auxiliar
  - Asimismo debe justificarse en la memoria del proyecto para cada zona el sistema de control y regulación que corresponda.

- *DB HE 3 punto 2.1 valor de eficiencia energética de la instalación*

La eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona, se determinará mediante el valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m2) por cada 100 lux mediante la siguiente expresión:

$$VEEI = \frac{P \cdot 100}{S \cdot E_m} \quad (9.4.a)$$

Donde:

P la potencia total instalada en lámparas más los equipos auxiliares (W);
S la superficie iluminada (m^2);
Em la iluminancia media horizontal mantenida (lux)

Se entiende por iluminancia o nivel de iluminancia, a la cantidad de flujo luminoso (lúmenes) que emitido por una fuente de luz, llega vertical u horizontalmente a una superficie, dividido por dicha superficie, siendo su unidad de medida el lux.

El nivel de iluminancia debe fijarse en función de:

- El tipo de tarea a realizar (necesidades de agudeza visual)
- Las condiciones ambientales
- Duración de la actividad

Según el tipo de actividad, las iluminancias a considerar serán:

- Horizontales
- Verticales

Con el fin de establecer los correspondientes valores de eficiencia energética límite, las instalaciones de iluminación se identificarán, según el uso de la zona, dentro de uno de los 2 grupos siguientes:

- Grupo 1: Zonas de no representación o espacios en los que el criterio de diseño, la imagen o el estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación, queda relegado a un segundo plano frente a otros criterios como el nivel de iluminación, el confort visual, la seguridad y la eficiencia energética;
- Grupo 2: Zonas de representación o espacios donde el criterio de diseño, imagen o el estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación, son preponderantes frente a los criterios de eficiencia energética.

Según la tabla 2.1 *Valores límite de eficiencia energética de la instalación* los aparcamientos están en zonas de no representación con un **VEEI límite de 5**.

Índice del local K

Es función de:

$$K = \frac{L \cdot A}{H \cdot (L + A)} \quad (9.4.b)$$

Donde:

L	la longitud del local;
A	la anchura del local;
H	la distancia del plano de trabajo a las luminarias.

El número de puntos mínimo a considerar en el cálculo de la iluminancia media (E) será:

- 4 puntos si $K < 1$
- 9 puntos si $2 > K \geq 1$
- 16 puntos si $3 > K \geq 2$
- 25 puntos si $K \geq 3$

Para este proyecto $K \geq 3$ por lo que se habrá de considerar un número de puntos mínimo de 25.

Factor de mantenimiento (Fm)

Será el cociente entre la iluminancia media sobre el plano de trabajo después de un cierto periodo de uso de una instalación de alumbrado y la iluminancia media obtenida bajo la misma condición para la instalación considerada como nueva.

$$F_m = \frac{E_m}{E_{inicial}} \quad (9.4.c)$$

Se debe justificar con un programa de mantenimiento:

- Frecuencia de sustitución de las lámparas.
- Frecuencia de limpieza de las luminarias.

Como valores usuales están 0,8 para ambientes normales y 0,4 para ambientes especialmente polvorientos. Para el caso de aparcamientos se suele coger un 0,5

Iluminancia media horizontal mantenida (Em)

Será valor por debajo del cual no debe descender la iluminancia media en el área especificada. Es la iluminancia media en el período en el que debe ser realizado el mantenimiento.

El garaje se encuentra especificado en una exigencia visual muy baja estando ésta entre valores de 50 a 200 lux según el gráfico del CIE.

Según el *DB SU 4 Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada punto 1 Alumbrado normal en zonas de circulación Tabla 1.1 Niveles mínimos de iluminación* la iluminancia mínima medida en lux para zona interior de vehículos o mixtas ha de ser de 50, medida a nivel del suelo. También se indica que el factor de uniformidad media será del 40% como mínimo, siendo éste el resultado de la división de Emin por Em.

Por lo citado anteriormente el valor de Emin para este caso será de 50 lux.

$$E_m = \frac{\phi}{S} \quad (9.4.d)$$

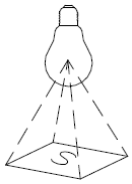


Figura 59 Iluminancia

Se utiliza el programa DIALux para obtener el valor de E_m dado que al ser un número elevado de puntos los que hay que estudiar es complejo realizarlo a mano. El valor de Em obtenido es de 97 lux.

$$\text{Factor de uniformidad} = \frac{E_{min}}{E_m} \quad (9.4.e)$$

Según la ecuación (9.4.e) se obtiene un valor de 0,51 por lo que se comprueba que el factor de uniformidad es correcto dado que es superior al valor indicado de 40% como mínimo.

Una vez sabido el valor de Em podemos calcular VEEI.

Con una potencia de 754 W, una superficie de 347,4 m^2 y un valor de E_m de 97 según la ecuación (9.4.a) se obtiene un **valor de VEEI de 2,23.**

Como se puede observar se está por debajo del valor límite de 5.

Índice de deslumbramiento unificado (UGR)

Es el índice de deslumbramiento molesto procedente directamente de las luminarias de una instalación de iluminación interior, definido en la publicación CIE (Comisión Internacional de Alumbrado) nº 117.

Se calculan mediante DIALux seis puntos para obtener el UGR, dos repartidos en la entrada, dos situados cada uno en una esquina opuesta y los dos últimos situados por la zona central obteniéndose unos resultados de 23, 16, 22, 25, 20 y 22. Estos

resultados son coherentes y válidos dado que la norma UNE-EN 12464 habla de valores de exigencia máxima y mínima 16 y 28 respectivamente.

Se establecerá un valor medio de deslumbramiento de entre todos los obtenidos de 22.

Índice de rendimiento de color (Ra)

Efecto de un iluminante sobre el aspecto cromático de los objetosque ilumina por comparación con su aspecto bajo un iluminante de referencia. La forma en que la luz de una lámpara reproduce los colores de los objetos iluminados se denomina índice de rendimiento de color (Ra). El color que presenta un objeto depende de la distribución de la energía espectral de la luz con que está iluminado y de las características reflexivas selectivas de dicho objeto.

Para las luminarias instaladas en este garaje tendremos un Ra de 85 al tratarse de fluorescencia lineal de 16 mm de diámetro con un tono de luz cálido neutro frío y una vida media entre 8000-12000 horas de aplicación general.

Sistemas de control y regulación

Las instalaciones de iluminación dispondrán, para cada zona, de un sistema de regulación y control con las siguientes condiciones:

- toda zona dispondrá al menos de un sistema de encendido y apagado manual, cuando no disponga de otro sistema de control, no aceptándose los sistemas de encendido y apagado en cuadros eléctricos como único sistema de control. Las zonas de uso esporádico dispondrán de un control de encendido y apagado por sistema de detección de presencia o sistema de temporización;
- se instalarán sistemas de aprovechamiento de la luz natural, que regulen el nivel de iluminación en función del aporte de luz natural, en la primera línea paralela de luminarias situadas a una distancia inferior a 3 metros de la ventana, y en todas las situadas bajo un lucernario.

Zonas de no representación: Aparcamientos									
VEEI máximo admisible: 5.00 W/m^2									
Planta	Recinto	Índice del local	Número de puntos considerados en el proyecto	Factor de mantenimiento previsto	Potencia total instalada en lámparas + equipos auxiliares	Valor de eficiencia energética de la instalación	Iluminancia media horizontal mantenida	Índice de deslumbramiento unificado	Índice de rendimiento de color de las lámparas
		K	n	Fm	P (W)	VEEI (W/m^2)	Em (lux)	UGR	Ra
Sótano	Garaje	3	80	0,5	754	4,34	97	22	85

Tabla 45 Valores eficiencia energética

Instalación de maquinaria

La maquinaria existente en la presente actividad es la que a continuación se detalla:

- Puerta basculante con motor de 0,5 CV.
- Aspiración de garaje con dos motores de 0,75 CV cada uno.

9.5. Estudio vibroacústico

Se trata de una actividad que en ningún caso producirá ruidos ni vibraciones permanentes, aun así se tendrá que evitar toda energía acústica susceptible de alterar el bienestar fisiológico o psicológico, interfiriendo y perturbando el desarrollo normal de las actividades cotidianas.

Según el DB HR se definirán los tipos de recintos que interfieren en este proyecto:

- ***Recinto de actividad*****:** Aquellos recintos**,** en los edificios de uso residencial (público y privado), hospitalario o administrativo, en los que se realiza una actividad distinta a la realizada en el resto de los *recintos* del edificio en el que se encuentra integrado, siempre que el nivel medio de presión sonora estandarizado, ponderado A, del *recinto* sea mayor que 70dBA. Por ejemplo, actividad comercial, de pública concurrencia, etc.

  A partir de 80dBA se considera *recinto ruidoso*.

  Todos los aparcamientos se consideran recintos de actividad respecto a cualquier uso salvo los de uso privativo en vivienda unifamiliar.

- ***Recinto de instalaciones*****:** *Recinto* que contiene equipos de instalaciones colectivas del edificio, entendiendo como tales, todo equipamiento o instalación susceptible de alterar las condiciones ambientales de dicho *recinto*. A efectos de este DB, el recinto del ascensor no se considera un recinto de instalaciones a menos que la maquinaria esté dentro del mismo.
- ***Recinto habitable*****:** *Recinto* interior destinado al uso de personas cuya densidad de ocupación y tiempo de estancia exigen unas condiciones acústicas, térmicas y de salubridad adecuadas. Se consideran *recintos habitables* los siguientes:
  a) habitaciones y estancias (dormitorios, comedores, bibliotecas, salones, etc.) en edificios residenciales;
  b) aulas, salas de conferencias, bibliotecas, despachos, en edificios de uso docente;
  c) quirófanos, habitaciones, salas de espera, en edificios de uso sanitario u hospitalario;
  d) oficinas, despachos; salas de reunión, en edificios de uso administrativo;
  e) cocinas, baños, aseos, pasillos. distribuidores y escaleras, en edificios de cualquier uso;
  f) cualquier otro con un uso asimilable a los anteriores.

En el caso en el que en un *recinto* se combinen varios usos de los anteriores siempre que uno de ellos sea protegido, a los efectos de este DB se considerará *recinto protegido*.

Se consideran *recintos no habitables* aquellos no destinados al uso permanente de personas o cuya ocupación, por ser ocasional o excepcional y por ser bajo el tiempo de estancia, sólo exige unas condiciones de salubridad adecuadas. En esta categoría se incluyen explícitamente como no habitables los trasteros, las cámaras técnicas y desvanes no acondicionados, y sus zonas comunes.

- ***Recinto protegido*:** *Recinto habitable* con mejores características acústicas. Se consideran *recintos protegidos* los *recintos habitables* de los casos a), b), c), d).

Según lo establecido con anterioridad sabemos que el garaje será un recinto de actividad de distinto uso al principal del edificio que es residencial siendo recinto protegido y habitable según el caso.

En el *DB HR punto 2 caracterización y cuantificación de las exigencias punto 2.1.1 aislamiento acústico a ruido aéreo apartado a) recintos protegidos punto iii protección frente al ruido generado en recintos de instalaciones y en recintos de actividad:*

El *aislamiento acústico a ruido aéreo*, DnT,A, entre un *recinto protegido* y un *recinto de instalaciones*, o un *recinto de actividad*, colindantes vertical u horizontalmente con él, no será menor que 55dBA.

En el apartado b) recintos habitables punto iii) Protección frente al ruido generado en recintos de instalaciones y en recintos de actividad:

El *aislamiento acústico a ruido aéreo*, DnT,A, entre un *recinto habitable* y un *recinto de instalaciones*, o un *recinto de actividad*, colindantes vertical u horizontalmente con él, siempre que no compartan puertas, no será menor que 45dBA. Cuando sí las compartan, el índice global de reducción acústica, ponderado A, RA, de éstas, no será menor que 30dBA y el índice global de reducción acústica, ponderado A,RA, del cerramiento no será menor que 50dBA.

En el punto *2.1.2 Aislamiento acústico a ruido de impactos punto a) en los recintos protegidos punto ii)Protección frente al ruido generado de recintos de instalaciones o en recintos de actividad:*

El *nivel global de presión de ruido de impactos*, L'nT,w, en un *recinto protegido* colindante vertical, horizontalmente o que tenga una arista horizontal común con un *recinto de actividad* o con un *recinto de instalaciones* no será mayor que 60 dB.

En el apartado b) recintos habitables punto i) protección frente al ruido generado de recintos de instalaciones o en recintos de actividad:

El *nivel global de presión de ruido de impactos*, L'nT,w, en un *recinto habitable* colindante vertical, horizontalmente o que tenga una arista horizontal común con un *recinto de actividad* o con un *recinto de instalaciones* no será mayor que 60 dB.

Fuentes de vibraciones

Los elementos que pueden generar vibraciones son:

- El sistema de ventilación

  Las vibraciones las genera al tener el motor en funcionamiento y en su arrancada

- La puerta de acceso de vehículos

  Las vibraciones que producen son de impacto al final de recorrido de cerrado y abierto

Horarios:

- Horario Diurno: Los niveles de vibración serán, debidos al sistema de ventilación y a la puerta de acceso
- Horario Nocturno: Los niveles de vibración serán nulos o cuasi nulos, al no funcionar el sistema de ventilación y no tener ningún tráfico de entrada y salida de vehículos. La excepción será en caso que se activen para detección de incendio, siendo un caso excepcional y esporádico.

Soluciones amortiguadoras de vibraciones

- El sistema de ventilación

  Los niveles sonoros de vibración de los ventiladores se corregirán con el uso de elementos amortiguadores compuestos del caucho ubicados a las bancadas en que es soportan los ventiladores, bajo los puntos de soporte de estos. Las juntas de los conductos serán del tipo Pittsburg.

- La puerta de acceso de vehículos

  Los niveles sonoros de impacto de las puertas se corregirán con el uso de 4 elementos amortiguadores compuestos del caucho ubicados a la zona inferior de la puerta enrollable, donde se producen los impactos con el suelo. Estos elementos se dispondrán uniformemente repartidos a la anchura de la puerta.

Fuentes de ruidos

Los elementos que pueden generar ruidos son:

- El sistema de ventilación.

  El ventilador escogido del motor 1, genera un ruido de unos **66 dB(A)**, en la extracción y el ventilador escogido del motor 2, genera un ruido de unos **66 dB(A),** en la extracción.

- La puerta de acceso de vehículos.

  Los niveles sonoros que producen son de impacto al **final de recorrido** de cerrado y abierto.

Los niveles acústicos a considerar en total son de unos 70 dBA, por lo que no entraríamos en la calificación de recinto ruidos que especifica el DB HR siendo necesario superar los 80 dBA para entrar en esta categoría.

- **Horario Diurno:** Los niveles de ruido serán **próximos a los 70 dBA**, al tener los motores de ventilación y no tener de otros mecanismos que generen.
- **Horario Nocturno:** Los niveles de ruido serán **nulos o cuasi nulos**, al no funcionar el sistema de ventilación y no tener mucho tráfico de entrada y salida de vehículos. La excepción será en caso que se active por detección de incendio, siendo un caso excepcional y esporádico

Se ha considerado como máximo un nivel de ruido del equipos funcionando, todo y que el nivel de ruido real será inferior, teniendo en cuenta la separación de los equipos y sus ubicaciones. El horario de funcionamiento del sistema de ventilación será el diurno, disponiendo de un sistema de temporizador como accionamiento del motor de ventilación y este se programará para que accione el funcionamiento.

Soluciones de aislamiento acústico

Clasificación de las particiones según el DB HR

Para aplicar esta opción, es necesario conocer la clasificación que el DB HR establece de las particiones interiores:

- **La tabiquería** está compuesta por aquellas particiones de distribución interior de las unidades de uso. Por ejemplo: los tabiques de una vivienda;
- **Los elementos de separación verticales, ESV,** son aquellas particiones verticales que separan:
  - Una unidad de uso de cualquier otro recinto habitable o protegido del edificio. Por ejemplo, las particiones que delimitan un aula, una vivienda o una habitación de hotel.

−Un recinto habitable o protegido del edificio, de un recinto de instalaciones o de actividad.

- **Los elementos de separación horizontales, ESH,** son aquellas particiones horizontales que separan:

  − Una unidad de uso de cualquier otro recinto habitable o protegido del edificio

  − Un recinto habitable o protegido del edificio, de un recinto de instalaciones o de actividad. Por ejemplo: El forjado que separa dos plantas de viviendas en el caso de un edificio residencial privado.

Luego se tendrá que estudiar con respecto a la licencia de actividad del garaje elementos de separación verticales con respecto a recintos habitables y elementos de separación horizontales con respecto a recintos habitables y protegidos.

Separaciones verticales

Los tipos de separaciones verticales que se indican en el *DB HR 3.1.2.3.1 Definición y composición de los elementos de separación.*

- tipo 1: Elementos compuestos por un elemento base de una o dos hojas de fábrica, hormigón o *paneles prefabricados pesados* (Eb), sin *trasdosado* o con un *trasdosado* por ambos lados(Tr);
- tipo 2: Elementos de dos hojas de fábrica o *paneles prefabricado pesados* (Eb), con *bandas elásticas* en su perímetro dispuestas en los encuentros de, al menos, una de las hojas con forjados, suelos, techos, pilares y *fachadas*;
- tipo 3: Elementos de dos hojas de *entramado autoportante* (Ee).

En todos los elementos de dos hojas, la cámara debe ir rellena con un material absorbente acústico o amortiguador de vibraciones.

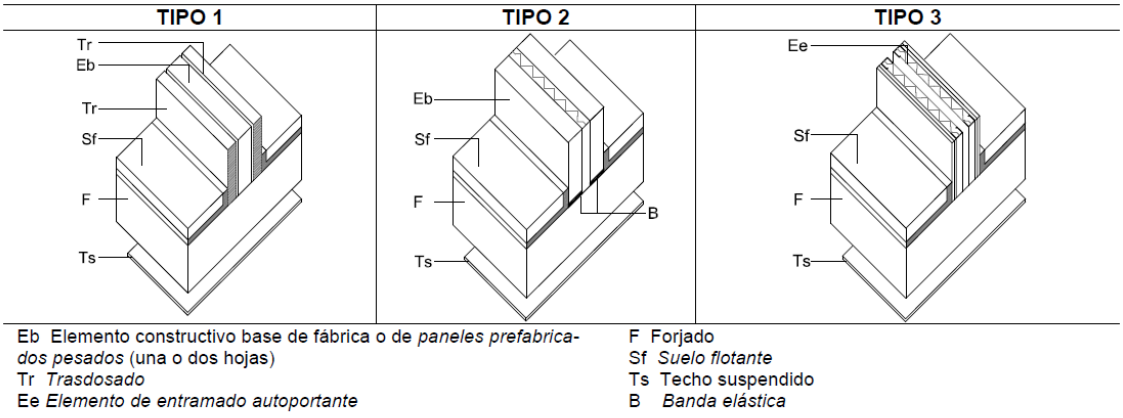


Figura 60 Composición de los elementos de separación entre recintos verticales

Luego nos deberemos de fijar en el punto *3.1.2.3.4 Condiciones mínimas de los elementos de separación verticales* y en su *Tabla 3.2. Parámetros acústicos de los componentes de los elementos de separación verticales* para elegir el elemento de separación vertical que consideremos más acorde a nuestro caso, habrá más de una opción en la que cada técnico establecerá su criterio. Una vez elegido el tipo de separación vertical nos iremos al catálogo de elementos constructivos del CTE del ministerio de Fomento donde tendremos que buscar el tipo de material que cumpla con nuestras exigencias mínimas de proyecto y las mínimas establecidas según el tipo seleccionado de la tabla 3.2.

