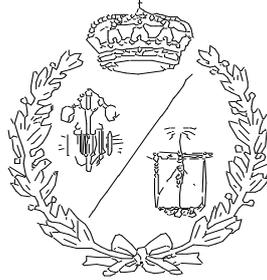


**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN**

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Proyecto Fin de Máster

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN
DE UNA URBANIZACIÓN RESIDENCIAL
(Low-voltage electrical installation of a
residential urbanization)**

Para acceder al Título de

**MÁSTER UNIVERSITARIO EN
INGENIERIA INDUSTRIAL**

Autor: Jorge Martínez García

Julio –2024

*A mi familia, a Clara y a
todo aquel que gastó algo de
su tiempo en ayudarme y
asesorarme en el desarrollo de
este proyecto.*

ÍNDICE GENERAL

1. MEMORIA	2
2. ANEXO.....	60
3. CÁLCULOS.....	67
4. PLANOS	100
5. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES	143
6. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	172
7. MEDICIONES Y PRESUPUESTO	199

1. MEMORIA

1. MEMORIA

INDICE DE LA MEMORIA

1. MEMORIA	2
1.1. Objetivo del proyecto	3
1.2. Técnico.....	3
1.3. Ubicación	3
1.4. Disposiciones y normativa a cumplir	4
1.5. Empresa suministradora	4
1.6. Descripción del edificio	4
1.6.1. Descripción general	4
1.6.2. Viviendas.....	5
1.6.3. Zonas comunes	8
1.6.4. Cuartos del edificio.....	9
1.7. Instalación eléctrica.....	10
1.7.1. Datos generales.....	10
1.7.2. Suministro	12
1.7.3. Instalación de enlace.	12
1.7.4. Instalación eléctrica de las viviendas	34
1.7.5. Instalación eléctrica de los servicios generales	37
1.7.6. Instalación eléctrica en el garaje	38
1.7.7. Protección contra sobreintensidades	40
1.7.8. Corrientes de cortocircuito	45
1.8. Puesta a tierra.....	46
1.8.1. Electrodo de puesta a tierra	47
1.8.2. Conductores de tierra	48
1.8.3. Borne de puesta a tierra.....	49
1.8.4. Conductores de protección (CP o PE).....	50
1.8.5. Conexiones equipotenciales	52
1.8.6. Puntos de puesta a tierra	52
1.9. Alumbrado de emergencia	53
1.9.1. Alumbrado de seguridad	53
1.9.2. Alumbrado de reemplazamiento.....	54
1.10. BIBLIOGRAFÍA Y DOCUMENTACIÓN EMPLEADA	55
1.10.1. Bibliografía	55

1.10.2. Programas informáticos empleados	58
---	-----------

1.1. Objetivo del proyecto

El objetivo del presente proyecto consiste en dimensionar la instalación eléctrica de una urbanización compuesta por 7 edificios con un total de 42 viviendas, además del dimensionamiento de los servicios generales de la urbanización (dentro de los cuales se encuentran una piscina, un gimnasio y una zona de vestuarios), así como de un garaje y los respectivos trasteros para uso de los residentes de la urbanización. Se realizará siguiendo las normas técnicas recogidas, principalmente, en el Reglamento electrotécnico de baja tensión (de aquí en adelante REBT). Así como resumen general del procedimiento decir que el estudio comenzará con el dimensionamiento de la Caja general de protección (de aquí en adelante CGP) y terminará con el dimensionamiento de cada circuito receptor correspondiente a cada una de las 42 viviendas y de los de más puntos de interés, así como también el dimensionamiento de la red de tierras. Se procederá en dicho proyecto también al dimensionamiento y colocación de las luminarias de emergencia siguiendo las directrices que impone los reglamentos pertinentes sobre el tema. El proyecto se acompañará de los correspondientes planos de la urbanización, así como de los planos de las viviendas.

1.2. Técnico

El proyecto es realizado por el alumno Jorge Martínez García para la obtención del título de graduado en el Máster de Ingeniería Industrial por la universidad de Cantabria en el curso 2023/2024.