Tabla 3.2. Parámetros acústicos de los componentes de los elementos de separación verticales

Elementos de separación verticales				
Tipo	**Elemento base[1][2] (Eb - Ee)**		***Trasdosado*[3] (Tr)** (en función de la tabiquería)	
			Tabiquería de fábrica o *paneles prefabricados pesados*[4]	**Tabiquería de *entramado autoportante***
	m kg/m²	R_A dBA	ΔR_A dBA	ΔR_A dBA
TIPO 1 Una hoja o dos hojas de fábrica con *Trasdosado*	67	33		16[8][11]
	120	38		14[8][11]
	150[7]	41[7]	16[8]	13[11]
	180	45	13	9[11] (12)[11]
	200	46	11[11]	10[13] (10)[11]
	250	51	6[13]	4[13] (8)[13]
	300	52	3[13] 8 (9)	3[13] (8)[13]
	300[7]	55[7]	-	-
	350	55	5[13] (8)[11]	0[13] (6)[13]
	400	57	0[13] 2[13] (6)[13]	0[13] (6)[13]
TIPO 2 Dos hojas de fábrica con *bandas elásticas* perimétricas	130[5]	54[5]	-	-
	170[5]	54[5]	-	-
	(200)[5]	(61)[5]	-	-
TIPO 3 *Entramado autoportante*	44[12]	58[12]		
	(52)[9]	(64)[9]		
	(60)[10]	(68)[10]		

Figura 61 Tabla parámetros acústicos de los componentes de los elementos de separación verticales

4.4.2 De dos hojas de fábrica con bandas elásticas. Tipo 2

PARTICIÓN INTERIOR VERTICAL/ MEDIANERÍA
DE FÁBRICA
De dos hojas con bandas elásticas

RI revestimiento interior (Guarnecido o enlucido)
HF hoja de fábrica
LH ladrillo cerámico hueco
LH PF ladrillo cerámico hueco de pequeño formato
LH GF ladrillo cerámico hueco de gran formato
LP ladrillo perforado
BC bloque cerámico aligerado machihembrado
BP bloque de picón
B banda elástica(1)
AT aislante: lana mineral(2)

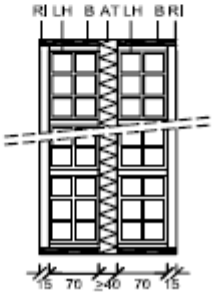
Código	Sección	Hojas de fábrica HF_1	Hojas de fábrica HF_2	HE U (W/m^2K)	HR(3) R_A (dBA)	HR(3) m (kg/m^2)
P3.1		LH PF		$1/(0,63+R_{AT})$	53 [55]	148 [170]
		LH GF		$1/(0,97+R_{AT})$	53 [55]	110 [130]

Figura 62 Partición interior vertical. Catálogo de elementos constructivos

En este caso se escogerá un elemento de separación vertical **TIPO 2** Dos hojas de fábrica con *bandas elásticas* perimétricas de la tabla 3.2 del DB HR y del catálogo de elementos constructivos se escogerá el código P3.1 del punto 4.4.2. Por lo que tendremos una partición interior vertical de fábrica de dos hojas con bandas elásticas formadas por:

RI	revestimiento interior. Enlucido de yeso de 1 cm.
LH PF	ladrillo cerámico hueco doble de pequeño formato de 7 cm
B	banda elástica. Poliestireno expandido elastificado (EEPS) de 1 cm
AT	aislante. Lana mineral de 4 cm

Lo que nos da unos valores mínimos de aislamiento R_A 53 dBA y m (masa por unidad de superficie del elemento base)de 148 Kg/m^2.

Las puertas deberán tener un aislamiento mínimo de 30 dBA.

No se dispone de ventanas en estas separaciones.

Con estos valores cumplimos con lo especificado en la tabla 3.2 y los aislamientos mínimos de separación entre recinto de actividad y recinto habitable.

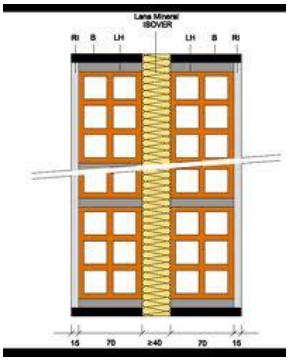


Figura 63 Elemento de separación vertical de doble hoja

En la siguiente imagen se muestra una separación vertical con ladrillo hueco doble apoyado sobre bandas elásticas y cámara rellena con material absorbente acústico de espesor 4 cm.

Figura 64 Ejemplo de separación vertical de doble hoja

Separaciones horizontales

Los elementos de separación horizontales están formados por el forjado (F), suelo flotante (Sf) y, en algunos casos, el techo suspendido (Ts) como se puede ver en la figura 66 anterior.

Según el punto *3.1.2.3.5 Condiciones mínimas de los elementos de separación horizontales* cualquier recinto de instalaciones o de actividad que sea colindante horizontalmente con un recinto protegido o habitable del edificio debe disponer de un suelo flotante cuya reducción del nivel global de presión de ruido de impactos, ΔLw, sea la especificada en la *tabla 3.3.Parámetros acústicos de los componentes de los elementos de separación horizontales.* En esta tabla elegiremos el tipo de forjado acorde a nuestras exigencias.

Tabla 3.3. Parámetros acústicos de los componentes de los elementos de separación horizontales.

Forjado[1] (F)		*Suelo flotante* y techo suspendido (Sf) y (Ts) en función de la tabiquería									
		Tabiquería de fábrica o de *paneles prefabricados pesados* con apoyo directo en el forjado			Tabiquería de fábrica o de *paneles prefabricados pesados* con *bandas elásticas* o apoyada sobre el *suelo flotante*.			Tabiquería de *entramado autoportante*			
		Suelo flotante[2][3]		Techo suspendido[5]	*Suelo flotante*[2][3]		Techo suspendido[5]	*Suelo flotante*[2][3]		Techo suspendido[5]	Condiciones de la fachada[6]
m kg/m²	R_A dBA	ΔL_w dB	ΔR_A dBA	ΔR_A dBA	ΔL_w dB	ΔR_A dBA	ΔR_A dBA	ΔL_w dB	ΔR_A dBA	ΔR_A dBA	
250	49				22	0 2 9	10 5 0	21	0 2	2 0	2H
									0 2 9	9 5 0	1H
					(27)	(6) (9)	(15) (10)	(26)	(0) (2) (6) (9) (11)	(11) (9) (5) (2) (0)	2H
											1H
300[4]	52	18	3 8 9	15 5 4	16	0 2 4	4 1 0	16	0 0 2	0 2 0	2H 1H
					(21)	(3) (7) (8) (9)	(15) (6) (5) (4)	(21)	(0) (2) (5) (10)[7]	(5) (4) (0) (0)[7]	2H
									(7) (9)	(15) (11)	1H
350[4]	54	16	0 1 2 8 12	12 8 5 1 0	15	0	0	14	0 0 5	0 5 0	1H ó 2H
					(19)	(1) (4) (5) (8)	(11) (5) (4) (2)	(19)	(0) (2) (3) (8)[7]	(3) (2) (0) (0)[7]	2H
									(5) (7) (8)	(7) (5) (4)	1H

Figura 65 Tabla parámetros acústicos de los elementos de separación horizontales

Una vez elegido el tipo de separación horizontal nos iremos al catálogo de elementos constructivos del CTE del ministerio de Fomento donde tendremos que buscar el tipo de material que cumpla con nuestras exigencias mínimas de proyecto y las mínimas establecidas según el tipo seleccionado de la tabla 3.3.

3.18.2 Forjados reticulares

Forjados reticulares										
Descripción			HE				HR[7]			
Forjado con	canto mm	m[1] kg/m²	ρ[1] kg / m³	R[2] m²·K/ W	c_p J / kg·K	μ	R_A dBA	R_{Atr} dBA	$L_{n,w}$ dB
Piezas de entrevigado cerámicas	250	319	1277	0,15	1000	10	53	48	76
	300	365	1215	0,18	1000	10	55	50	74
	350	409	1169	0,20	1000	10	57	52	72
Piezas de entrevigado de hormigón	250	335	1338	0,13	1000	10	54	49	76
	300	385	1285	0,15	1000	10	56	51	73
	350	433	1238	0,18	1000	10	58	53	72
	400	483	1208	0,20	1000	10	59	54	70
	450	533	1185	0,22	1000	10	61	56	69

Figura 66 Tabla forjados reticulares. Catálogo de elementos constructivos

4.5.1 Suelos flotantes

SUELOS FLOTANTES

AC acabado
- MD tablero de madera

SF suelo flotante
- S soporte del acabado
  - M capa de mortero [1]
  - YL placa de yeso laminado[2]
- AR material aislante de ruido de impactos[3]
  - MW lana mineral [4]
  - PE polietileno
    - PE-E espuma de polietileno expandido[5]
    - PE-R espuma de polietileno reticulado[6]
  - EEPS poliestireno expandido elastificado[7]

SR forjado u otro soporte resistente

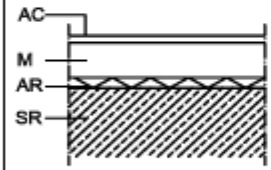
Código	Sección	Aislante a ruido de impactos AR		HE[8]	HR[9]	
		tipo	espesor mm	R_{SF} (m²K/W)	ΔR_A (dBA)	ΔL_w (dB)
S01		MW	12	$0,02+R_{AR}$	10[175] 10[200] 9[225] 8[250] 7[300] 6[350] 5[400] 5[450] 4[500]	27
			20		13[175] 12[200] 11[225] 10[250] 9[300] 8[350] 6[400] 6[450] 5[500]	30
			30		13[175] 12[200] 11[225] 10[250] 9[300] 8[350] 6[400] 6[450] 5[500]	33

Figura 67 Tabla suelos flotantes. Catálogo elementos constructivos

En este caso se escogerá un elemento de separación horizontal con forjado reticular de entrevigado de hormigón de 30 cm y un suelo flotante formado por:

AC	Acabado de terrazo
M	Capa de mortero de 50 mm de espesor
AR	Aislante lana mineral de 12 mm
SR	Forjado reticular

Con estos materiales conseguimos unos valores de aislamiento R_A 56 dBA, m (masa por unidad de superficie del elemento base) de 385 Kg/m^2 y ΔL_W 27 dB (reducción del nivel global de presión de ruido de impactos) con lo que cumplimos con lo especificado en la tabla 3.3 y lo exigido para el proyecto.

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

- REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN.

  Autor: Ministerio de Fomento.

- GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN AL REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO DE BAJA TENSIÓN.

  Autor: Ministerio de Industria, Energía y Turismo

- CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (CTE).

  Autor: Ministerio de Fomento.

- CATÁLOGO DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS DEL CTE.

  Autor: Ministerio de Fomento.

- ESPECIFICACIÓN PARTICULAR DE INSTALACIONES DE ENLACE.

  Autor: Unión Fenosa.

- PROYECTO TIPO UNIÓN FENOSA REDES SUBTERRÁNEAS DE BAJA TENSIÓN.

  Autor: Unión Fenosa.

- PROYECTO TIPO PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE DISTRIBUCIÓN EN EDIFICIO NO PREFABRICADO.

  Autor: Unión Fenosa.

- MÉTODO DE CÁLCULO Y PROYECTO DE INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA PARA CENTROS DE TRANSFORMACIÓN CONECTADOS A REDES DE TERCERA CATEGORÍA.

  Autor: UNESA

  PÁGINAS WEB VISITADAS:

  - www.ormazabal.com
  - www.unionfenosadistribucion.com
  - www.generalcable.es
  - www.soloingenieria.net
  - www.soloarquitectura.com
  - www.safybox.com

PLIEGO DE CONDICIONES

1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

1.1. Ámbito de aplicación

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

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 24.042 "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.

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. nº 8.442/2.002, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- R.D. 3.275/1.982 de 12 de noviembre sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, así como las Órdenes de 6 de julio de 1.984, de 18 de octubre de 1.984 y de 27 de noviembre de 1.987, por las que se aprueban y actualizan las Instrucciones Técnicas Complementarias sobre dicho reglamento.
- R.D. 1.955/2.000 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 363/2.004, de 24 de Agosto por el cual se regúlale procedimiento administrativo para la aplicación del reglamento electrotécnico de baja tensión.
- Normas particulares y normalización de la Empresa Suministradora de Energía Eléctrica.
- Normas tecnológicas de la edificación, instalaciones: IEB: Baja Tensión; IEI: Alumbrado interior; IEP: Puestas a tierra.
- R.D. 486/1.997, de 14 Abril Anexo IV: Reglamentación de iluminación en los lugares de trabajo.

- R.D. 2.267/2.004 De 3 de diciembre de 2.004, sobre seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- R.D 1.942/1.993, Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- R.D. 314/2.006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. BOE nº 74, de 28 de marzo.
- Ley 31/1.995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- R.D.1.627/1.997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- R.D. 485/1.997 de 14 de abril de 1.997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- R.D.1.215/1.997 de 18 de julio de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- R.D. 773/1.997 de 30 de mayo de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

1.4. Seguridad en el trabajo

El Instalador está obligado a cumplir las condiciones que se indican en la *Ley 31/1.995*, d*e8 de noviembre*, de Prevención de Riesgos Laborales y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

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

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

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

1.5. Seguridad pública

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

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

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:

1.6.1. Datos de la 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.

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 de cuenta del Instalador.

1.6.3. Condiciones generales

El Instalador deberá suministrar todos los equipos y materiales indicados en los Planos, de acuerdo al número, características, tipos y dimensiones definidos en las Mediciones y, eventualmente, en los cuadros de características de los Planos.

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

En caso de dudas sobre la interpretación técnica de cualquier documento del Proyecto, la Dirección de obra hará prevalecer su criterio.

Materiales complementarios de la instalación, usualmente omitidos en Planos y Mediciones, pero necesarios para el correcto funcionamiento de la misma, como oxígeno, acetileno, electrodos, minio, pinturas, patillas, estribos, manguitos pasa muros, lubricantes, bridas, tornillos, tuercas, toda clase de soportes, etc, deberán considerarse incluidos en los trabajos a realizar.

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

La oferta incluirá el transporte de los materiales a pié 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.

1.7. Planificación y coordinación

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

- Planos definitivos, acopio de materiales y replanteo.
- Montaje y pruebas parciales de las redes de alimentación de electricidad.
- Montaje de cuadros eléctricos, equipos de control 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.

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.

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.

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 estalaciones.

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.

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.

1.12. Cooperación con otros instaladores

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

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

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 instalados.

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 aislante, equipos de control, medida, etc, que deberán quedar especialmente protegidos.

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

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...).

1.15. Andamios y aparejos

El Instalador deberá suministrar la mano de obra y aparatos, como andamios y aparejos, necesarios para el movimiento horizontal y vertical de los materiales ligeros en la obra desde el lugar de almacenamiento al de emplazamiento.

El movimiento del material pesado y/o voluminoso, desde el camión hasta el lugar de emplazamiento definitivo, se realizará con los medios de la empresa instaladora, bajo la supervisión y responsabilidad del Instalador, salvo cuando en otro Documento se indique que esta tarea está a cargo del mismo Instalador.

1.16. Obras de albañilería

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

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

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

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

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.

1.18. Ruidos y vibraciones

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

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

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

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 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.

1.20. Canalizaciones

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

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

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

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

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

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

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

1.21. Manguitos pasa muros

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

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

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

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

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

1.22. Protección de partes en movimiento

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

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.

1.24. Cuadros y líneas eléctricas

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

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

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

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.

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.

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.

1.27. Pruebas

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

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

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

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

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

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.

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 a 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 cumpliese estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

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.

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.

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.

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.

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.

1.35. Subcontratación de la obras

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

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

- Que se dé conocimiento por escrito al 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 exceda del 50% del presupuesto total de la obra principal.

1.36. Riesgos

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

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

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

1.37. Rescisión del contrato

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

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

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

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

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

1.38. Precios

El Instalador deberá presentar su oferta indicando los precios de cada uno de los Capítulos del documento "Mediciones".

Los precios incluirán todos los conceptos mencionados anteriormente.

Una vez adjudicada la obra, el Instalador elegido para su ejecución presentará, antes de la firma del Contrato, los precios unitarios de cada partida de materiales. Para cada capítulo, la suma de los productos de las cantidades de materiales por los precios unitarios deberá coincidir con el precio, presentado en fase de oferta, del capítulo.

Cuando se exija en el Contrato, el Instalador deberá presentar, para cada partida de material, precios descompuestos en material, transporte y mano de obra de montaje.

1.39. 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.

1.40. 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.

1.41. 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.

ESTUDIO DE SEGURIDAD

1. MEMORIA INFORMATIVA

1.1. Datos de la obra y antecedentes

1.1.1. Emplazamiento

La Instalación se encuentra en la C/ Fernando de Rojas, nº 2, según se aprecia en el plano de situación adjunto.

1.1.2. Denominación

Se trata del acondicionamiento de un garaje de 17 plazas para su licencia de actividad y de la instalación eléctrica de un edificio de viviendas con centro de transformación y red de baja tensión.

1.1.3. Plazo de ejecución

Se tiene programado un plazo de ejecución inicial de seis meses.

1.1.4. Número de trabajadores

En base a los estudios de planeamiento de la ejecución de la obra, se estima que el número máximo de trabajadores alcanzará la cifra de seis trabajadores.

1.1.5. Propiedad

El encargo de éste Estudio de Seguridad ha sido realizado por la Universidad Carlos III, con domicilio social en: Avenida de la Universidad Nº 30, C.P. 28911, Leganés (Madrid).

1.1.6. Lugar del centro asistencial más próximo en caso de accidente

La ubicación del Centro de Salud de la Seguridad Social más próximo a la obra se encuentra en Fuensalida, C/ Beato Juan de Avila nº 13.

2. DESCRIPCION DE LA OBRA Y PROBLEMATICA DE SU ENTORNO

2.1. Tipo de obra

La obra en objeto del presente estudio está formada por el acondicionamiento de un garaje de 17 plazas para su licencia de actividad y la instalación eléctrica de un edificio de 17 viviendas junto con su centro de transformación y red de distribución en Baja Tensión.

2.1.1. Obras auxiliares

Estará comprendido en este apartado el acondicionamiento del garaje, la colocación de puerta abatible, así como el pintado de todo el local.

2.1.2. Suministro de energía eléctrica

La energía eléctrica necesaria tanto para la ejecución de las instalaciones, como para el funcionamiento normal se tomará del cuadro de protección existente en el local.

2.1.3. Suministro de agua potable

Se tomara de la red existente en el local.

2.1.4. Características del vertido de aguas sucias a los servicios higiénicos

Existe una acometida a la red de alcantarillado público, no siendo necesaria la realización de trabajos de pocería.

3. MEMORIA DESCRIPTIVA.

3.1. Aplicación de la seguridad en el proceso constructivo.

3.1.1. Descripción de los trabajos

En las instalaciones, se contemplan los trabajos de: fontanería, electricidad, ventilación.

3.1.2. Riesgos más frecuentes

En acabados:

Carpintería en madera y PVC:

- Caídas de personal al mismo nivel.
- Caídas de personal a diferente nivel en la instalación de la carpintería de PVC.
- Caídas de materiales y de pequeños objetos en la instalación.
- Golpes con objetos.
- Heridas en extremidades inferiores y superiores.
- Riesgos de contacto directo en la conexión de las máquinas herramientas.
- En los acuchillados y lijado de pavimentos de madera, los ambientes pulvígenos.

Acristalamientos:

- Caídas de materiales.
- Caídas de personas a diferente nivel.
- Cortes en las extremidades inferiores y superiores.
- Golpes contra vidrios ya colocados.

Pintura y barnices:

- Intoxicación por emanaciones.
- Explosiones e incendios.

- Caídas al mismo nivel por uso inadecuado de los medios auxiliares.

En instalaciones:

Instalaciones de fontanería y calefacción:

- Golpes contra objetos.
- Heridas en extremidades superiores.
- Quemaduras por la llama del soplete.
- Explosiones e incendios en los trabajos de soldadura.

Instalaciones de electricidad:

- Caídas de personal al mismo nivel, por uso indebido de las escaleras.
- Electrocuciones.
- Cortes en extremidades superiores.