1.3. Ubicación

La urbanización en cuestión se localiza en el municipio de El Astillero, Cantabria. El número del catastro que le corresponde a esta parcela es el 08 y se localiza en la calle Industria de dicho municipio, colindante a la carretera N- 635. En el anexo del presente trabajo se adjuntan capturas de pantalla correspondientes tanto al catastro como a la vista satelital ofrecida por Google Maps de la parcela. Resaltar que la parcela es

urbanizable ya que realmente hay programada la construcción de viviendas en un futuro.

1.4. Disposiciones y normativa a cumplir

Para la realización del proyecto se han utilizado los siguientes reglamentos y normativas de aplicación vigentes:

- Reglamento Electrotécnico de baja tensión (REBT).
- Código técnico de la edificación (de aquí en adelante CTE).
 - Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio (DB-SI).
 - Documento Básico de Salubridad (DB-HS).
- Normas UNE.
- Normas Tecnológicas de la Edificación.
- Guía sobre el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo.

1.5. Empresa suministradora

Basándome en el mapa de suministradores nacional, en el cual se representa el área de actuación de cada empresa suministrado en función de la zona geográfica, podemos ver que, en la zona de la comunidad autónoma de Madrid, y particularmente en esta zona de la ciudad de Madrid, esta competencia recae en exclusiva en la empresa Endesa. La alimentación necesaria será de 15/20 kV con una frecuencia de red de 50 Hz.

1.6. Descripción del edificio

1.6.1. Descripción general

Según el ITC-BT-10, apartado 1, del REBT, el edificio del presente proyecto se encuadra dentro de la clase de “Edificios destinados principalmente a viviendas”. La urbanización dispondrá de una zona de garajes que recorre bajo tierra todo el perímetro edificado de la parcela, además de zonas de trasteros contiguos a las plazas de garajes de cada bloque. Los 7 bloques son nombrados de la A hasta la G en sentido de las agujas del reloj, siendo el bloque A el situado en la zona sur a la derecha del todo. Dichos bloques

son idénticos en cuanto a distribución de los espacios, esto quiere decir que cada bloque consta de 6 plantas distribuidas de la siguiente manera:

- Planta sótano 1 (PS1), con 24 plazas de garaje y 6 trasteros por portal, además, cuenta con acceso al ascensor y a la zona de escaleras. Por otro lado, también se accede desde el garaje a la zona de vestuarios y gimnasio, así como a la zona de mantenimiento de la piscina.
- Planta baja (P0), con dos viviendas, el portal con acceso a un ascensor y a la zona de escaleras.
- Planta primera (P1), con acceso al ascensor y a las escaleras, así como dos viviendas.
- Planta segunda (P2), ídem a la planta anterior.
- Planta ático (PA), ídem planta anterior, solo que el acceso da a la planta superior de las viviendas de la planta segunda.
- Planta cubierta (PC).

1.6.2. Viviendas

A las viviendas se puede acceder tanto por medio de las escaleras que parten desde la PS1 y recorren todo el edificio, como por medio del ascensor que también parte desde esta planta y recorre todo el edificio. En este apartado se mostrará un descompuesto de los espacios que componen cada tipo de vivienda con la superficie de cada uno de estos. Debido a que, como ya se mencionó antes, los 7 portales tienen la misma distribución de viviendas procederemos a descomponer las viviendas correspondientes al portal A.

- **Puerta A planta baja:**
 - Vestíbulo: 9,04 m².
 - Aseo: 2,69 m².
 - Cocina: 13,97 m².
 - Tendedero: 4,01 m².
 - Pasillo: 5,97 m².
 - Salón/Comedor: 42,48 m².
 - Baño 1: 5,08 m².
 - Baño 2: 4,02 m².