3.1.3. Normas básicas de seguridad

En acabados:

Carpintería en madera y PVC:

Se comprobará al comienzo de cada jornada el estado de los medios auxiliares empleados en su colocación (andamios, así como los cinturones de seguridad y sus anclajes).

Acristalamientos:

- Los vidrios de dimensiones grandes que se montarán en los balcones de las terrazas se manejarán con ventosas.
- En las operaciones de almacenamiento, transporte y colocación de los vidrios se mantendrán en posición vertical, estando el lugar de almacenamiento señalizado y libre de otros materiales.
- La colocación se realizará desde dentro del edificio.
- Se pintarán los cristales una vez colocados.
- Se quitarán los fragmentos de vidrio lo antes posible.

Pinturas y barnices:

- Ventilación adecuada en los lugares donde se realizan los trabajos.
- Estarán cerrados los recipientes que contengan disolventes y alejados del calor y del fuego.

En instalaciones:

Instalaciones de fontanería y ventilación:

- Las máquinas portátiles que se usen tendrán doble aislamiento.
- Nunca se usará como toma de tierra o neutro la canalización de la calefacción.
- Se revisarán las válvulas, mangueras y sopletes para evitar fugas de gases.
- Se retirarán las botellas de gas de las proximidades de toda fuente de calor protegiéndolas del sol.
- Se comprobará el estado general de la herramienta manual para evitar golpes y cortes.

Instalaciones de electricidad:

- Las conexiones se realizarán siempre sin tensión.
- Las pruebas que se tengan que realizar con tensión se harán después de comprobar el acabado de la instalación eléctrica.
- La herramienta manual se revisará con periodicidad para evitar cortes en su uso.

3.1.4. Protecciones personales y colectivas

En acabados:

Carpintería de madera y PVC:

- Protecciones personales:
  - Mono de trabajo.
  - Casco de seguridad homologado.
  - Cinturón de seguridad homologado en trabajos con riesgo de caída a diferente nivel.
  - Guantes de cuero.
  - Botas con puntera reforzada.

- Protecciones colectivas:
  - Uso de medios auxiliares adecuados para la realización de los trabajos (escaleras, andamios).
  - Las zonas de trabajo estarán ordenadas.
  - Las carpinterías se asegurarán convenientemente en los lugares donde vayan a ir, hasta su fijación definitiva.

Acristalamientos:

- Protecciones personales:
  - Mono de trabajo.

- Casco de seguridad homologado.
- Calzado provisto de suela reforzada.
- Guantes de cuero.
- Uso de muñequeras o manguitos de cuero.

- Protecciones colectivas:

  - Al efectuarse los trabajos desde dentro del edificio se mantendrá la zona de trabajo limpia y ordenada.

Pinturas y barnices:

- Protecciones personales:

  - Se usarán gafas para los trabajos de pintura en los techos.
  - Uso de mascarilla protectora en los trabajos de pintura al gotelet.

- Protecciones colectivas:

  - Al realizarse este tipo de acabados al finalizar la obra, no hacen falta protecciones colectivas específicas, solamente el uso adecuado de los andamios de borriquetas y de las escaleras.

En instalaciones:

Instalaciones de fontanería y calefacción:

- Protecciones personales:

  - Mono de trabajo.
  - Casco de seguridad homologado.
  - Los soldadores emplearán mandiles de cuero, guantes, gafas y botas con polainas.

- Protecciones colectivas:

  - Las escaleras, plataformas y andamios usados en su instalación, estarán en perfectas condiciones teniendo barandillas resistentes y rodapiés.

Instalaciones de electricidad:

- Protecciones personales:

  - Mono de trabajo.
  - Casco aislante homologado.

- Protecciones colectivas:

- La zona de trabajo estará siempre limpia y ordenada, e iluminada adecuadamente.
- Las escaleras estarán provistas de tirantes, para así delimitar su apertura cuando sean de tijera; si son de mano serán de madera con elementos antideslizantes en su base.
- Se señalizarán convenientemente las zonas donde se esté trabajando.

- Protecciones colectivas:

  - La zona donde se trabaje estará limpia y ordenada, con suficiente luz, natural o artificial.
  - Para los trabajos de colocación de las piezas de los peldaños y rodapié, se acotarán los pisos inferiores en la zona donde se esté trabajando, para anular los efectos de la caída de materiales.

3.2. Maquinaria

3.2.1. Cortadora de material cerámico

Riesgos más frecuentes:

- Proyección de partículas y polvo.
- Descarga eléctrica.
- Rotura de disco.
- Cortes y amputaciones.

Normas básicas de seguridad:

- La máquina tendrá en todo momento colocado, la protección del disco y de la transmisión.
- Antes de comenzar el trabajo se comprobará el estado del disco, si éste estuviera desgastado o resquebrajado se procedería a su inmediata sustitución.
- La pieza a cortar no deberá presionarse contra el disco, de forma que pueda bloquear éste. Asimismo, la pieza no presionará al disco en oblicuo o por el lateral.

Protecciones personales:

- Casco homologado.
- Guantes de cuero.
- Mascarilla con filtro y gafas antipartículas.

Protecciones colectivas:

- La máquina estará colocada en zonas que no sean de paso y además bien ventiladas, si no es del tipo de corte bajo chorro de agua.
- Conservación adecuada de la alimentación eléctrica.

3.2.2. Sierra circular

Riesgos más frecuentes:

- Cortes y amputaciones en extremidades superiores.
- Descargas eléctricas.
- Rotura del disco.
- Proyección de partículas.
- Incendio.

Normas básicas de seguridad:

- El disco estará dotado de carcasa protectora y resguardos que impidan los atrapamientos por los órganos móviles.
- Se encontrará el estado de los dientes del disco, así como la estructura de éste.
- La zona de trabajo estará limpia de serrin y virutas, en evitación de incendios.
- Se evitará la presencia de clavos al cortar.

Protecciones personales:

- Casco homologado de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Gafas de protección, contra la proyección de partículas de madera.
- Calzado con plantilla anticlavos.

Protecciones colectivas:

- Zota acotada para la máquina instalada en lugar libre de circulación.
- Extintor manual de polvo químico antibrasa, junto al puesto de trabajo.

3.2.3. Herramientas manuales

En este grupo incluimos las siguientes: taladro percutor, martillo rotativo, pistola clavadora, lijadora, disco radial, máquina de cortar terrazo y rozadora.

Riesgos más frecuentes:

- Descargas eléctricas.
- Proyección de partículas.
- Caídas de altura.
- Ambiente ruidoso.
- Generación de polvos.
- Explosiones e incendios.
- Cortes en extremidades.

Normas básicas de seguridad:

- Todas las herramientas eléctricas, estarán dotadas de doble aislamiento de seguridad.

- El personal que utilice estas herramientas ha de conocer las instrucciones de uso.
- Las herramientas serán revisadas periódicamente, de manera que se cumplan las instrucciones de conservación del fabricante.
- Estarán acopiadas en el almacén de obra, llevándolas al mismo una vez finalizado el trabajo, colocando las herramientas más pesadas en las baldas más próximas al suelo.
- La desconexión de las herramientas, no se hará con un tirón brusco.
- No se usará una herramienta eléctrica sin enchufe; si hubiera necesidad de emplear mangueras de extensión, éstas se harán de la herramienta al enchufe y nunca a la inversa.
- Los trabajos con estas herramientas se realizarán siempre en posición estable.

Protecciones personales:

- Casco homologado de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Protecciones auditivas y oculares en el empleo de la pistola clavadora.
- Cinturón de seguridad, para trabajos en altura.

Protecciones colectivas:

- Zonas de trabajo limpias y ordenadas.
- Las mangueras de alimentación a herramientas estarán en buen uso.
- Los huecos estarán protegidos con barandillas.

3.3. Medios auxiliares

3.3.1. Descripción de los medios auxiliares

Los medios auxiliares más empleados son los siguientes:

- Andamios de borriquetas o caballetes, constituidos por un tablero horizontal de tres tableros colocados sobre dos pies en forma de "V" invertida, sin arriostramientos.
- Escaleras de mano, se dan de dos tipos: metálicas y de madera para trabajos en alturas pequeñas y de poco tiempo o para acceder a algún lugar elevado sobre el nivel del suelo.

3.3.2. Riesgos más frecuentes

Andamios de borriquetas.

- Vuelcos por falta de anclajes o caídas del personal por no usar tres tablones como tablero horizontal

Escaleras de mano.

- Caídas de niveles inferiores, debidas a la mala colocación de las mismas, rotura de alguno de los peldaños, deslizamiento de la base por excesiva inclinación o estar el suelo mojado.
- Golpes con la escalera al manejarla de forma incorrecta.

3.3.3. Normas básicas de seguridad

Escaleras de mano.

- Se colocarán apartadas de elementos móviles que puedan derribarlas.
- Estarán fuera de las zonas de paso.
- Los largueros serán de una sola pieza con los peldaños ensamblados.
- El apoyo inferior se realizará sobre superficies planas, llevando en pie elementos que impidan el desplazamiento.
- El apoyo superior se hará sobre elementos resistentes y planos.
- Los ascensos y descensos se harán siempre de frente a ellas.
- Se prohíben manejar en las escaleras pesos superiores a 25 Kg.
- Nunca se efectuará trabajos sobre las escaleras que obliguen al uso de las dos manos.
- Las escaleras dobles o de tijeras estarán protegidas de cadenas o cables que impidan que éstas se abran al utilizarse.
- La indicación de las escaleras será aproximadamente de 75º que equivalen a estar separadas de la vertical la cuarta parte de su longitud entre los apoyos.

3.3.4. Protecciones personales

- Mono de trabajo.
- Casco de seguridad homologado.
- Zapatos con suela antideslizantes.

3.3.5. Protecciones colectivas

- Se delimitará la zona de trabajo en los andamios colgados, evitando el paso del personal por trabajo de éstos, así como éste coincida con zonas de acopio de materiales.
- Se colocarán viseras o marquesinas de protección debajo de la zona de trabajo, principalmente cuando se esté trabajando con los andamios en los cerramientos de fachada.
- Se señalizará la zona de influencia mientras duren las operaciones de montaje y desmontaje de los andamios.

PRESUPUESTO

PRESUPUESTO GENERAL

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EDIFICIO

Ud/cod		Ud	Precio	Presupuesto
Ud	**ARMARIO DISTRIBUCIÓN (BTV) 2 BASES**			
1.001	Armario de distribución para 2 bases tripolares verticales (BTV), formado por los siguientes elementos: envolvente de poliéster reforzado con fibra de vidrio, abierto por la base para entrada de cables, placa transparente y precintable de policarbonato, 2 zócalos tripolares verticales, aisladores de resina epoxi, pletinas de cobre de 50x10 mm2. y bornes bimetálicas de 240 mm2. Instalada, transporte, montaje y conexionado.	1	272,00	**272,00**
ml	**LÍN. GEN. ALIMENT. 3,5x70 Cu**			
1.002	Línea general de alimentación(LGA), bajo tubo hasta garaje y en bandeja perforada a través de éste, aislada Rz1-K 0,6/1 Kv. de 3,5x70 mm2. de conductor de cobre bajo tubo PVC Dext= 160 mm, incluido tendido del conductor en su interíor y sobre bandeja de chapa galvanizada, así como p/p de tubo y terminales correspondientes. ITC-BT-14 y cumplirá norma UNE-EN 21.123 parte 4 ó 5.	52,00	91,04	**4.734,08**
Ud	**MÓDULO INTERRUPTOR 250A**			
1.003	Módulo interruptor de 250 A (III+N) homologado por la Compañía suministradora, incluido cableado y accesoríos para formar parte de centralización de contadores concentrados. ITC-BT 16 y el grado de protección IP 40 e IK 09.	2,00	293,23	**586,46**
Ud	**COLUMNA 8 CONT. + RELOJ h=1530 mm**			
1.004	Columna de 630x1530 mm. para 8 contadores montada y destinada a suministros monofásicos inferiores a 14 kW. con o sin discriminación horaria. Bases neozed DO2 de 63 A. Cableadas con conductores de cobre rígido clase 2 de 10 mm2 de sección para contadores y de 2,5 mm2 para el circuito de reloj. Cable con aislamiento, seco extruído a base de mezclas termoestables ignífugas, sin halógenos, denominadas H07Z-R. Bornes de salida con capacidad hasta 25 mm2. Bornes de seccionamiento de 4 mm2., instalada, incluyendo cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores.	1,00	2.850,00	**2.850,00**

Ud **COLUMNA 11 CONT. + RELOJ h=1530 mm**

1.005 Columna de 630x1530 mm. para 11 contadores montada y destinada a suministros monofásicos inferiores a 14 kW. con o sin discriminación horaria. Bases neozed DO2 de 63 A. Cableadas con conductores de cobre rígido clase 2 de 10 mm2 de sección para contadores y de 2,5 mm2 para el circuito de reloj. Cable con aislamiento, seco extruído a base de mezclas termoestables ignífugas, sin halógenos, denominadas H07Z-R. Bornes de salida con capacidad hasta 25 mm2. Bornes de seccionamiento de 4 mm2., instalada, incluyendo cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores.

1,00	3.050,00	**3.050,00**

Ud **COLUMNA 4 CONT. + RELOJ h=1440 mm**

1.006 Columna de 630x1440 mm. para 4 contadores montadas y destinadas a suministros trifásicos inferiores a 25 kW con o sin discriminación horaria. Bases neozed DO3 de 100 A. Cableadas con conductores de cobre rígido clase 2 de 16 mm2 de sección para contadores y de 2,5 mm2 para el circuito del reloj. Cable con aislamiento, seco extruído a base de mezclas termoestables ignífugas, sin halógenos, denominación H07Z-R. Bornes de salida con capacidad hasta 25 mm2. Bornes de seccionamiento de 4 mm2., instalada, incluyendo cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores.

1,00	1.182,85	**1.182,85**

Ml **DERIVACIÓN INDIVIDUAL 3x35 mm2. Cu**

1.007 Derivación individual RZ1-K(AS) 3x35 mm2., (delimitada entre la centralización de contadores y el cuadro de distribución), bajo tubo de PVC rígido D=50 y conductores de cobre de 35 mm2. aislados, para una tensión nominal de 0,6/1kV en sistema monofásico más protección, así como conductor "rojo" de 1,5 mm2 (tarifa nocturna), tendido mediante sus correspondientes accesoríos a lo largo de la canaladura del tiro de escalera o zonas comunes. ITC-BT 15 y cumplirá con la UNE 21.123 parte 4 ó 5.

560,00	31,76	**17.785,60**

Ml **DERIVACIÓN INDIVIDUAL 5x16 mm2. Cu**

1.008 Derivación individual R1-K 5x10 mm2., (delimitada entre la centralización de contadores y el cuadro de distribución), bajo tubo de PVC rígido D=50 y conductores de cobre de 10 mm2. aislados, para una tensión nominal de 0,6/1 kV en sistema trifásico con neutro más protección, así como conductor "rojo" de 1,5 mm2 (tarifa nocturna), tendido mediante sus correspondientes accesoríos a lo largo de la canaladura del tiro de escalera o zonas comunes. ITC-BT 15 y cumplirá con la UNE 21.123 parte 4 ó 5.

27,00	36,37	**981,99**

Ml **TOMA DE TIERRA ESTRUCTURA**

1.009 Toma de tierra a estructura en terreno calizo ó de rocas eruptivas para edificios, con cable de cobre desnudo de 1x35 m2 electrodos cobrizados de D=14,3 mm. y 2 m. de longitud con conexión mediante soldadura aluminotérmica. ITC-BT 18.

237,00 22,92 **5.432,04**

Ud **VIVIENDAS DE DOS DORMITORIOS**

1.010 Instalación completa de ELECTRICIDAD de GRADO ELEVADO PARA VIVIENDAS DE DOS DORMITORI0S, que incluye los siguientes elementos y accesorios:

- CAJA ICP doble aislamiento, formado por caja empotrable construida en material aislante autoextinguible, grado de protección IP 40, clase 2, con cierre por tapas, precintable y homologada por Compañía suministradora.
- CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCION VIVIENDA, electrificación ELEVADA, formado por caja empotrable construida en material aislante autoextinguible, grado de protección IP 40, clase 2, con cierre por tapas, conteniendo en su interior la aparamenta de características y calidades indicada en Planos y Memoria.
- CIRCUITOS PARA ALUMBRADO, USOS VARIOS, CUARTO DE COCINA Y BAÑOS, LAVADORA, LAVAVAJILLAS, COCINA-HORNO Y CALEFACCIÓN ELECTRICA, realizados por conductores de cobre unipolar, Secciones = 1,5 mm2 para alumbrado, 2,5 mm2 para usos varios, cuarto de cocina y baños, lavadora y lavavajillas y 6 mm2 para cocina y horno y calefacción eléctrica, aislamiento V-750, bajo tubo de PVC flexible reforzado de diámetros 16 para 1,5 mm2, 20 para 2,5 mm2, y 25/gp para 6 mm2, incluso parte proporcional de caja de registro y regletas de conexión.
- PUNTOS LUZ SENCILLOS realizados por conductor de cobre unipolar, Sección = 1,5 mm2, aislamiento V-750, bajo tubo de PVC flexible reforzado de diámetro 16 mm., incluso parte proporcional de línea, caja de mecanismo universal con tornillo y UN interruptor unipolar SIMPLE H incluido marco modelo SIMON 31.
- PUNTOS LUZ CONMUTADOS realizados por conductor de cobre unipolar, Sección = 1,5 mm2, aislamiento V-750, bajo tubo de PVC flexible reforzado de diámetro 16 mm., incluso parte proporcional de línea, cajas de mecanismos universal con tornillo y DOS interruptores conmutados incluido marcos modelo SIMON 31.
- PUNTOS LUZ CRUZAMIENTO realizados por conductor de cobre unipolar, Sección = 1,5 mm2, aislamiento V-750, bajo tubo de PVC flexible reforzado de diámetro 16 mm., incluso parte proporcional de línea, cajas de mecanismos universal con tornillo y TRES interruptores uno cruce y dos conmutados incluido marcos modelo SIMON 31.
- PUNTOS LUZ SENCILLOS DOBLES realizados por conductor de cobre unipolar, Sección = 1,5 mm2, aislamiento V-750, bajo tubo de PVC flexible reforzado de diámetro 16 mm., incluso parte proporcional de línea, caja de mecanismo universal con tornillo y DOS interruptores unipolares SIMPLES incluido marco modelo SIMON 31.

- BASES ENCHUFE para USOS VARIOS con TOMA DE TIERRA realizadas por conductor de cobre unipolar, Sección = 2,5 mm2, aislamiento V-750, bajo tubo de PVC flexible reforzado de diámetro 20 mm., incluso parte proporcional de línea, caja de mecanismo universal con tornillo y UNA base enchufe 16A (II+T.T) incluido marco modelo SIMON 31.
- BASES ENCHUFE para LAVADORA Y LAVAVAJILLAS con TOMA DE TIERRA realizadas por conductor de cobre unipolar, Sección = 2,5 mm2, aislamiento V-750, bajo tubo de PVC flexible reforzado de diámetro 20 mm., incluso parte proporcional de línea, caja de mecanismo universal con tornillo y UNA base enchufe 16A (II+T.T) incluido marco modelo SIMON 31.
- BASES ENCHUFE CON BASE PORTAFUSIBLE 16 A para RADIADORES ELECTRICOS con TOMA DE TIERRA realizadas por conductor de cobre unipolar, Sección = 6 mm2 hasta base portafusible y Sección = 2,5 mm2 hasta base enchufe, aislamiento V-750, bajo tubo de PVC flexible reforzado de diámetro 25 mm., incluso parte proporcional de línea, DOS cajas de mecanismo universales con tornillo, UNA base portafusible 16 A (II+T.T), fusible 16 A y UNA base enchufe 16A (II+T.T) incluido marco modelo SIMON 31.
- BASE DE SALIDA CABLES HASTA 6 mm2 (caja de conexión) para CALEFACCIÓN ELÉCTRICA realizada por conductor de cobre unipolar, Sección = 6 mm2, aislamiento V-750, bajo tubo de PVC flexible reforzado de diámetro 25 mm., incluso parte proporcional de línea, clema de conexión, caja de mecanismo universal con tornillo y UNA base salida de cables. incluido marco modelo SIMON 31.
- BASE ENCHUFE para COCINA con TOMA DE TIERRA realizada por conductor de cobre unipolar, Sección = 6 mm2, aislamiento V-750, bajo tubo de PVC flexible reforzado de diámetro 25 mm., incluso parte proporcional de línea, caja de mecanismo universal con tornillo y UNA base enchufe 25A (II+T.T) incluido marco modelo SIMON 31.
- TOMAS DE TELEFONO realizadas por cable telefónico, bajo tubo de PVC flexible reforzado de diámetro 20 mm., incluso parte proporcional de línea, caja de mecanismo universal con tornillo y UNA toma de teléfono con seis contactos para conector RJ12, incluido marco. En todos los dormitorios, salón y cocina, modelo SIMON 31.
- TOMAS DE TELEVISIÓN realizadas por cable coaxial tipo 1 de 75 ohmios, bajo tubo de PVC flexible reforzado de diámetro 20 mm., incluso parte proporcional de línea, caja de mecanismo universal con tornillo y UNA toma de televisión R-TV+SAT incluida placa y marco. En todos los dormitorios, salón y cocina, modelo SIMON 31.
- PUNTO LLAMADA realizado por conductor de cobre unipolar, Sección = 1,5 mm2, aislamiento V-750, bajo tubo de PVC flexible reforzado de diámetro 16 mm., incluso parte proporcional de línea, caja de mecanismo universal con tornillo y UN pulsador unipolar SIMPLE con grabado de campana incluido marco, modelo SIMON 31.
- ZUMBADOR EMPOTRADO, incluso parte proporcional de caja de mecanismo universal con tornillo.
- RED EQUIPOTENCIAL EN BAÑOS.

Todo lo anterior incluye replanteo, preparación, recibidos, montajes, colocación de tubos, introducción de conductores, piezas especiales, accesorios, cableados,

conexionados, pequeño material y medios auxiliares; ejecutado según planos del Proyecto, indicaciones de la D.F. y Normativa vigente. TOTALMENTE INSTALADO Y FUNCIONANDO, CON DOCUMENTACION, LEGALIZACION Y PRUEBAS.

14,00 450,00 **6.300,00**

Ud **VIVIENDAS DE TRES DORMITORIOS**

1.011 Instalación completa de ELECTRICIDAD de GRADO ELEVADO PARA VIVIENDAS DE TRES DORMITORI0S, que incluye los siguientes elementos y accesorios:

- CAJA ICP doble aislamiento, formado por caja empotrable construida en material aislante autoextinguible, grado de protección IP 40, clase 2, con cierre por tapas, precintable y homologada por Compañía suministradora.
- CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCION VIVIENDA, electrificación ELEVADA, formado por caja empotrable construida en material aislante autoextinguible, grado de protección IP 40, clase 2, con cierre por tapas, conteniendo en su interior la aparamenta de características y calidades indicada en Planos y Memoria.
- CIRCUITOS PARA ALUMBRADO, USOS VARIOS, CUARTO DE COCINA Y BAÑOS, LAVADORA, LAVAVAJILLAS, COCINA-HORNO Y CALEFACCIÓN ELECTRICA, realizados por conductores de cobre unipolar, Secciones = 1,5 mm2 para alumbrado, 2,5 mm2 para usos varios, cuarto de cocina y baños, lavadora y lavavajillas y 6 mm2 para cocina y horno y calefacción eléctrica, aislamiento V-750, bajo tubo de PVC flexible reforzado de diámetros 16 para 1,5 mm2, 20 para 2,5 mm2, y 25/gp para 6 mm2, incluso parte proporcional de caja de registro y regletas de conexión.
- PUNTOS LUZ SENCILLOS realizados por conductor de cobre unipolar, Sección = 1,5 mm2, aislamiento V-750, bajo tubo de PVC flexible reforzado de diámetro 16 mm., incluso parte proporcional de línea, caja de mecanismo universal con tornillo y UN interruptor unipolar SIMPLE H incluido marco modelo SIMON 31.
- PUNTOS LUZ CONMUTADOS realizados por conductor de cobre unipolar, Sección = 1,5 mm2, aislamiento V-750, bajo tubo de PVC flexible reforzado de diámetro 16 mm., incluso parte proporcional de línea, cajas de mecanismos universal con tornillo y DOS interruptores conmutados incluido marcos modelo SIMON 31.
- PUNTOS LUZ CRUZAMIENTO realizados por conductor de cobre unipolar, Sección = 1,5 mm2, aislamiento V-750, bajo tubo de PVC flexible reforzado de diámetro 16 mm., incluso parte proporcional de línea, cajas de mecanismos universal con tornillo y TRES interruptores uno cruce y dos conmutados incluido marcos modelo SIMON 31.
- PUNTOS LUZ SENCILLOS DOBLES realizados por conductor de cobre unipolar, Sección = 1,5 mm2, aislamiento V-750, bajo tubo de PVC flexible reforzado de diámetro 16 mm., incluso parte proporcional de línea, caja de mecanismo universal con tornillo y DOS interruptores unipolares SIMPLES incluido marco modelo SIMON 31.
- BASES ENCHUFE para USOS VARIOS con TOMA DE TIERRA

realizadas por conductor de cobre unipolar, Sección = 2,5 mm2, aislamiento V-750, bajo tubo de PVC flexible reforzado de diámetro 20 mm., incluso parte proporcional de línea, caja de mecanismo universal con tornillo y UNA base enchufe 16A (II+T.T) incluido marco modelo SIMON 31.

- BASES ENCHUFE para LAVADORA Y LAVAVAJILLAS con TOMA DE TIERRA realizadas por conductor de cobre unipolar, Sección = 2,5 mm2, aislamiento V-750, bajo tubo de PVC flexible reforzado de diámetro 20 mm., incluso parte proporcional de línea, caja de mecanismo universal con tornillo y UNA base enchufe 16A (II+T.T) incluido marco modelo SIMON 31.
- BASES ENCHUFE CON BASE PORTAFUSIBLE 16 A para RADIADORES ELECTRICOS con TOMA DE TIERRA realizadas por conductor de cobre unipolar, Sección = 6 mm2 hasta base portafusible y Sección = 2,5 mm2 hasta base enchufe, aislamiento V-750, bajo tubo de PVC flexible reforzado de diámetro 25 mm., incluso parte proporcional de línea, DOS cajas de mecanismo universales con tornillo, UNA base portafusible 16 A (II+T.T), fusible 16 A y UNA base enchufe 16A (II+T.T) incluido marco modelo SIMON 31.
- BASE DE SALIDA CABLES HASTA 6 mm2 (caja de conexión) para CALEFACCIÓN ELÉCTRICA realizada por conductor de cobre unipolar, Sección = 6 mm2, aislamiento V-750, bajo tubo de PVC flexible reforzado de diámetro 25 mm., incluso parte proporcional de línea, clema de conexión, caja de mecanismo universal con tornillo y UNA base salida de cables. incluido marco modelo SIMON 31.
- BASE ENCHUFE para COCINA con TOMA DE TIERRA realizada por conductor de cobre unipolar, Sección = 6 mm2, aislamiento V-750, bajo tubo de PVC flexible reforzado de diámetro 25 mm., incluso parte proporcional de línea, caja de mecanismo universal con tornillo y UNA base enchufe 25A (II+T.T) incluido marco modelo SIMON 31.
- TOMAS DE TELFONO realizadas por cable telefónico, bajo tubo de PVC flexible reforzado de diámetro 20 mm., incluso parte proporcional de línea, caja de mecanismo universal con tornillo y UNA toma de teléfono con seis contactos para conector RJ12, incluido marco. En todos los dormitorios, salón y cocina, modelo SIMON 31.
- TOMAS DE TELEVISIÓN realizadas por cable coaxial tipo 1 de 75 ohmios, bajo tubo de PVC flexible reforzado de diámetro 20 mm., incluso parte proporcional de línea, caja de mecanismo universal con tornillo y UNA toma de televisión R-TV+SAT incluida placa y marco. En todos los dormitorios, salón y cocina, modelo SIMON 31.
- PUNTO LLAMADA realizado por conductor de cobre unipolar, Sección = 1,5 mm2, aislamiento V-750, bajo tubo de PVC flexible reforzado de diámetro 16 mm., incluso parte proporcional de línea, caja de mecanismo universal con tornillo y UN pulsador unipolar SIMPLE con grabado de campana incluido marco, modelo SIMON 31.
- ZUMBADOR EMPOTRADO, incluso parte proporcional de caja de mecanismo universal con tornillo.
- RED EQUIPOTENCIAL EN BAÑOS.

Todo lo anterior incluye replanteo, preparación, recibidos, montajes, colocación de tubos, introducción de conductores, piezas especiales, accesorios, cableados, conexionados, pequeño material y medios auxiliares; ejecutado según planos del

Proyecto, indicaciones de la D.F. y Normativa vigente. TOTALMENTE INSTALADO Y FUNCIONANDO, CON DOCUMENTACION, LEGALIZACION Y PRUEBAS.

3,00	480,00	**1.440,00**

Ud **CUADRO PROTEC.SERV.COMUNES**

1.012 Cuadro protección servicios comunes, formado por caja, de doble aislamiento de empotrar, con puerta de 700x500x250, perfil omega, embarrado de protección, interruptores automáticos diferenciales de 2x40 A., 30 mA. y de 4x40 A., 300 mA., PIAS (I+N) de 10 A, 16 A y 25 A. PIAS de 4x16 A, 4x25 A.y 4x32 A, minuteros para temporizados del alumbrado de escalera y plantas, todo ello según esquemas unifilares. Instalado, incluyendo cableado y conexionado.

1,00	250,00	**250,00**

Ud **CUADRO PROTEC. ASCENSOR**

1.013 Cuadro protección ascensor, previo a su cuadro de mando, formado por caja, de doble aislamiento de empotrar, con puerta de 36 elementos, perfil omega, embarrado de protección, interruptores automáticos diferenciales 4x25 A. 300 mA., PIAS (III) de 25 A., PIAS (1+N) de 10 A y PIAS (1+N) de 16 A, todo ello según esquemas unifilares. Instalado, incluyendo cableado y conexionado, incluso cableado correspondiente desde cuadro de servicios comunes.

1,00	125,00	**125,00**

Ud **INSTALACIÓN ELÉCTRICA SERVICIOS COMUNES**

1.014 Instalación de ELECTRICIDAD en PORTALES, VESTIBULOS PLANTAS Y NUCLEOS VERTICALES DE ESCALERAS SOBRE RASANTE, DESDE PLT BAJA HASTA PLT CUBIERTA DE LOS PORTALES, que incluye los siguientes elementos y accesorios:

- PUNTOS LUZ SENCILLOS ALUMBRADO EN ESCALERAS DE PLANTA, VESTIBULO DE ASCENSOR Y/O DISTRIBUIDORES ACCESO VIVIENDAS, realizado por conductor de cobre unipolar, Sección = 1,5 mm2, aislamiento V-750, bajo tubo de PVC flexible reforzado de diámetro 16 mm., incluso parte proporcional de CIRCUITO ALUMBRADO ESCALERA, VESTIBULO DE ASCENSOR Y/O DISTRIBUIDORES ACCESO VIVIENDAS, caja de mecanismo universal con tornillo y pulsadores con piloto de señalización o detectores de presencia según planos incluido marco modelo SIMON 31.
- PUNTOS LUZ SENCILLOS EMERGENCIAS EN ESCALERAS DE PLANTA, VESTIBULO DE ASCENSOR Y/O DISTRIBUIDORES ACCESO A VIVIENDAS, realizado por conductor de cobre unipolar, Sección = 1,5 mm2, aislamiento V-750, bajo tubo de PVC flexible reforzado de diámetro 16 mm., incluso parte proporcional de CIRCUITO EMERGENCIAS ESCALERA, VESTIBULO DE ASCENSOR Y/O DISTRIBUIDORES ACCESO VIVIENDAS.

- PUNTOS BASES DE ENCHUFE EN ESCALERAS DE PLANTA, VESTIBULO DE ASCENSOR Y/O DISTRIBUIDORES ACCESO A VIVIENDAS, realizado por conductor de cobre unipolar, Sección = 2,5 mm2, aislamiento V-750, bajo tubo de PVC flexible reforzado de diámetro 20 mm., incluso parte proporcional de CIRCUITO BASES DE ENCHUFE ESCALERA, VESTIBULO DE ASCENSOR Y/O DISTRIBUIDORES ACCESO VIVIENDAS, caja de mecanismo universal con tornillo y UNA base enchufe 16A (II+T.T) incluido marco modelo SIMON 31.
- PUNTOS LUZ SENCILLOS realizados por conductor de cobre unipolar, Sección = 1,5 mm2, aislamiento V-750, bajo tubo de PVC flexible reforzado de diámetro 16 mm., incluso parte proporcional de línea, caja de mecanismo universal con tornillo y UN interruptor unipolar SIMPLE H incluido marco modelo SIMON 31.

Todo lo anterior incluye replanteo, preparación, recibidos, montajes, colocación de tubos, introducción de conductores, piezas especiales, accesorios, cableados, conexionados, pequeño material y medios auxiliares; ejecutado según planos del Proyecto, indicaciones de la D.F. y Normativa vigente. TOTALMENTE INSTALADO Y FUNCIONANDO, CON DOCUMENTACION, LEGALIZACION Y PRUEBAS.

1,00	450,00	**450,00**

Ud **BLQ.AUT.EMER.315 Lúm.LEGRAND C3**

1.015 Luminaria de emergencia autónoma Legrand tipo C3, IP424 clase II de 315 lúm., con lámparas fluorescente, fabricada según normas EN 60598-2-22, UNE 20392-93 (fluo), autonomía superior a 1 hora. Con certificado de ensayo (LCOE) y marca N de producto certificado, para instalación saliente o empotrable sin accesorios. Cumple con las Directivas de compatibilidad electromagnéticas y baja tensión, de obligado cumplimiento. Alimentación 230 V. 50/60 Hz. Acumuladores estancos Ni-Cd, alta temperatura, recambiables, materiales resistentes al calor y al fuego. 2 Leds de señalización con indicador de carga de los acumuladores, puesta en marcha por telemando, con bornes protegidas contra conexión accidental a 230 V. Con parte proporcional de tubo PVC corrugado de M 20/gp5 y conductor rígido de 1,5 mm2 de Cu., y aislamiento VV 750 V. instalado. incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado. Marca LEGRAND modelo C-3 315 lux.

14,00	34,60	**484,40**

Ud **DOWNLIGHT ALUMINIO 2X26W D=239mm**

1.016 Luminaria para empotrar con 2 lámparas fluorescentes compactas de 26 W./840, D=239 mm. Estructura de acero, tapa y aro de aluminio fundido, reflector de aluminio color plata, rejilla en cruz, caja portaequipos de poliester con tapa de polipropileno, equipos eléctricos formado por balasto electrónico, reactancias, condensadores, cebadores, portalámparas y lámparas fluorescentes compactas de nueva generación. con parte proporcional de tubo corrugado de M 20/gp5 y conductor rígido de 1,5 mm2 de Cu, y aislamiento VV 750 V. Grado de protección IP20 clase I. Instalado incluyendo replanteo y conexionado. Marca

PHILIPS modelo EUROPA 2 FBS 120 L.

	52,00	25,40	**1.320,80**

Ud **APLIQUE LUZ INDIREC. FLUOR. COMP. 2X18W**

1.017 Aplique de pared decorativo de luz indirecta bañadores de techo, formado por carcasa de aluminio pintada en blanco o gris metalizado, reflector asimétrico de aluminio y vidrio de protecciónccon serigrafiado. Con 2 lámparas fluorescentes compactas de 18 W., Equipo eléctrico formado por balasto electrónico y portalámparas incluido. con parte proporcional de tubo corrugado de M 20/gp5 y conductor rígido de 1,5 mm2 de Cu, y aislamiento VV 750 V. Grado de protección IP 20/Clase I. Instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado. Marca PHILIPS modelo ADANTE FWG 620 A-DG-WH.

	3,00	21,15	**63,45**

Ud **APLIQUE ESTAN. REDONDO DECOR. 2X18W**

1.018 Aplique redondo estanco decorativo para montaje en techo o pared de 293 mm. de diámetro. Con cuerpo termoplástico reforzado con fibra de vidrio, reflector de aluminio y difusor opal de policarbonato. El cuerpo puede ser de color blanco, negro o gris metalizado. Para dos lámpara fluorescentes compactas de 18W de nueva generación. con parte proporcional de tubo corrugado de M 20/gp5 y conductor rígido de 1,5 mm2 de Cu, y aislamiento 750 V." cero hálogenos" Grado de protección IP 66/Clase I. Equipo eléctrico formado por balasto electrónico incorporado. Instalado incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado. Marca PHILIPS modelo GONDOLA FWG 200 WH.

	6,00	24,40	**146,40**

Ud **APLIQUE MURAL FLUOR.COMP. 15W**

1.019 Luminaria exterior aplicación mura antivandalico para rampas, con carcasa de inyección de aluminio y difusor de vidrio templado opal, junta especial para estanqueidad, grado de protección IP44 clase I, con 1 lámpara fluorescente compacta integrada, portalamparas E-27. con parte proporcional de tubo corrugado de M 20/gp5 y conductor rígido de 1,5 mm2 de Cu, y aislamiento VV 750 V. Instalada, incluyendo accesorios y conexionado. Marca IEP modelo IP BD7.

	2,00	22,50	**45,00**

Ud **CUADRO PROTECCIÓN TRASTEROS**

1.020 Cuadro protección trasteros, formado por caja, de doble aislamiento de empotrar, con puerta de 24 elementos, perfil omega, embarrado de protección, interruptor automático diferencial de 2x40 A., 30 mA, PIAS (I+N) de 10 A., PIAS (I+N) de 16 A.. minutero para temporizado del alumbrado de pasillos, todo ello según esquemas unifilares.Instalado, incluyendo cableado y conexionado, incluso cableado correspondiente desde cuadro de servicios comunes.

	2,00	100,30	**200,60**

Ud **PORTERO ELEC. 17 VIVIENDAS**

1.021 Portero electrónico convencional para 20 viviendas, formado por placa de calle, alimentador, abrepuerta y teléfono estándar en cada una de ellas, montado incluyendo conexionado.

1,00 650,00 **650,00**

TOTAL INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL EDIFICIO .....48.350,67 €

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Ud/cod	Ud	Precio	Presupuesto

Ud **CASETA OBRA CIVIL PARA C.T. INTEGRADO**

1.022 Acondicionamiento de caseta con cerrajería y obra.

1,00 2.175,00 **2.175,00**

Ud **CENTRO DE TRANSFORMACION 250 KVA**

1.023 Transformador de 250 kVA con celdas de entrada, salida y protección.

1,00 15.205,00 **15.205,00**

Ud **CONEXIÓN M.T.**

1.024 Conexión en media tensión con conductores de 12/20 kV 240 mm2.

1,00 70,00 **70,00**

Ud **CONEXIÓN B.T.**

1.025 Conexión en Baja Tensión con conductores de Aluminio de 1x240 mm2.

1,00 35,00 **35,00**

Ud **CUADRO B.T.**

1.026 Cuadro de protección de B.T. según normas de la compañía.

1,00 750,00 **750,00**

Ud **TOMA DE TIERRA PARA NEUTROS**

1.027

1,00 200,00 **200,00**

Ud **TOMA DE TIERRA PARA HERRAJES**

1.028

1,00	150,00	**150,00**

Ud **PREVENCIÓN**

1.029 Placas de señalización de peligro, pértiga, guantes, extintor, placas de primeros auxilios.

1,00	184,00	**184,00**

TOTAL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN..... 18.769,00 €

RED DE BAJA TENSIÓN

Ud/cod	Ud	Precio	Presupuesto

Ml **ZANJA ACERA PARA B.T.**

1.030 Rotura de loseta y hormigón, excavación, reposición de tierras, arena, transporte tierras a vertedero, tubos de diámetro 160, placa de protección, firme de hormigón, loseta hidraúlica, mano de obra.