- Baño 3: 4,05 m².
- Baño 4: 2,82 m².
- Dormitorio 1: 22,35 m².
- Dormitorio 2: 12,35 m².
- Dormitorio 3: 10,92 m².
- Dormitorio 4: 11,18 m².
- Dormitorio 5: 7 m².
- Porche: 17,11 m².

Total: 175,04 m².

● **Puerta B planta baja:**

- Vestíbulo: 11,62 m².
- Aseo: 2,69 m².
- Cocina: 14,77 m².
- Tendedero: 4,01 m².
- Pasillo: 5,97 m².
- Salón/Comedor: 42,50 m².
- Baño 1: 5,08 m².
- Baño 2: 4,02 m².
- Baño 3: 4,03 m².
- Baño 4: 2,82 m².
- Dormitorio 1: 22,19 m².
- Dormitorio 2: 12,35 m².
- Dormitorio 3: 10,92 m².
- Dormitorio 4: 11,18 m².
- Dormitorio 5: 7 m².
- Porche: 17,11 m².

Total: 178,26 m².

● **Puertas A y B planta primera:**

- Vestíbulo: 11,30 m².
- Aseo: 2,69 m².

- Cocina: 14,77 m².
- Tendedero: 4,01 m².
- Pasillo: 6,29 m².
- Salón/Comedor: 37,13 m².
- Baño 1: 5,30 m².
- Baño 2: 3,85 m².
- Baño 3: 3,85 m².
- Baño 4: 2,96 m².
- Dormitorio 1: 23,28 m².
- Dormitorio 2: 12,35 m².
- Dormitorio 3: 10,92 m².
- Dormitorio 4: 11,18 m².
- Dormitorio 5: 6,97 m².
- Terraza: 38,06 m².

Total: 194,91 m².

● **Puertas A y B dúplex plantas segunda y tercera:**

- Vestíbulo 1: 12,08 m².
 - Vestíbulo 2: 8,09 m².
 - Aseo: 3,23 m².
 - Cocina: 14,77 m².
 - Tendedero: 4,01 m².
 - Pasillo: 4,62 m².
 - Salón/Comedor: 34,23 m².
 - Baño 1: 5,25 m².
 - Baño 2: 5,04 m².
 - Baño 3: 2,96 m².
 - Baño 4: 4,46 m².
 - Dormitorio 1: 13,64 m².
 - Dormitorio 2: 10,92 m².
 - Dormitorio 3: 11,18 m².
 - Dormitorio 4: 6,97 m².
-

- Dormitorio 5: 11,75 m².
- Terraza: 130,91 m².

Total: 284,11 m².

A cada vivienda, además, hay que sumarle la superficie de un trastero y de 4 plazas de garaje, estas plazas de garaje son de dimensiones variables siendo tres iguales y una más grande.

- **Superficie en zona de garajes:**

- Trastero: 5,36 m².

Total: 5,36 m².

1.6.3. Zonas comunes

A continuación, se mostrará el área que ocupan las zonas de uso común, estas zonas son las escaleras de acceso a las diferentes plantas del edificio, así como el portal de acceso al bloque de viviendas. También dentro de este apartado consideraremos el espacio que ocupan los aseos y el gimnasio, así como la piscina comunitaria.

- **Planta sótano:**

- Comunes: 7,78 m².
- Comunes portal D: 10,12 m².
- Escalera: 12,97 m².
- Escalera portal D: 12,41 m².
- Vestíbulo de trasteros: 10,75 m².
- Vestíbulo gimnasio: 22,64 m².
- Aseo piscina 1: 11,92 m².
- Aseo piscina 2: 11,61 m².
- Gimnasio: 31,11 m².
- Cuarto de bicicletas 1: 34,79 m².
- Cuarto de bicicletas 2: 27,92 m².
- Cuarto de bicicletas 3: 19,58 m².

- **Planta baja:**
 - Soportal: 33,97 m².
 - Portal: 13,88 m².
 - Escalera: 5,82 m².
 - Piscina: 395,9 m².

- **Planta primera:**
 - Escalera: 10,75 m².
 - Vestíbulo viviendas y ascensor: 10,14 m².