60,00	34,00	**2.040,00**

Ml **LÍNEA SUBTERRÁNEA B.T. (3X150)+(1X150) mm2**

1.031 Cable AL RV 0,6/1 kV 1x150mm2, terminal AL TDCS 150mm2, kit termortráctil y mano de obra.

120,00	20,51	**2.461,20**

Ud **TOMA TIERRA NEUTRO RED B.T.**

1.032 Cable cobre RV 0,6/1kV 1x150mm2, terminal cobre 50 mm2, pica cobrizada 2m diámetro 14mm, brida bricomatada para pica T/T, mano de obra.

4,00	29,65	**118,60**

TOTAL RED DE BAJA TENSIÓN .....4.619,80 €

ACTIVIDAD DE GARAJE

INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Ud/cod		Ud	Precio	Presupuesto
Ud	**MÓDULO PARA CONTADORES**			
1.033	Módulo para contadores, homologado por la Compañía suministradora, incluido cableado y accesorios para formar parte de centralización de contadores concentrados.	1,00	410,57	**410,57**
Ud	**TOMA TIERRA**			
1.034	Toma tierra con pica galvanizada de 2,00 m, cable de cobre desnudo de 1x35 mm2 conexionado mediante soldadura aluminotérmica.	1,00	61,09	**61,09**
Ml	**DERIVACIÓN INDIVIDUAL**			
1.035	Derivación individual 4x6+TT mm2, (delimitada entre la centralización de contadores y el cuadro de distribución), bajo tubo de PVC rígido tipo Fergondur D = 60 y conductores de cobre de 16mm2. aislados, para una tensión nominal de 0,6/1 kV. en sistema trifásico más neutro y protección, tendido mediante sus correspondientes accesorios.	15,00	10,28	**154,20**
Ud	**CUADRO DE PROTECCIÓN**			
1.036	Cuadro de protección general formado por una caja doble aislamiento con puerta y de superficie, incluido regleta Omega, embarrado de protección, 1 IGA de 4x25 A y 4 interruptor diferencial de 25A/2p/30mA, Aut. de 10, 16 A y 20 A.	1,00	400,25	**400,25**
Ud	**LUMINARIAS**			
1.037	Luminaria plástica estanca de 1x58 W SYLVANIA con protección IP 65 clase I, cuerpo en poliester reforzado con fibra de vidrio, difusor de policarbonato de 2 mm de espesor con abatimiento lateral, electrificación con: reactancia, regleta de conexión con toma de tierra, portalámparas.. etc, i/lámparas fluorescentes trifosforo (alto rendimiento), sistema de cuelgue, replanteo, pequeño material y conexionado.	13,00	45,96	**597,48**

Ud **LUZ EMERGENCIA**

1.038 Punto de luz de emergencia realizado en canalización PVC corrugado D=16 y conductores rígidos de cobre aislados para una tensión nominal de 750V. de 1,5mm2. incluido Aparato de emergencia fluorescente de superficie, con base antichoque y difusor de metacrilato, señalización permanente (aparato en tensión), con autonomía superior a 1 hora con baterías herméticas recargables, alimentación a 220v. construidos según norma UNE 20-392-93 y EN 60 598-2-22, dimensiones 330x95x67mm., y/lámpara fluorescente FL.8W, base de enchufe, etiqueta de señalización replanteo, montaje, pequeño material y conexionado.

10,00 59,45 **594,50**

Ud **MATERIAL**

1.039 Pequeño material, y cableado de toda la instalación de fuerza con conexiones a cuadros de máquinas.

1,00 1.150,00 **1.150,00**

TOTAL INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL GARAJE .....3.368,09 €

PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Ud/cod		Ud	Precio	Presupuesto

Ud **CAJA VEN. 5800 M3/H fuera zona riesgo**

1.040 Módulo de ventilación extracción de aire modelo CJTCR/R 1240-4T de SODECA para un caudal de 5.800 m3/h, con motor de 1 CV. de potencia, capaz de soportar (fuera de la zona de riesgo) y vehicular aire a 400ºC/2 horas y 250ºC en continuo homologada y de acuerdo a la norma Europea EN-12101-3 y CTE, construido a base de paneles de acero galvanizado con aislamiento termoacústico, ventilador centrífugo de doble aspiración, provisto de amortiguadores elásticos y punta flexible en la boca de salida, con compuerta de registro y punta estanca, i/ medios y material de montaje. Incluida chimenea de extracción un metro por encima de la línea de cubierta, totalmente instalado y conectado.

2,00 1.797,11 **3.594,22**

Ud **EXTINT. POLVO ABC 6 Kg. EF 21A-113B**

1.041 Extintor de polvo ABC con eficacia 21A-113B para extinción de fuego de materias sólidas, líquidas, productos gaseosos e incendios de equipos eléctricos, de 6 Kg. de agente extintor con soporte, manómetro y boquilla con difusor según norma UNE-23110, totalmente instalado según CTE/DB-SI 4. Certificado por AENOR.

5,00 45,97 **229,85**

Ud **EXTINT. NIEVE CARB. 5 Kg. EF 34B**

1.042 Extintor de nieve carbónica CO2 con eficacia 34B para extinción de fuego de materias sólidas, líquidas, e incendios de equipos eléctricos, de 5 Kg. de agente eextintor con soporte y manguera con difusor según CTE/DB-SI 4, totalmente instalado.

1,00 112,46 **112,46**

TOTAL PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS..... 3.936,53 €

TOTAL ACTIVIDAD DEL GARAJE .....7.304,62 €

TOTAL CAPÍTULO PRESUPUESTO GENERAL .....79.044,09 €

RESUMEN PRESUPUESTO

CAPITULO	TOTAL €
PRESUPUESTO GENERAL	79.044,09
INSTALACION ELECTRICA EDIFICIO	48.350,67
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	18.769,00
RED DE BAJA TENSIÓN	4.619,80
GARAJE	7.304,62
INSTALACIÓN ELECTRICA	3.368,09
PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	3.936,53
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	**79.044,09**
13 % GASTOS GENERALES	**10.275,73**
6% BENEFICIO INDUSTRIAL	**4.742,64**
21% IVA	**16.599,25**
TOTAL	**110.661,71**

Asciende el presente presupuesto a la cantidad de:

CIENTO DIEZ MIL SEISCIENTOS SESENTA Y UN EUROS CON SETENTA Y UN CÉNTIMOS DE EUROS

CONCLUSIONES

El proyecto ha logrado cumplir con todos los objetivos básicos que se habían propuesto respetando las especificaciones planteadas.

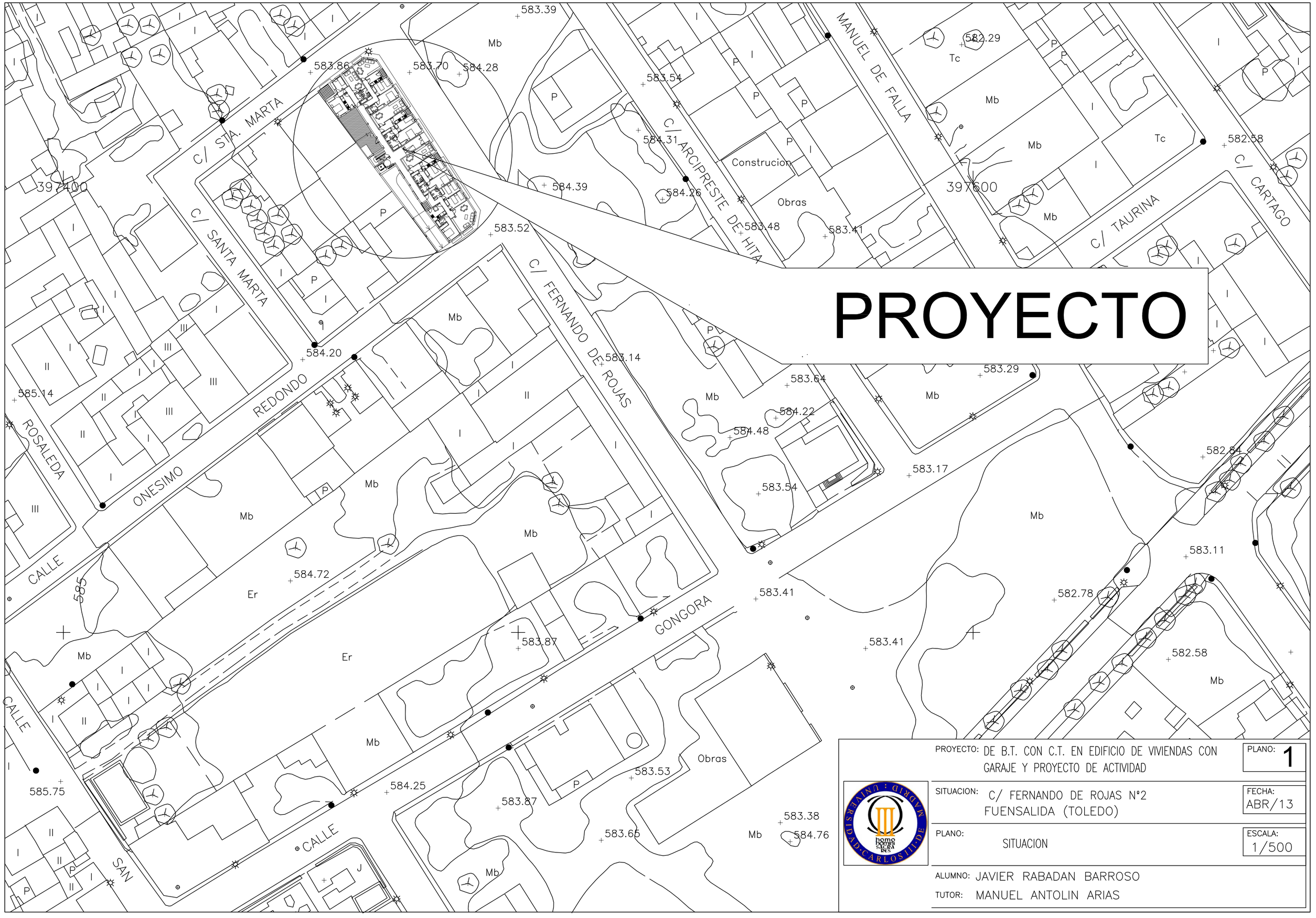
La consecución de este proyecto didáctico me ha brindado la oportunidad de poner en práctica todos los conocimientos adquiridos durante mi formación académica, donde la lucha frente a los retos planteados y los problemas resueltos mediante la consulta de varias fuentes, ha contribuido de manera muy importante a incrementar y madurar todos estos conocimientos mencionados.

La parte eléctrica del proyecto, tras varias reflexiones, me ha dotado de una clara idea para identificar y resaltar los puntos que hay que cubrir y considerar para llevar a cabo una implementación exitosa de la instalación eléctrica de un edificio partiendo desde un centro de transformación. También me ha llevado a comprender la importancia de poseer de un suministro eléctrico de alta calidad y seguridad en la vida cotidiana de una vivienda, así como toda la complejidad que existe detrás de la sencillez de activar un interruptor y que automáticamente se encienda una luz en nuestro cuarto o se ponga en marcha una lavadora.

Con respecto a la licencia de actividad del garaje quiero resaltar la importancia del cambio de normativa de la NBE (Norma Básica de la Edificación) al CTE (Código Técnico de la Edificación) sobretodo en el ámbito de una eficiencia energética en progresión y a futuro, tan importante en la época en la que vivimos. El desarrollo de esta actividad me ha servido para darme cuenta de lo complejo que llega a ser mantener la seguridad de las personas como de las instalaciones y los diferentes campos que afectan a las mismas (seguridad de utilización, protección contra incendios, eficiencia, protección acústica, etc…). Puedo decir que esta es la parte que más conocimientos me ha aportado puesto que era algo más desconocido para mí al no haberse tratado en profundidad durante el desarrollo de mis estudios.

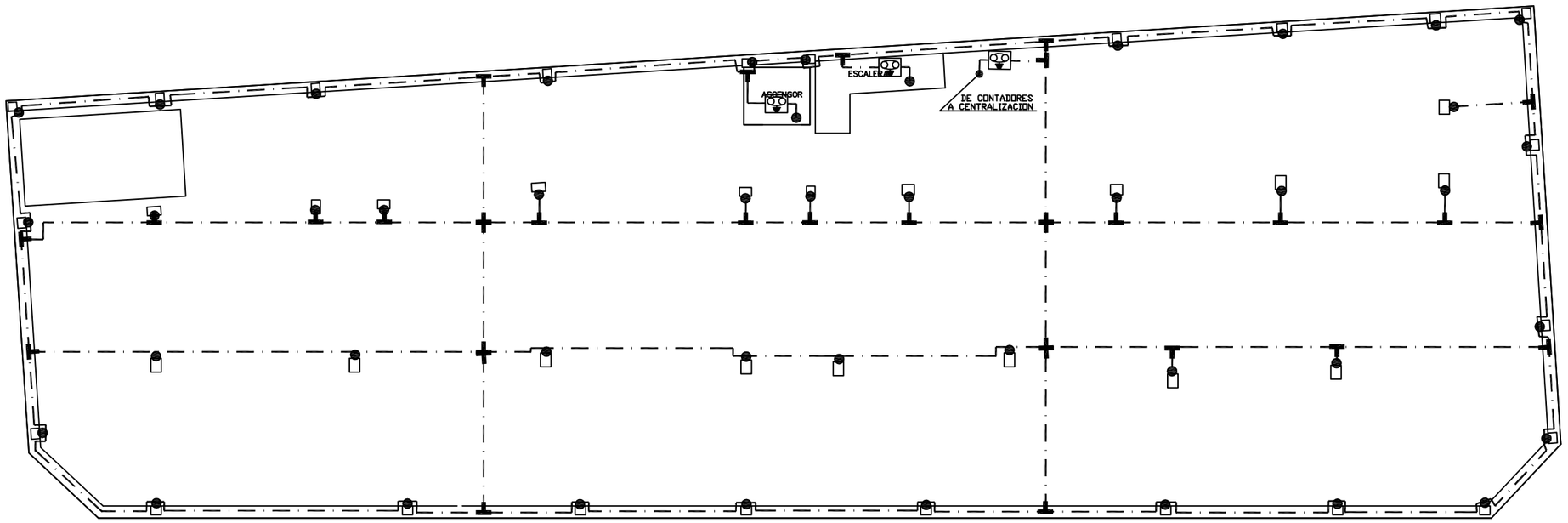
Por último quiero resaltar como punto clave el alto conocimiento técnico que ha de tener la persona que tiene que trabajar con el CTE y el REBT (Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión) para el desarrollo e implementación de los mismos sin inducción a errores, lo que me hace sentirme orgulloso de haber podido completar este proyecto de forma eficaz.

PLANOS



PROYECTO

PROYECTO: DE B.T. CON C.T. EN EDIFICIO DE VIVIENDAS CON GARAJE Y PROYECTO DE ACTIVIDAD	PLANO: 1
SITUACION: C/ FERNANDO DE ROJAS Nº2 FUENSALIDA (TOLEDO)	FECHA: ABR/13
PLANO: SITUACION	ESCALA: 1/500
ALUMNO: JAVIER RABADAN BARROSO	
TUTOR: MANUEL ANTOLIN ARIAS	



RED DE PUESTA A TIERRA

LEYENDA

- ARQUETA DE COMPROBACION Y PUESTA A TIERRA CON PICA DE ACERO 2m.x⌀18
- PUNTO DE CONEXIÓN SOLDADURA ALUMINOTERMICA EN PILAR
- CONDUCTO DESNUDO COBRE 35mm²
- PICA DE ACERO 2m.x⌀18
- SOLDADURA ALUMINOTERMICA DERIVACION
- DETALLE SOLDADURA ALUMINOTERMICA

PROYECTO: DE B.T. CON C.T. EN EDIFICIO DE VIVIENDAS CON GARAJE Y PROYECTO DE ACTIVIDAD

PLANO: 2

SITUACION: C/ FERNANDO DE ROJAS Nº2
FUENSALIDA (TOLEDO)

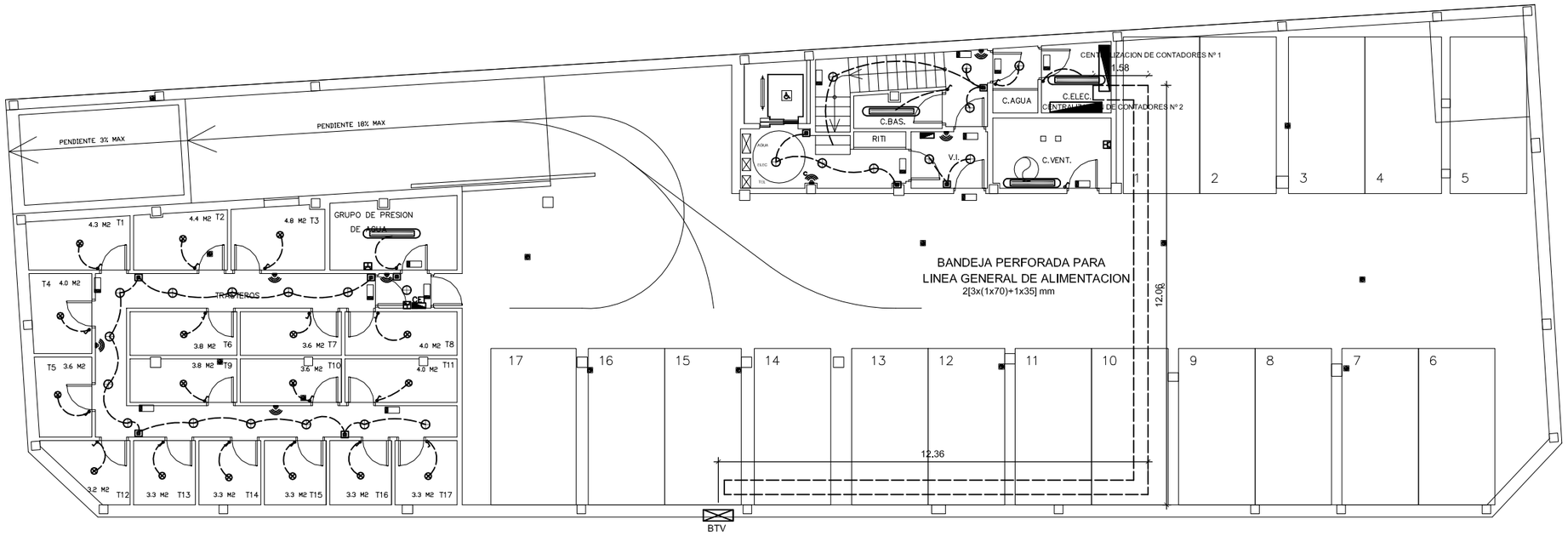
FECHA: ABR/13

PLANO: INSTALACION DE RED DE PUESTA A TIERRA

ESCALA: 1/150

ALUMNO: JAVIER RABADAN BARROSO

TUTOR: MANUEL ANTOLIN ARIAS



LEYENDA

	CUADRO ELECTRICO
	PUNTO DE LUZ EN PARED
	INTERRUPTOR SENCILLO DE 10A–230V–SIMON 31
	TOMA DE CORRIENTE EST. F+N+T DE U. VARIOS 16A–250V–SIMON 44
	EQUIPO AUTONOMO DE EMERGENCIA 6 W LEGRAND C3–315 LUX
	PULSADOR TEMPORIZADO DE ENCENDIDO –SIMON 31
	LUMINARIA DE TECHO 2x18 W PHILIPS GONDOLA FWG 220WH
	DETECTOR DE PRESENCIA ALUMBRADO–SIMON
	LUMINARIA ESTANCA ADOSADA 2x36 W PHILIPS PACIFIC TCW216 TL–D

PROYECTO: DE B.T. CON C.T. EN EDIFICIO DE VIVIENDAS CON GARAJE Y PROYECTO DE ACTIVIDAD

PLANO: 3

SITUACION: C/ FERNANDO DE ROJAS Nº2
FUENSALIDA (TOLEDO)

FECHA: ABR/13

PLANO: INSTALACION PLANTA SOTANO

ESCALA: 1/150

ALUMNO: JAVIER RABADAN BARROSO

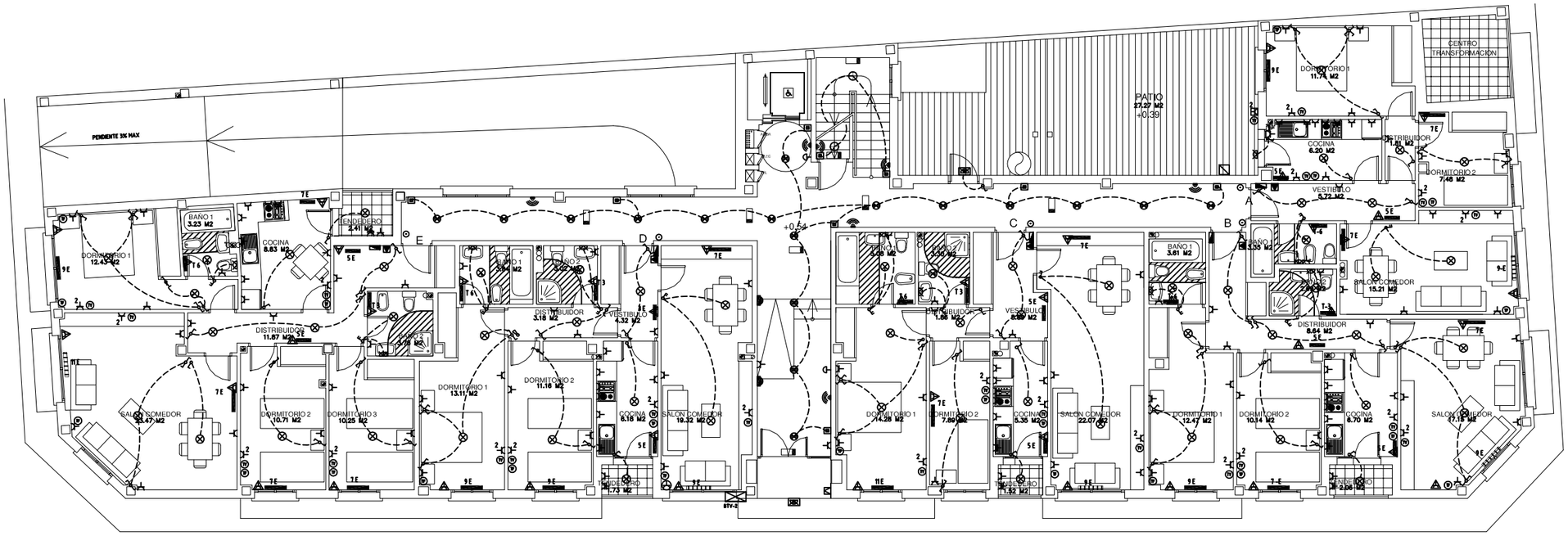
TUTOR: MANUEL ANTOLIN ARIAS

RADIADOR CALOR AZUL

Tipo	Nombre	Potencia (w)	Largo mm.	Ancho mm.	Alto mm	Peso Kg
3 E	RSM 3 DT	390	335	600	95	10
5 E	RSM 5 DT	650	495	600	95	14
7 E	RSM 7 DT	910	655	600	95	18
9 E	RSM 9 DT	1170	810	600	95	23
11 E	RSM 11 DT	1430	970	600	95	27

TOALLEROS

T-3	TBB-8	300	87	50	8	
T-6	TBB-12	600	128	50	8	



LEYENDA

	CUADRO ELECTRICO
⊗	PUNTO DE LUZ EN TECHO
	PUNTO DE LUZ EN PARED
	INTERRUPTOR SENCILLO DE 10A–230V
	INTERRUPTOR CONMUTADO DE 10A–230V
	INTERRUPTOR DE CRUZAMIENTO DE 10A–230V
	INTERRUPTOR DOBLE DE 10A–230V
	TOMA CORRIENTE USOS VARIOS F+N+T DE 16A–250V
	TOMA CORRIENTE DOBLE F+N+T DE 16A–250V
	TOMA CORRIENTE LAVAD.– LAVAVAJ. SECAD. CALDERA DE 16A–250V
	TOMA CORRIENTE COCINA F+N+T DE 25A–250V
	TOMA DE CORRIENTE EST. F+N+T DE U. VARIOS 16A–250V
	TOMA DE CORRIENTE DE 16A–250V CALEFACION
TV	REGISTRO DE TOMA TELEVISION R–TV+SAI

LEYENDA

TF	REGISTRO DE TOMA DE TELEFONO 4 CONTACTOS
	PULSADOR ZUMBADOR DE 10A–230V
	PORTERO ELECTRONICO INTERIOR VIVIENDA
	PORTERO ELECTRONICO EXTERIOR ACCESO
	EQUIPO AUTONOMO DE EMERGENCIA 6 W
	PULSADOR TEMPORIZADO DE ENCENDIDO
	DETECTOR DE PRESENCIA ALUMBRADO
	LUMINARIA DE TECHO 2x18 W
	DOWNLIGHT 2x26 W
	LUMINARIA EXTERIOR 80 W
	LUMINARIA LUZ IND. 2x18 W
	APLIQUE MURAL ANTIVANDALICOS DE EMPOTRAR 1x15 W
	ARQUETA ELECTRICA 30x30 cm

PROYECTO: DE B.T. CON C.T. EN EDIFICIO DE VIVIENDAS CON GARAJE Y PROYECTO DE ACTIVIDAD

PLANO: 4

SITUACION: C/ FERNANDO DE ROJAS Nº2
FUENSALIDA (TOLEDO)

FECHA: ABR/13

PLANO: INSTALACION DE PLANTA BAJA

ESCALA: 1/150

ALUMNO: JAVIER RABADAN BARROSO

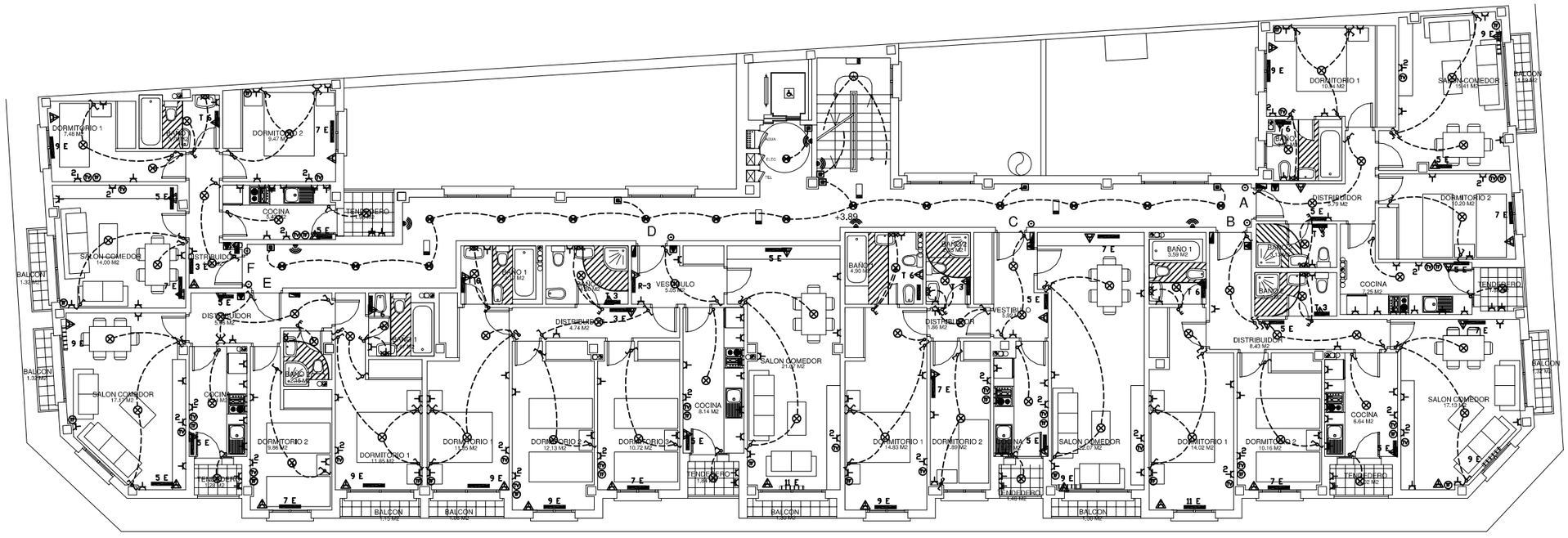
TUTOR: MANUEL ANTOLIN ARIAS

RADIADOR CALOR AZUL

Tipo	Nombre	Potencia (w)	Largo mm.	Ancho mm.	Alto mm	Peso Kg
3 E	RSM 3 DT	390	335	600	95	10
5 E	RSM 5 DT	650	495	600	95	14
7 E	RSM 7 DT	910	655	600	95	18
9 E	RSM 9 DT	1170	810	600	95	23
11 E	RSM 11 DT	1430	970	600	95	27

TOALLEROS

T-3	TBB-8	300	87	50	8
T-6	TBB-12	600	128	50	8



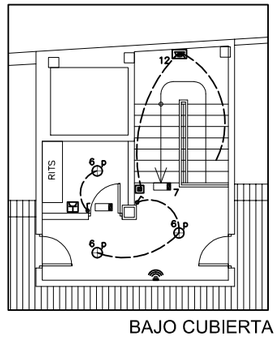
PLANTA PRIMERA Y SEGUNDA

LEYENDA

	CUADRO ELECTRICO
	PUNTO DE LUZ EN TECHO
	PUNTO DE LUZ EN PARED
	INTERRUPTOR SENCILLO DE 10A–230V
	INTERRUPTOR CONMUTADO DE 10A–230V
	INTERRUPTOR DE CRUZAMIENTO DE 10A–230V
	INTERRUPTOR DOBLE DE 10A–230V
	TOMA CORRIENTE USOS VARIOS F+N+T DE 16A–250V
12	TOMA CORRIENTE DOBLE F+N+T DE 16A–250V
	TOMA CORRIENTE LAVAD.– LAVAVAJ. SECAD. CALDERA DE 16A–250V
	TOMA CORRIENTE COCINA F+N+T DE 25A–250V
	TOMA DE CORRIENTE EST. F+N+T DE U. VARIOS 16A–250V
	TOMA DE CORRIENTE DE 16A–250V CALEFACION
TV	REGISTRO DE TOMA TELEVISION R–TV+SAI

LEYENDA

TF	REGISTRO DE TOMA DE TELEFONO 4 CONTACTOS
	PULSADOR ZUMBADOR DE 10A–230V
	PORTERO ELECTRONICO INTERIOR VIVIENDA
	PORTERO ELECTRONICO EXTERIOR ACCESO
	EQUIPO AUTONOMO DE EMERGENCIA 6 W
	PULSADOR TEMPORIZADO DE ENCENDIDO
	DETECTOR DE PRESENCIA ALUMBRADO
	LUMINARIA DE TECHO 2x18 W
	DOWNLIGHT 2x26 W
	LUMINARIA EXTERIOR 80 W
	LUMINARIA LUZ IND. 2x18 W
	APLIQUE MURAL ANTIVANDALICOS DE EMPOTRAR 1x15 W
	ARQUETA ELECTRICA 30x30 cm



BAJO CUBIERTA

PROYECTO: DE B.T. CON C.T. EN EDIFICIO DE VIVIENDAS CON GARAJE Y PROYECTO DE ACTIVIDAD

PLANO: 5

SITUACION: C/ FERNANDO DE ROJAS Nº2
FUENSALIDA (TOLEDO)

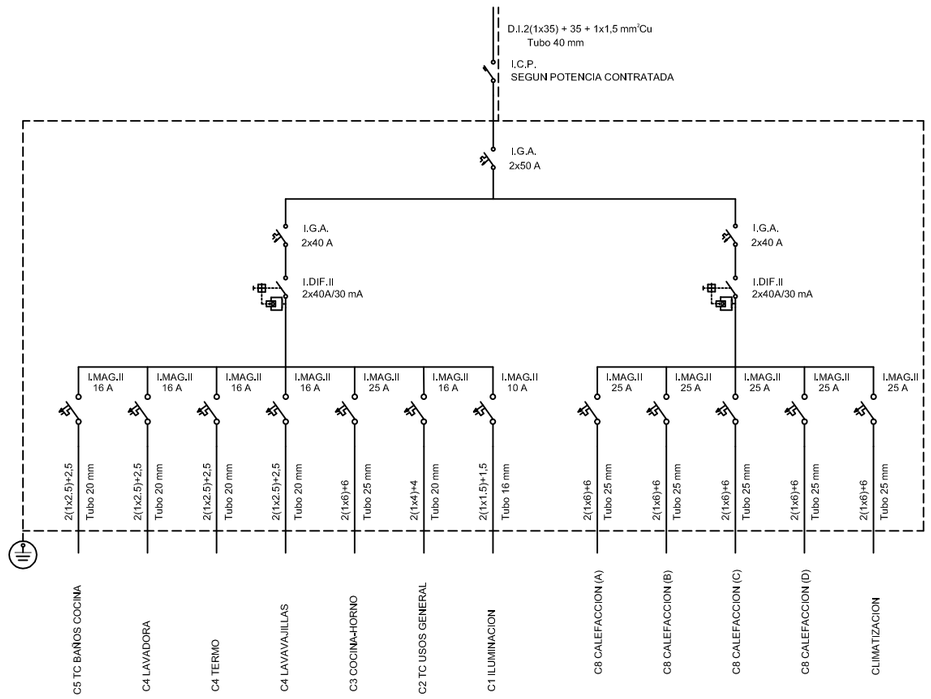
FECHA: ABR/13

PLANO: INSTALACION DE PLANTA PRIMERA Y SEGUNDA

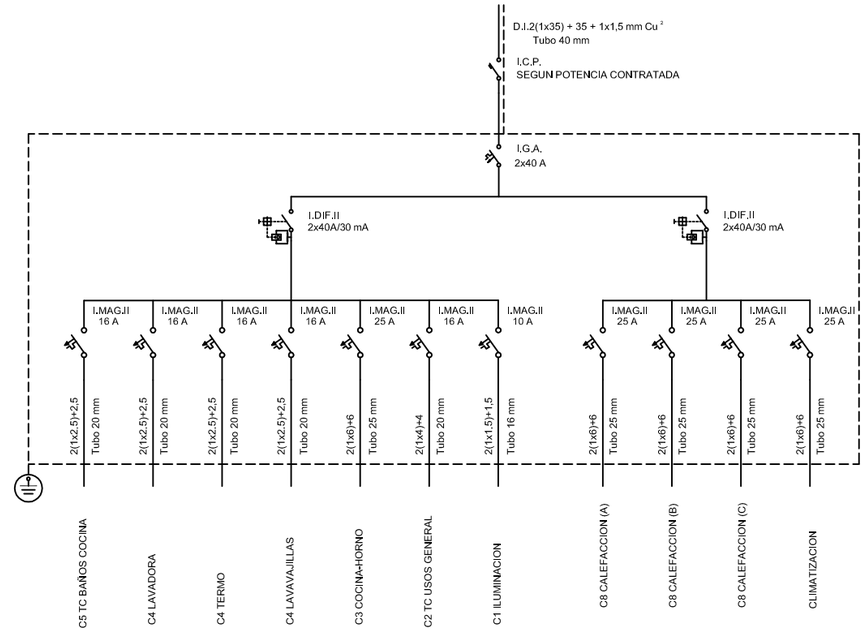
ESCALA: 1/150

ALUMNO: JAVIER RABADAN BARROSO

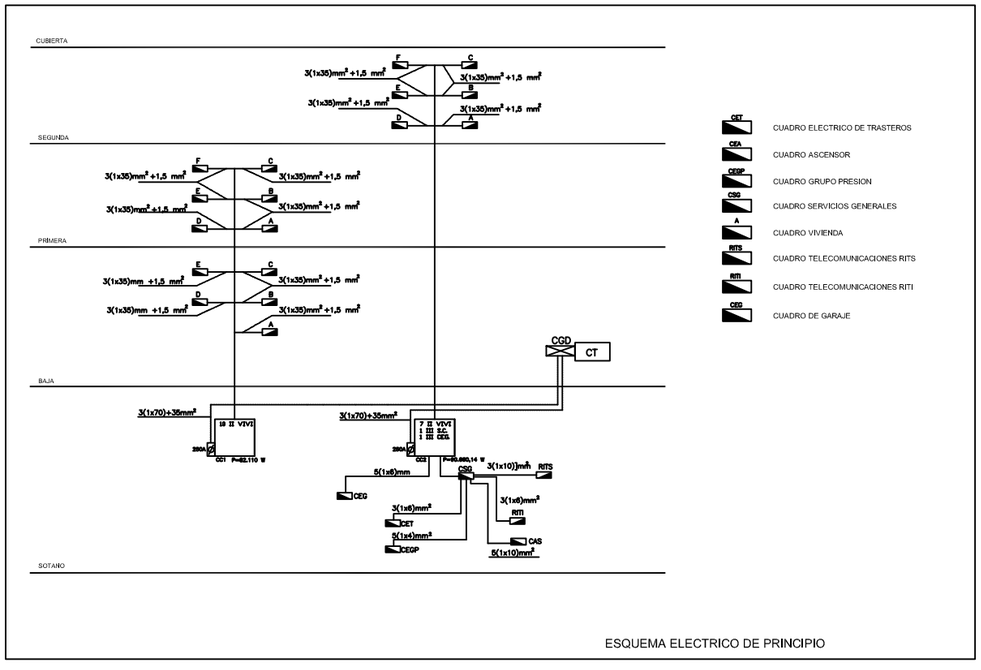
TUTOR: MANUEL ANTOLIN ARIAS



ESQUEMA TIPO VIVIENDA ELECTRIFICACION ELEVADA (11,5 kW)



ESQUEMA TIPO VIVIENDA ELECTRIFICACION ELEVADA (9,2 kW)



ESQUEMA ELECTRICO DE PRINCIPIO

PROYECTO: DE B.T. CON C.T. EN EDIFICIO DE VIVIENDAS CON GARAJE Y PROYECTO DE ACTIVIDAD

PLANO: 6

SITUACION: C/ FERNANDO DE ROJAS Nº2
FUENSALIDA (TOLEDO)