- **Planta segunda:**
 - Escalera: 10,72 m².
 - Vestíbulo viviendas y ascensor: 8,38 m².

- **Planta tercera:**
 - Escalera: 10,68 m².
 - Vestíbulo viviendas y ascensor: 8,38 m².

1.6.4. Cuartos del edificio

En el presente apartado se expondrá la superficie de los diferentes cuartos que se encuentran en los edificios de la urbanización, así como el cuarto de la piscina que es único y se encuentra en la planta subterránea, justamente debajo de la piscina. Todos los cuartos se encuentran en la planta sótano 1.

- Cuarto de electricidad: 10,56 m².
- Cuarto de electricidad portal D: 7,60 m².
- Cuarto de basuras: 8,01 m².
- Cuarto de basuras portal D: 7,60 m².
- Cuarto de ventilación: 5,27 m².
- Cuarto de piscina: 18,58 m².
- Cuarto grupo PCI: 47,99 m².
- Cuarto RITI: 18,58 m².

- Vestíbulo instalaciones: 11,74 m².
- Cuarto de fontanería: 43,63 m².

1.7. Instalación eléctrica.

1.7.1. Datos generales

Debido a las similitudes entre los portales se procederá al análisis de la instalación eléctrica de uno de los bloques, dichas conclusiones se podrán extrapolar al resto de los bloques que conforman la urbanización. No obstante, en el caso del garaje se realizará para la totalidad de este debido que la superficie completa será la que nos condicione la elección de los valores de dicha instalación.

Viviendas

De acuerdo con lo que se expone en el ITC-BT-10, apartado 2.1, se clasifica el grado de electrificación de las viviendas del presente proyecto como elevado ($P \geq 9200$ W a 230 V), esto significa que la potencia a contratar para cada vivienda serán 9200 W a 230 V y 40 A. Este grado de electrificación será el necesario para cubrir la demanda de la vivienda sin necesidad de realizar obras posteriores de adecuación de la red eléctrica.

La selección de dicho grado de electrificación viene dada por la restricción impuesta en dicho ITC. En este apartado condiciona la elección de dicho grado de electrificación a la previsión de utilización en la vivienda de: calefacción eléctrica, o aire acondicionado, o superficie útil de vivienda superior a los 160 m². En este caso tendremos una previsión de utilización de sistemas de aire acondicionado en las viviendas por lo que optaremos por el grado elevado de electrificación.

Servicios generales

Según lo descrito en el apartado 3.2 del ITC-BT-10, y aplicando dichas directrices a nuestro proyecto, la carga correspondiente a los servicios generales será la suma de la potencia prevista en:

- Ascensores.
- Alumbrado del portal.
- Caja de la escalera.

- Portero automático.
- Alumbrado de vestíbulos de cada planta.
- Alumbrado del cuarto de electricidad.
- Alumbrado del cuarto de ventilación.
- Alumbrado del cuarto de basuras.
- Alumbrado del vestíbulo de trasteros.
- Alumbrado del vestíbulo de acceso a escaleras de garaje.

Garaje

Para el caso del garaje hay que seguir las directrices que se plasman en el CTE, más concretamente en el documento básico de salubridad (DB-HS) en su punto 3. Si dentro de dicho apartado leemos lo dispuesto en los puntos 6 y 7 del 3.1.4.2, se puede concluir que deberá existir una red de ventilación forzada conformada al menos por dos conductos, cada uno con su correspondiente sistema de aspiración mecánica (esto se debe a que el garaje supera las 15 plazas de aparcamiento, según punto 6) y un sistema de detección de monóxido de carbono (debido a que la superficie del garaje es superior a los 100 m², según punto 7).