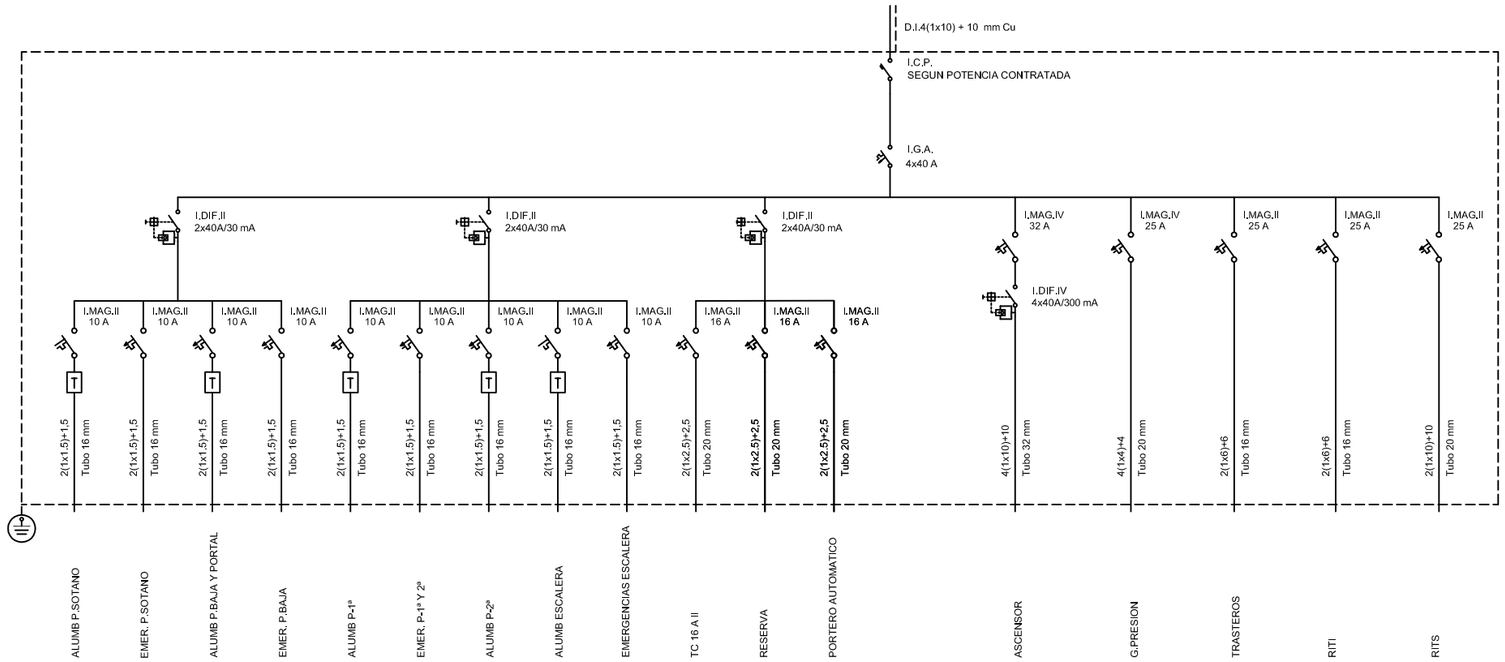
FECHA: ABR/13

PLANO: ESQUEMA ELECTRICO GENERAL Y VIVIENDAS

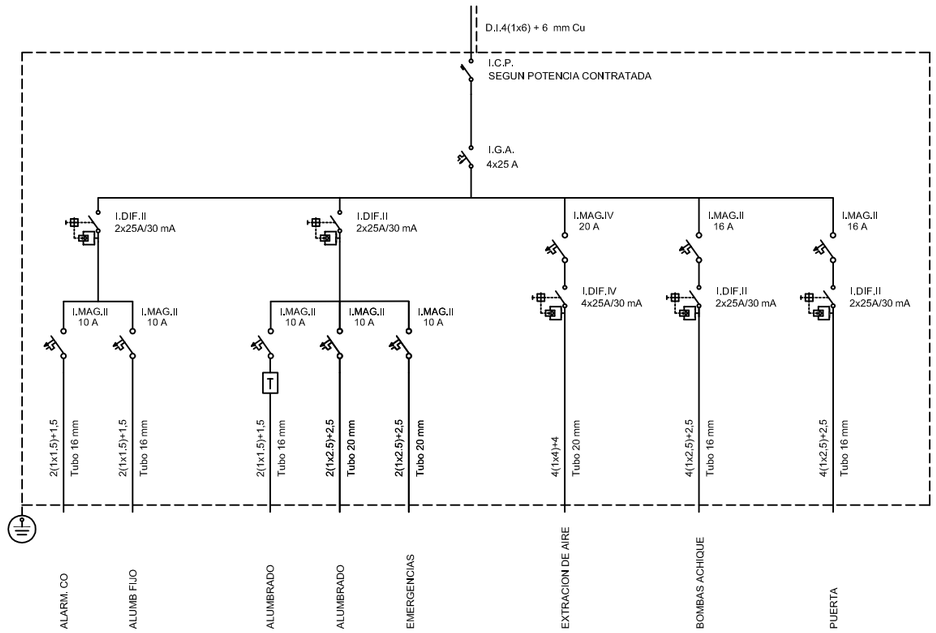
ESCALA: S/E

ALUMNO: JAVIER RABADAN BARROSO

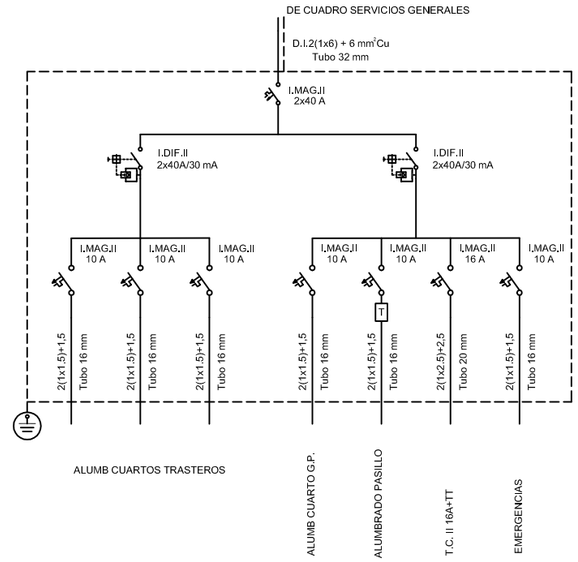
TUTOR: MANUEL ANTOLIN ARIAS



ESQUEMA SERVICIOS GENERALES (22,527 kW)

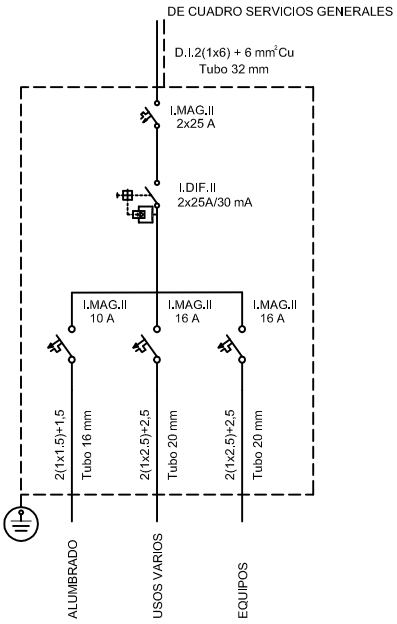


ESQUEMA GARAJE (9,05 kW)

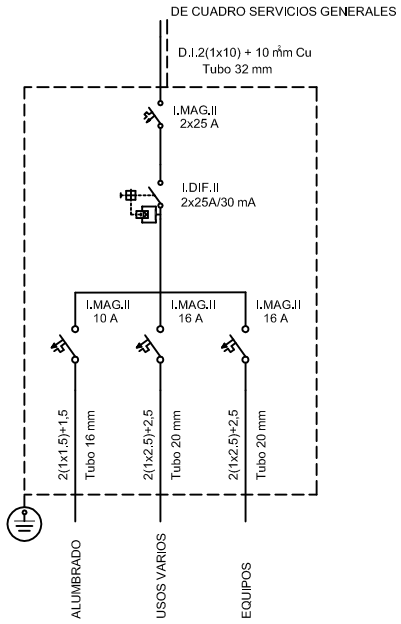


CUADRO ELECTRICO TRASTERO (2,74kW)

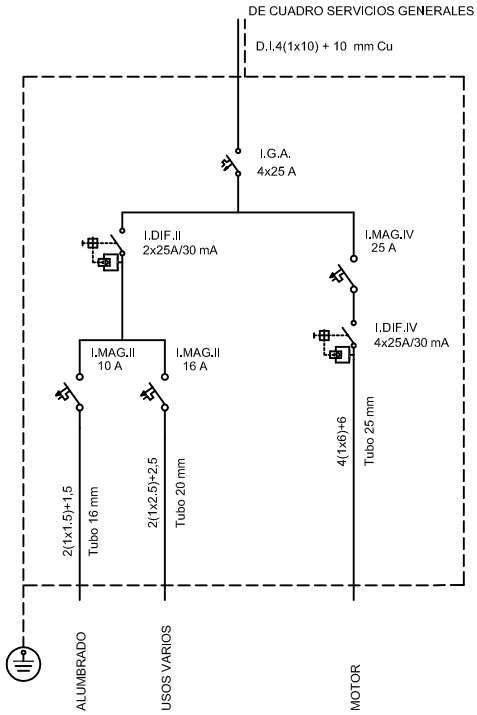
PROYECTO: DE B.T. CON C.T. EN EDIFICIO DE VIVIENDAS CON GARAJE Y PROYECTO DE ACTIVIDAD		PLANO: 7
SITUACION: C/ FERNANDO DE ROJAS Nº2 FUENSALIDA (TOLEDO)		FECHA: ABR/13
PLANO: ESQUEMA ELECTRICO CUADROS SECUNDARIOS		ESCALA: S/E
ALUMNO: JAVIER RABADAN BARROSO		
TUTOR: MANUEL ANTOLIN ARIAS		



CUADRO ELÉCTRICO RITI (3 kW)

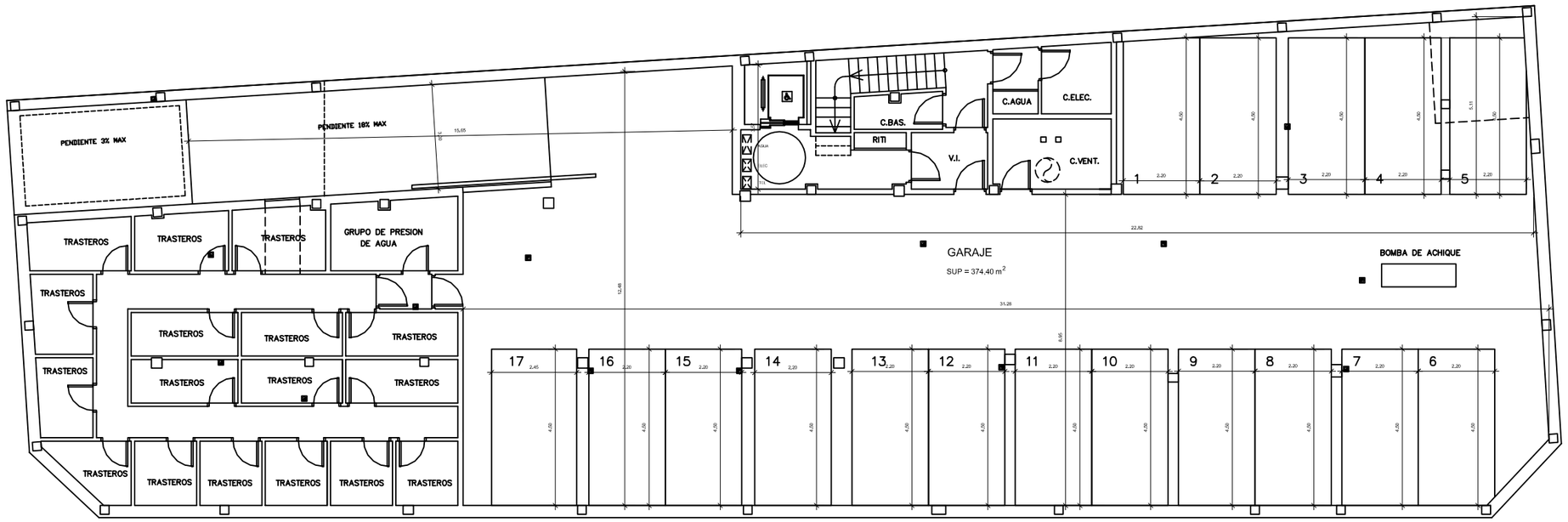


CUADRO ELÉCTRICO RITS (3 kW)



CUADRO ELÉCTRICO ASCENSOR (7,5 kW)

PROYECTO:	DE B.T. CON C.T. EN EDIFICIO DE VIVIENDAS CON GARAJE Y PROYECTO DE ACTIVIDAD	PLANO: 8
SITUACION:	C/ FERNANDO DE ROJAS Nº2 FUENSALIDA (TOLEDO)	FECHA: ABR/13
PLANO:	ESQUEMA ELECTRICO RITI, RITS Y ASCENSOR	ESCALA: S/E
ALUMNO:	JAVIER RABADAN BARROSO	
TUTOR:	MANUEL ANTOLIN ARIAS	



PROYECTO: DE B.T. CON C.T. EN EDIFICIO DE VIVIENDAS CON GARAJE Y PROYECTO DE ACTIVIDAD

PLANO: 9

SITUACION: C/FERNANDO DE ROJAS Nº2 FUENSALIDA (TOLEDO)

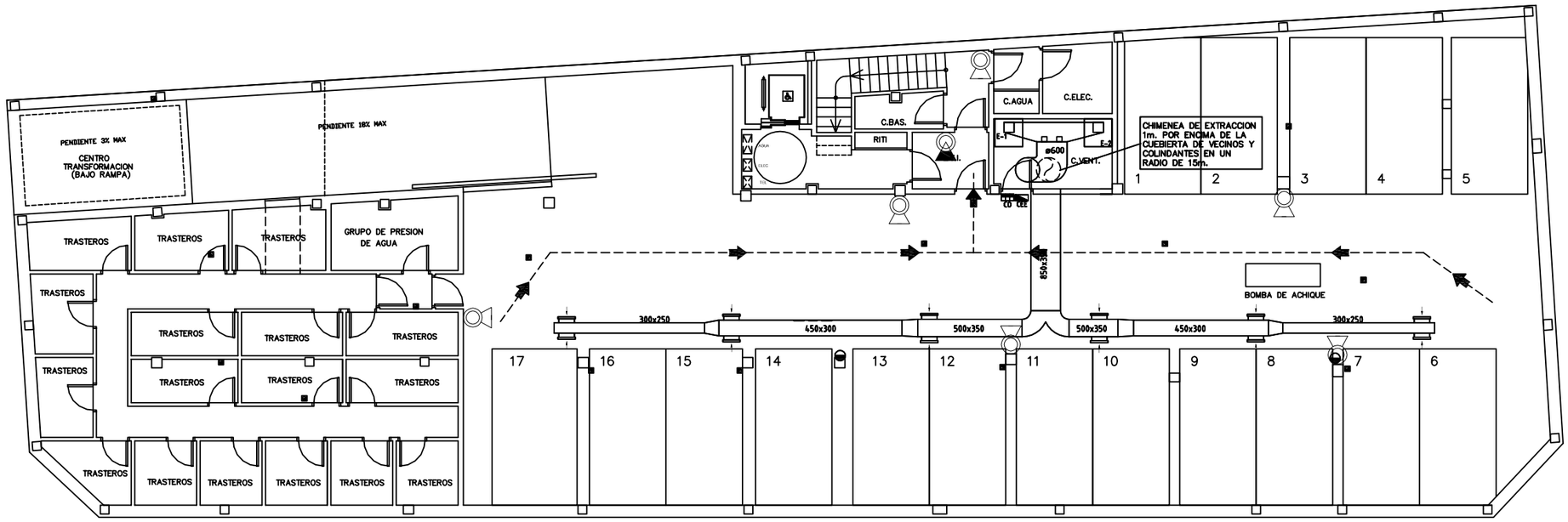
FECHA: ABR/13

PLANO: PLANTA GARAJE

ESCALA: 1/150

ALUMNO: JAVIER RABADAN BARROSO

TUTOR: MANUEL ANTOLIN ARIAS



EXTRACCIÓN

- *CONDUCTO DE CHAPA GALVANIZADA DE 0,6/1 mm. DE ESPESOR*
- *DETECTOR DE CO*
- *CUADRO ELECTRICO EXTRACTORES*
- *CENTRAL DETECCION CO*
- *REJILLA DE EXTRACCION DE LAMAS FIJAS A 45º CON COMPUERTA DE REGULACION DE 500x150mm.*

EXTRACTOR E1 Y E2

Modelo	CE 10/10 TR
Caudal	3.500 m3/h
Presión disponible	25 mm.c.a.
Potencia motor	0,75 CV
r.p.m.	1.000
Dimensiones (LxAxH)	720x720x590 mm
Alimentación eléctrica	400/III/50

INSTALACION CONTRA INCENDIOS

- EVACUACION DEL LOCAL
- EXTINTOR POLVO
- EXTINTOR CO2

PROYECTO: DE B.T. CON C.T. EN EDIFICIO DE VIVIENDAS CON GARAJE Y PROYECTO DE ACTIVIDAD

PLANO: 10

SITUACION: C/FERNANDO DE ROJAS Nº2 FUENSALIDA (TOLEDO)

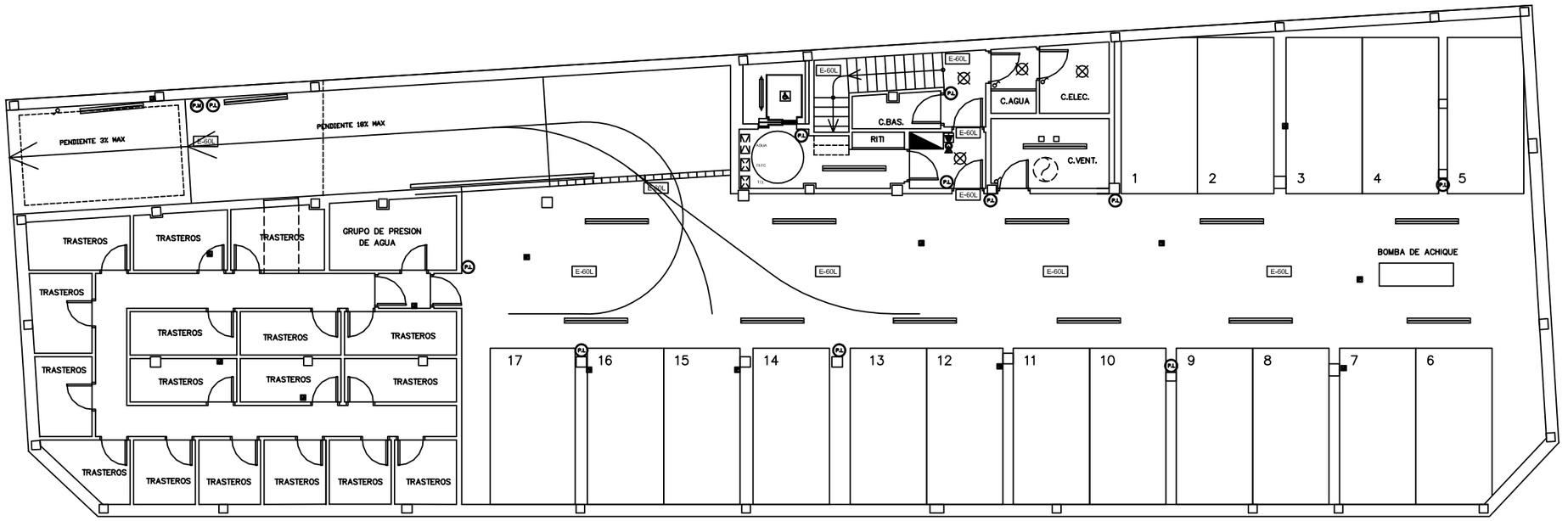
FECHA: ABR/13

PLANO: EXTRACCIÓN Y EVACUACIÓN

ESCALA: 1/150

ALUMNO: JAVIER RABADAN BARROSO

TUTOR: MANUEL ANTOLIN ARIAS



LEYENDA

- CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCION
- E-60L — APARATO LUZ EMERGENCIAS
- PANT FLUORESC 1 x 58 W.
- INTERRUPTOR ALUMBRADO
- PA — PULSADOR DE LUZ
- PAP — PULSADOR DE MOTOR DE LA PUERTA DE ENTRADA
- REGISTRO TOMA DE TIERRA
- PUNTO DE LUZ 1 x 60 W
- EXTINTOR CO2