Por otro lado, en materia de protección contra incendios, según el DB-SI en su punto 4 nos especifica que en aparcamientos con una superficie superior a 500 m² debemos instalar un sistema de detección de incendios que al menos cuente de detectores de incendios. A parte de todo esto, el garaje constara de un alumbrado de emergencia, constando, por tanto, en su totalidad de:

- Alumbrado.
- Alumbrado de emergencia.
- Motores de los portones de garaje.
- Sistema de ventilación.
- Alumbrado de cuartos, así como de toda la zona de gimnasio y cuarto de piscina.
- Tomas de corrientes.
- Sistema de detección de monóxido de carbono.
- Sistema de detección de incendios.

1.7.2. Suministro

La instalación eléctrica del edificio se conecta directamente a la Red General de Distribución, cuya propietaria es la empresa suministradora. La conexión se realiza mediante la acometida que conecta dicha red con el cuadro general de protección (CGP) de la urbanización. De dicho cuadro sale la Línea General de Alimentación (LGA) que alimenta a los diferentes emplazamientos de contadores por medio de las cajas de derivación. Según el apartado 1 del ITC-BT-12 la propiedad del usuario llega hasta el CGP, esto responsabiliza al usuario del mantenimiento y conservación de la instalación en este tramo. Por otro lado, del CGP hasta la red de distribución la conservación y mantenimiento corre a cargo de la empresa suministradora.

La corriente eléctrica suministrada a la urbanización será trifásica con neutro, con 400/230 V de tensión y una frecuencia de 50 Hz.

1.7.3. Instalación de enlace.

De acuerdo con el ITC-BT-12 se denomina instalación de enlace, a aquellas que unen la CGP con las instalaciones receptoras del usuario. Por tanto, estas instalaciones comenzaran en el final de la acometida y terminaran en los dispositivos generales de mando y protección (DGMP). Estas instalaciones discurrirán siempre por lugares de uso común y quedarán bajo propiedad del usuario, que como ya hemos mencionado en el apartado anterior, se responsabilizará de su conservación y mantenimiento. Las instalaciones de enlace están compuestas por:

- 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).
- Dispositivos generales de mando y protección (DGMP).

Para este proyecto optaremos por el esquema de colocación de contadores de forma centralizada en más de un lugar. Este esquema, según el apartado 2.2.3 del ITC-BT-12, se utiliza en agrupaciones de viviendas de distribución horizontal dentro de un recinto

privado, lo cual es parecido a lo del presente proyecto ya que tenemos viviendas distribuidas en 7 edificios diferentes todos ellos dentro del mismo recinto privado, además, de un garaje y zonas de uso común. Se adjunta una foto que hace referencia a este tipo de esquema.