PROYECTO: DE B.T. CON C.T. EN EDIFICIO DE VIVIENDAS CON GARAJE Y PROYECTO DE ACTIVIDAD

PLANO: 11

SITUACION: C/FERNANDO DE ROJAS Nº2 FUENSALIDA (TOLEDO)

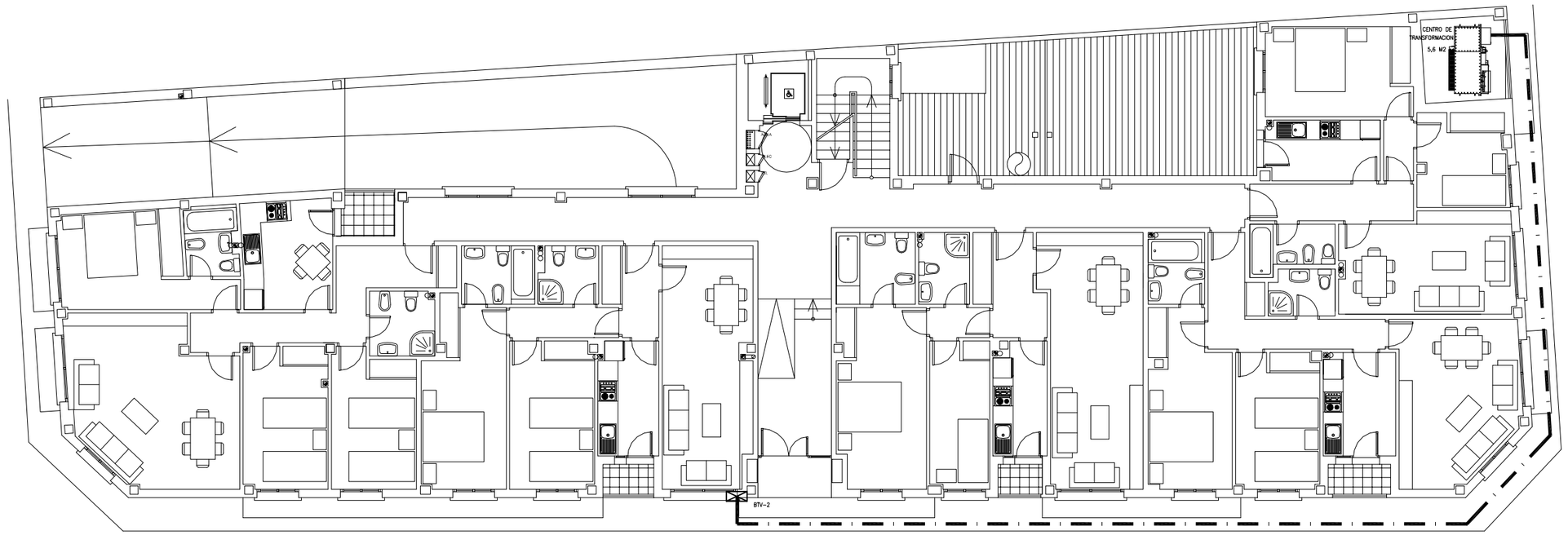
FECHA: ABR/13

PLANO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA GARAJE

ESCALA: 1/150

ALUMNO: JAVIER RABADAN BARROSO

TUTOR: MANUEL ANTOLIN ARIAS

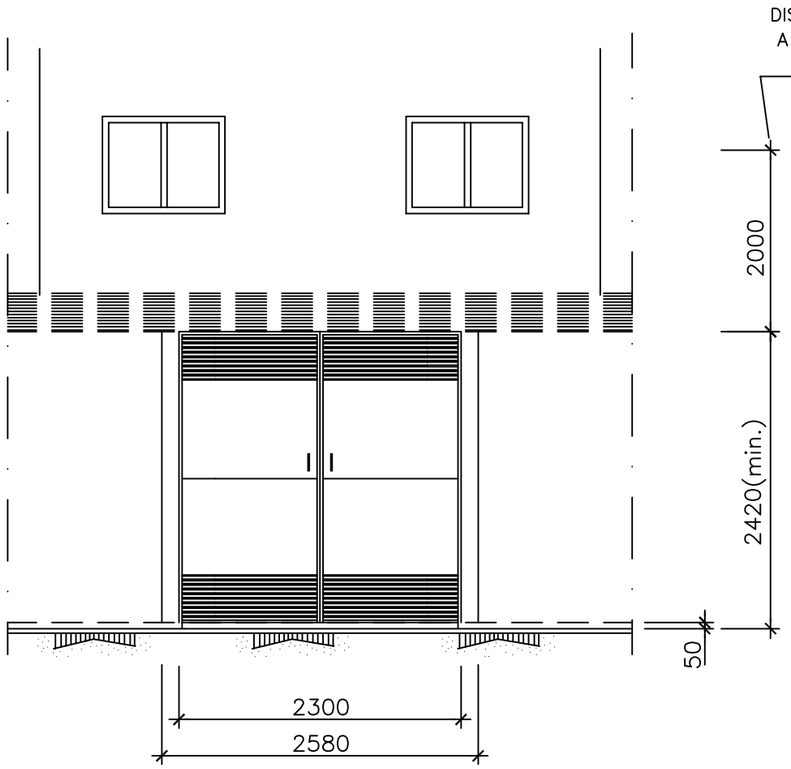


LEYENDA

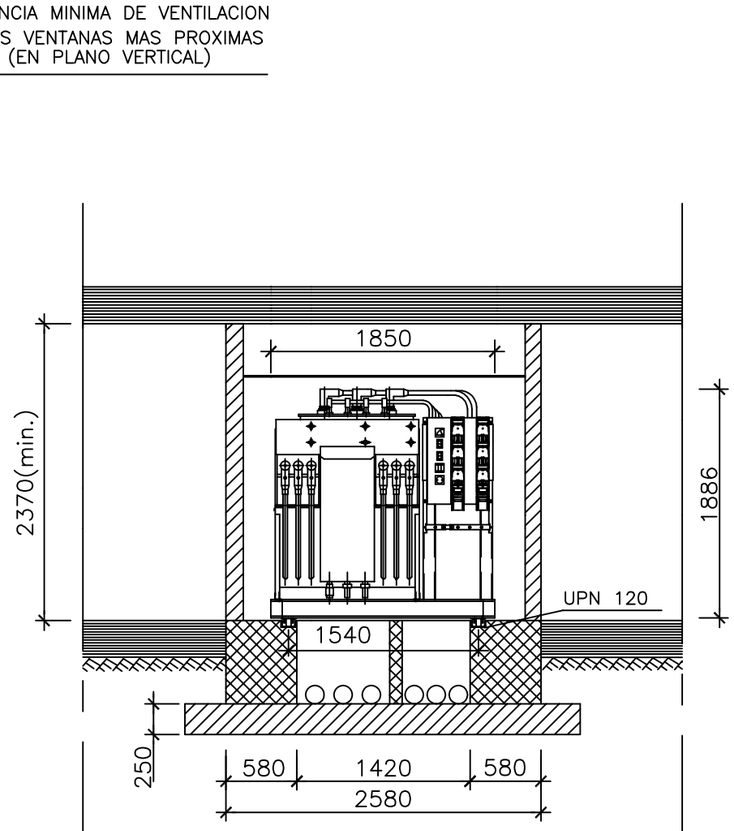
BTV-2 BASE TRIPOLAR VERTICAL DE DOS SALIDAS

CONDUCTOR AL 3(1X150)+1x150 mm

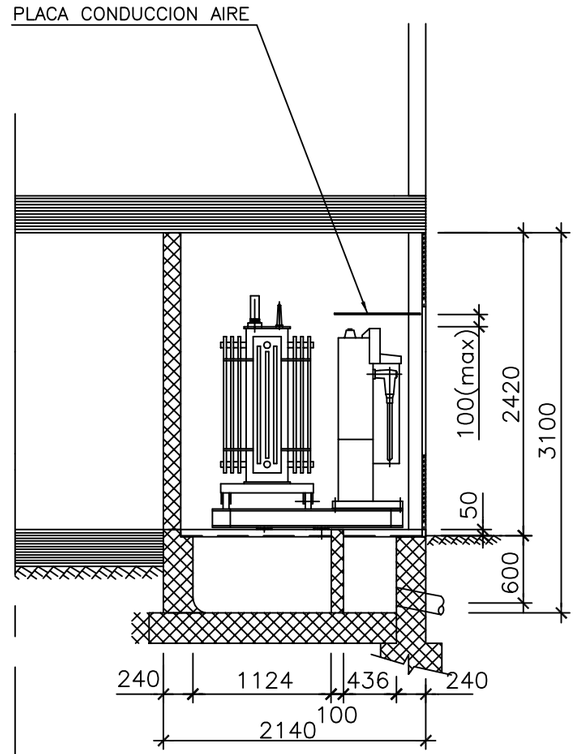
PROYECTO: DE B.T. CON C.T. EN EDIFICIO DE VIVIENDAS CON GARAJE Y PROYECTO DE ACTIVIDAD		PLANO: 12
SITUACION: C/ FERNANDO DE ROJAS Nº2 FUENSALIDA (TOLEDO)		FECHA: ABR/13
PLANO: RED DE BAJA TENSION		ESCALA: 1/150
ALUMNO: JAVIER RABADAN BARROSO		
TUTOR: MANUEL ANTOLIN ARIAS		



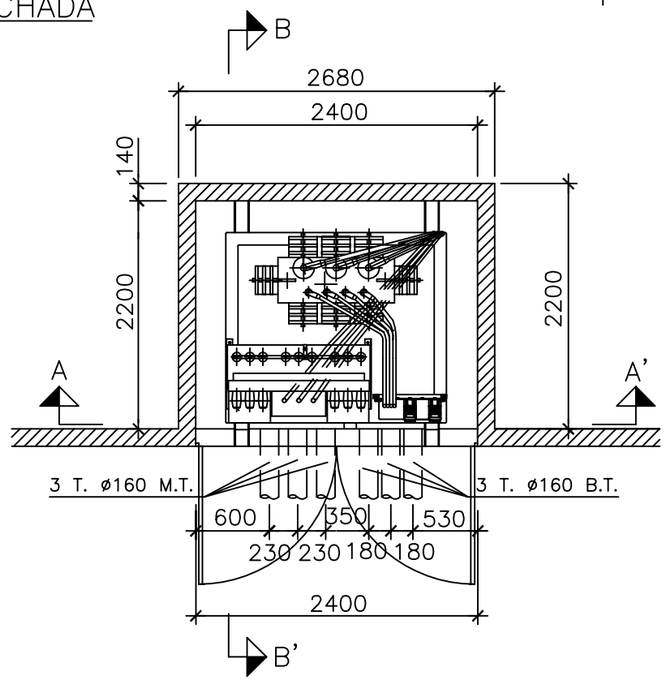
FACHADA



SECCION A–A'

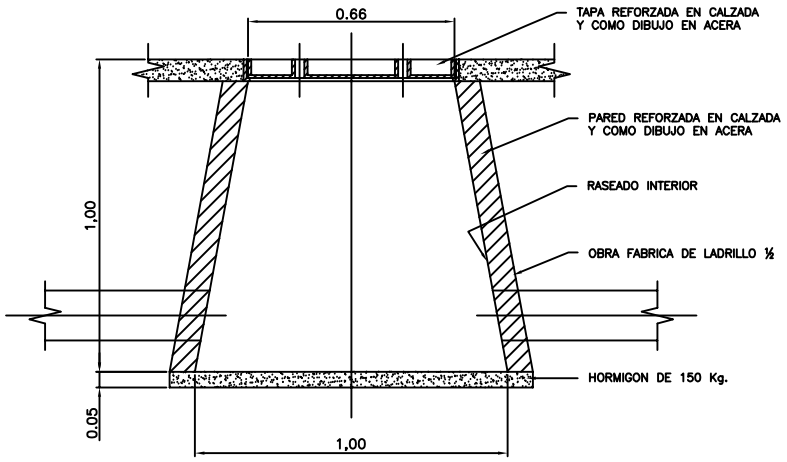


SECCION B–B'

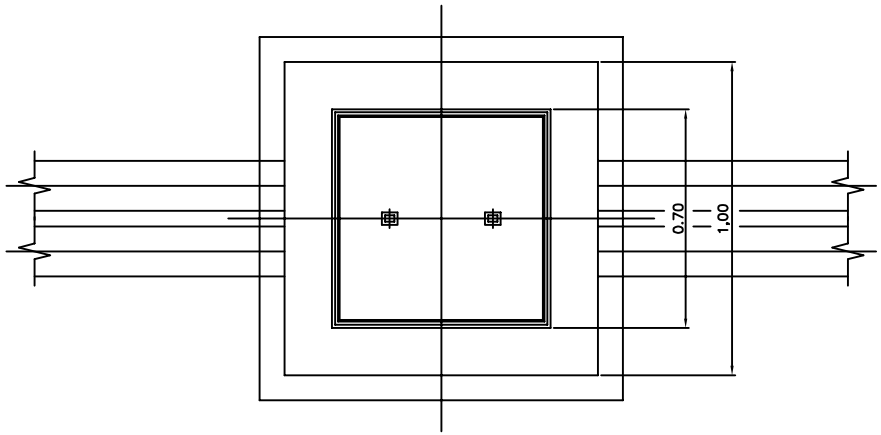


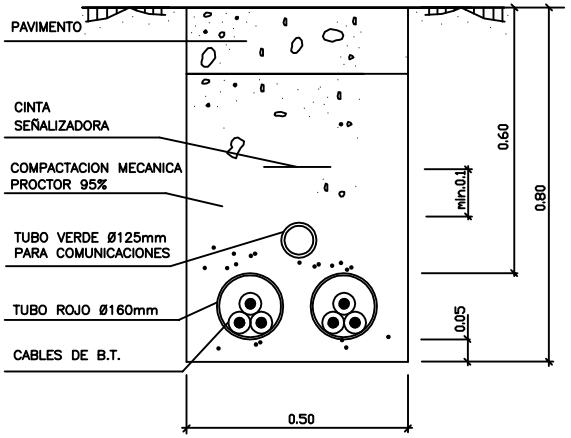
PLANTA

PROYECTO:	DE B.T. CON C.T. EN EDIFICIO DE VIVIENDAS CON GARAJE Y PROYECTO DE ACTIVIDAD	PLANO: 13
SITUACION:	C/ FERNANDO DE ROJAS Nº2 FUENSALIDA (TOLEDO)	FECHA: ABR/13
PLANO:	CASETA DE OBRA CIVIL Y C.T.	ESCALA: 1/50
ALUMNO:	JAVIER RABADAN BARROSO	
TUTOR:	MANUEL ANTOLIN ARIAS	



SECCIÓN ARQUETA





PROYECTO:	DE B.T. CON C.T. EN EDIFICIO DE VIVIENDAS CON GARAJE Y PROYECTO DE ACTIVIDAD	PLANO: 14
SITUACION:	C/ FERNANDO DE ROJAS Nº2 FUENSALIDA (TOLEDO)	FECHA: ABR/13
PLANO:	ARQUETAS Y ZANJA	ESCALA: S/E
ALUMNO:	JAVIER RABADAN BARROSO	
TUTOR:	MANUEL ANTOLIN ARIAS	

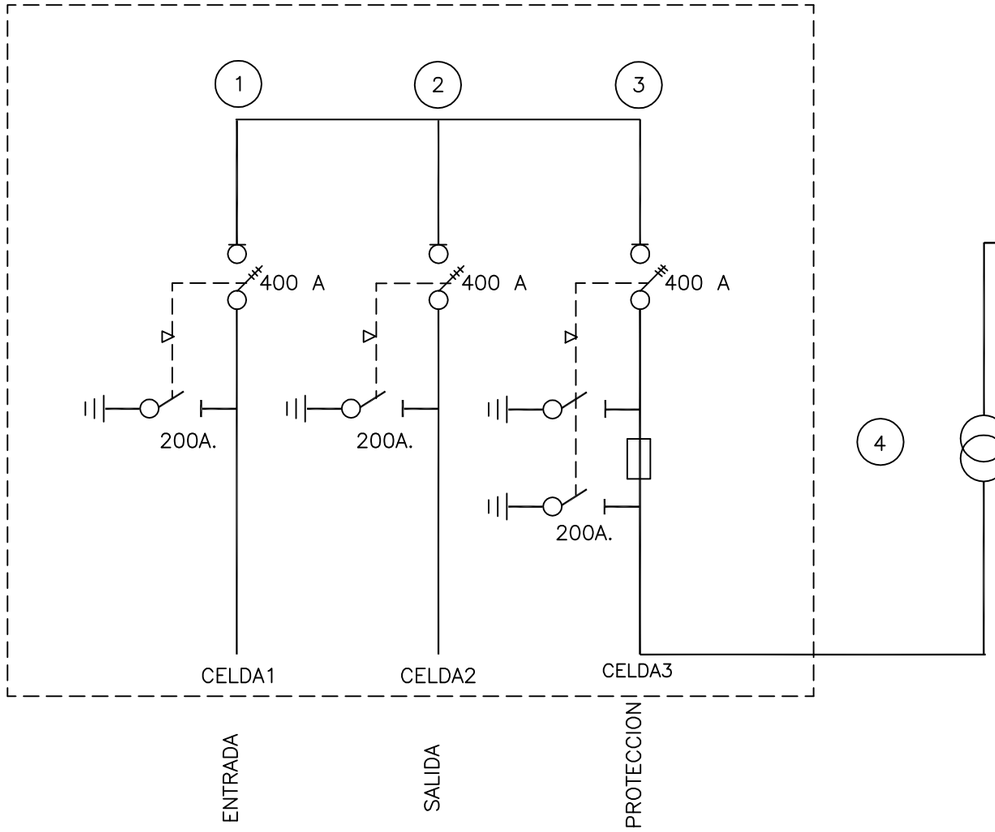
1.-CELDA INTERRUPTOR SECCIONADOR 24kV. 400A.

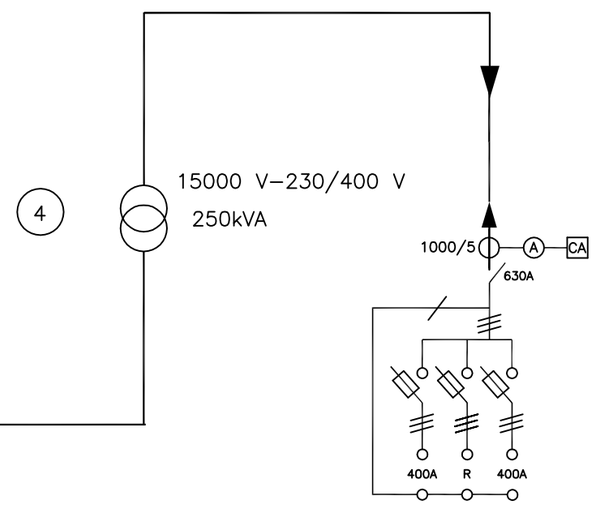
2.-CELDA INTERRUPTOR SECCIONADOR 24kV. 400A.

3.-CELDA INTERRUPTOR FUSIBLE 24kV. 400A.

4.-TRANSFORMADOR 250kVA 400-230V

5.-CUADRO B.T.





FUSIBLES DE PROTECCION M.T.	
CALIBRE FUSIBLE (A)	
20 kV	15 kV
25	40

PROYECTO: DE B.T. CON C.T. EN EDIFICIO DE VIVIENDAS CON GARAJE Y PROYECTO DE ACTIVIDAD

PLANO: 15

SITUACION: C/ FERNANDO DE ROJAS Nº2 FUENSALIDA (TOLEDO)

FECHA: ABR/13

PLANO: ESQUEMA UNIFILAR C.T.

ESCALA: S/E

ALUMNO: JAVIER RABADAN BARROSO

TUTOR: MANUEL ANTOLIN ARIAS