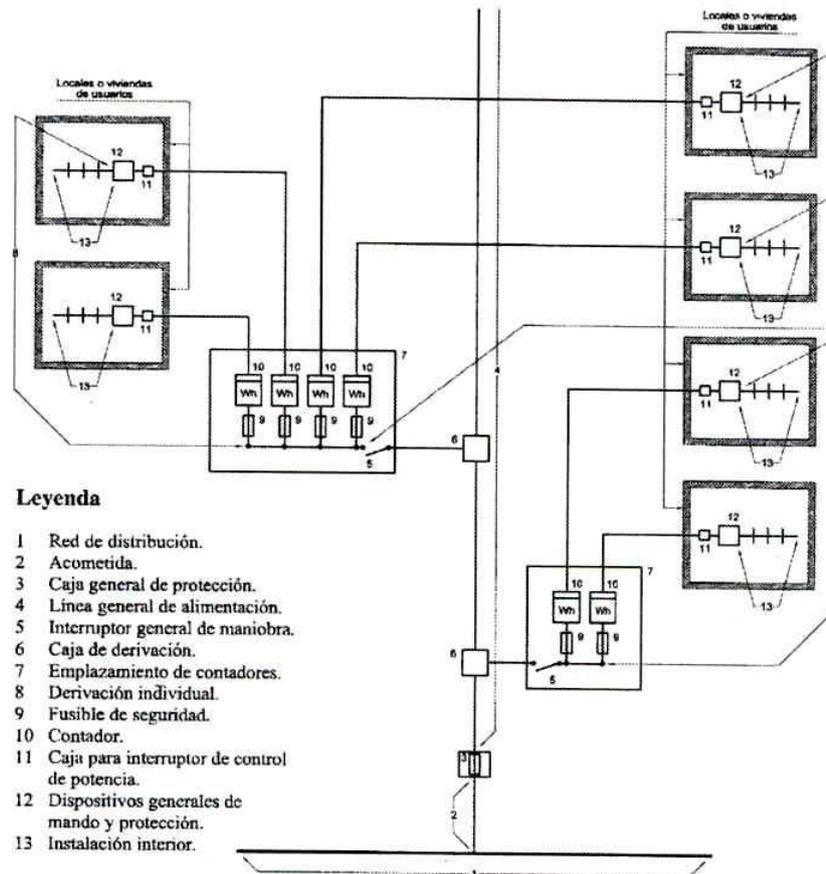


Ilustración 1. Esquema de colocación de contadores de forma localizada en más de un lugar [1].

Caja general de protección (CGP).

El apartado del reglamento que trata este tema es el ITC-BT-13 y nos da las siguientes directrices:

- La colocación se realizará, preferentemente, sobre fachadas exteriores de los edificios, en lugares que sean de acceso libre y permanente. Su situación final será consensuada por propiedad y empresa suministradora.
- Si el edificio alberga un centro de distribución para baja tensión, los fusibles del cuadro de baja tensión de dicho CT podrán ser usados como

protección de la LGA desempeñando el papel de CGP. En el caso de que esto sea así, la empresa suministradora se encargará del mantenimiento de la protección.

- Si la acometida es aérea podrán instalarse en montaje superficial a una altura comprendida entre 3 m y 4 m.
- Si la acometida es subterránea se instalará siempre en un nicho en la pared, el cual será cerrado con una puerta preferentemente metálica con un grado de protección IK10 según UNE-EN 50102. La cerradura o candado normalizado se dispondrá por parte de la empresa suministradora.
- No se alojarán más de dos cajas generales de protección en el interior del mismo nicho, disponiéndose una caja por cada LGA.
- Los usuarios o electricista autorizado solo podrán acceder y podrán actuar sobre las conexiones de la LGA previa comunicación a la empresa suministradora.
- Las CGP a utilizar corresponderán a uno de los tipos recogidos en las especificaciones técnicas de la empresa suministradora y con aprobación de la administración pública competente.
- En las CGP se instalarán cortocircuitos fusibles en todos los conductores de fase o polares, cuya poder de corte será al menos igual a la corriente de cortocircuito prevista en el punto de su instalación. El neutro será una conexión inamovible situada a la izquierda de las fases, disponiendo además de un borne de conexión para su puesta a tierra si procede.
- El esquema de la CGP a utilizar estará en función de las necesidades del suministro solicitado, del tipo de red de alimentación y será determinado por la empresa suministradora.

Las CGP cumplirán todo lo que sobre el particular se indica en la norma UNE-EN 60.439-1, tendrán un grado de inflamabilidad según se indica en la norma UNE-EN 60.439-3, una vez instaladas tendrán un grado de protección IP 43 según norma UNE 60529 e IK 08 según UNE-EN 50102 y serán precintables.

Para la elección de la CGP asignada a cada una de las LGA nos apoyamos en las directrices que nos dicta el REBT. La primera de ellas es optar por el uso de una CGP de clase II, es decir, de doble aislamiento o también conocidas como aislamiento reforzado. Si nos fijamos en los cálculos realizados en el apartado 2.5.1. vemos que los fusibles escogidos para conectar en bornes de la CGP son variados (cambian según con la LGA). Para el caso de la CGP asignada a la LGA que da servicio al garaje, se observa que los bornes traen 3 fusibles del tipo NH1-200A. Una solución comercial para esta CGP la encontramos en la web de Electromaterial [x], siendo una opción válida la “Caja de acometida CGP GL 250 A esquema 9 BUC”. Esta CGP tiene un esquema que se corresponde con el nº 9 que se observa en la ITC-BT-13 y cumple que la intensidad máxima de ninguno de sus fusibles supera los 250 A. El acrónimo BUC del nombre es un indicador de las bases portafusible que significa Base Unipolar Cerrada.

Para las otras dos LGA las CGP son idénticas debido a que ambas contienen fusibles que superan los 250 A, pero a su vez ninguno supera los 400 A. Los fusibles que encontramos en los otros dos casos son del tipo NH1-315A y NH1-400A, siguiendo el razonamiento del caso anterior se llega a la conclusión de que la CGP empleada en cada uno de los dos casos restantes se identifica de forma comercial como “Caja de acometida CGP GL 400 A esquema 9 BUC”.



Ilustración 2. CGP de 400 A [11].

Línea General de Alimentación (LGA).

De acuerdo en lo dispuesto en la ITC-BT-12, la Línea General de Alimentación (LGA) es aquella que enlaza la Caja General de Protección (CGP) con la centralización de contadores. A partir de una misma LGA pueden realizarse derivaciones para distintas centralizaciones de contadores como ocurre en el presente proyecto. Según el ITC-BT-14 dichas líneas estarán constituidas por:

- Conductores aislados en el interior de tubos empotrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos enterrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos en montaje superficial.
- Conductores aislados en el interior de canales protectores cuya tapa solo podrá ser abierta con la ayuda de un útil específico.
- Canalizaciones eléctricas prefabricadas las cuales deberán cumplir la norma UNE-EN 61.439-6.
- Conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica, proyectados y construidos a tal efecto.

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

Sobre la instalación en la instrucción se comentan los siguientes aspectos:

- El trazado a seguir por la LGA debe ser lo más rectilíneo y corto posible, discurriendo siempre por zonas comunes.
- Cuando se instalen en el interior de tubos el diámetro de estos será dependiente a la sección de los cables, dicha relación se expresa en la tabla de la ilustración 3.

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

Ilustración 3. Tabla relación diámetro de tubo-sección de cable [1]

- Las uniones de los tubos rígidos serán roscada o embutida, esto asegura que no hay posibilidad de separarse los extremos.

En caso de que la LGA discurra por algún tramo verticalmente:

- Lo hará por el interior de una canaladura o conducto de obra de fábrica empotrado o adosado al hueco de la escalera por los lugares de uso común.
- La LGA no podrá discurrir por los sitios mencionados en el punto anterior cuando los recintos por los que vaya no estén protegidos conforme a lo establecido en el CTE-DB-SI.
- Se evitarán las curvas, los cambios de dirección y la influencia térmica que pudieran tener otras canalizaciones del edificio.

- El conducto que contiene la LGA debe ser registrable y precintable en cada planta y se establecerán cortafuegos cada tres plantas, las paredes del conducto tendrán una resistencia al fuego de RF 120 según CTE-DB-SI.
- Las tapas de registro deberán tener una resistencia al fuego mínima de RF 30. Las dimensiones mínimas del conducto deberán ser 30x30 cm y será destinado únicamente a alojar la LGA y el conductor de protección.

Todo lo mencionado en los puntos anteriores lo podemos observar de forma resumida en la ilustración 4.

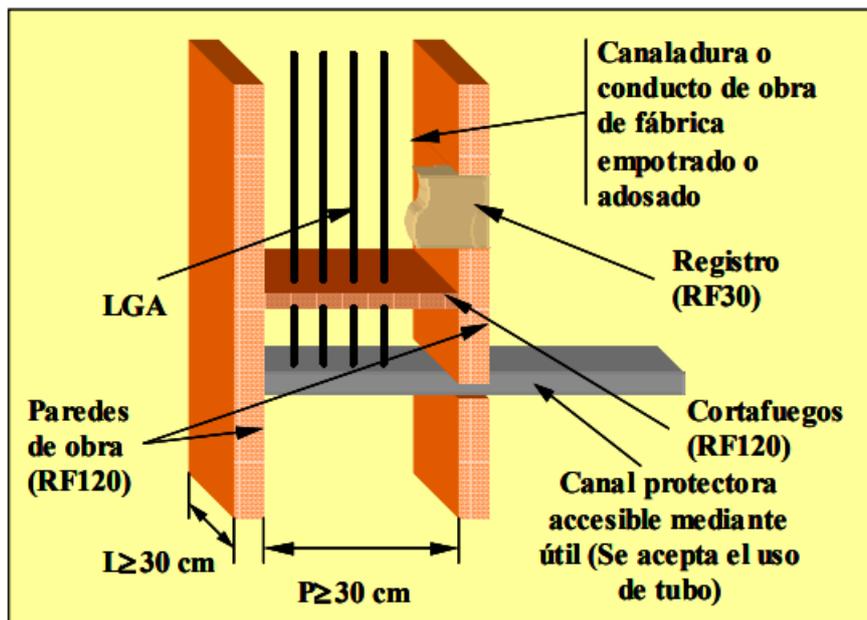


Ilustración 4. Conducto de fábrica para LGA que discurre verticalmente [1].

En la ITC también se establece que la instalación tanto de los cables como de los conductos por los que estos circulan deben instalarse de forma que no se reduzcan las características del edificio en cuanto a seguridad contra incendios, por otro lado, los cables deberán ser no propagadores de incendio con emisión de humos y opacidad reducida.

Además, en esta ITC, se establece que para el cálculo de secciones se los cables se tendrán en cuenta, la máxima caída de tensión permitida, así como la intensidad máxima admisible. Dicha caída de tensión será:

- Para LGA destinadas a contadores totalmente centralizados: 0,5%.

- Para LGA destinadas a centralizaciones parciales de contadores: 1%.

Por otro lado, la intensidad máxima admisible a considerar será fijada por la norma UNE-HD-60.364-5-52, aplicando los factores de corrección correspondientes a cada tipo de montaje, todo ello de acuerdo con la previsión de potencias establecidas siguiendo la ITC-BT-10.

Para la selección del conductor neutro se tendrán en cuenta el máximo desequilibrio que se puede prever, las corrientes armónicas y el comportamiento de estas, en función de las protecciones establecidas ante las sobrecargas y cortocircuitos que pudieran presentarse, no admitiéndose una sección inferior al 50% de la correspondiente al conductor de fase. Estas relaciones se pueden observar en la tabla de la ilustración 3.

En base a la normativa expuesta, en el apartado 2.2. del capítulo de cálculos del presente proyecto, se llega al dimensionamiento de las LGA que se muestra en la tablas 1, 2 y 3, para una previsión de potencia de 119.006,08 W (en el caso del garaje), 186.692,96 W (en el caso de los servicios generales y viviendas de 3 edificios) y 248.944,64 W (en el caso de los servicios generales y viviendas de 4 edificios).

El tipo de cable escogido es común a las tres LGA, siendo este el RZ1-K (AS) que se compone de material XLPE (polietileno reticulado), la tensión asignada es de 0,6/1 kV, el conductor es de cobre clase 5 (-K) (conductividad $\sigma = 45,49 \text{ m}/\Omega\text{mm}^2$ a 90°C), aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierto de compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1) el cual soporta de forma continuada una temperatura de 90°C . Los cables tendrán una longitud de 50m en su mayor dimensión hasta la CGP y se instalarán todas ellas con un empotramiento tipo B. Además, según el reglamento delegado 2016/364, los cables serán de la clase de reacción al fuego $C_{ca} -s1b, d1, a1$ [x].

Los resultados obtenidos para cada LGA en el apartado 2.2. se muestran de forma tabulada a continuación. En el pie de tabla de cada una se indica a que partes del edificio están destinadas a dar servicio cada LGA.

Instalación	Cable	Reacción al fuego	L (m)
Empotramiento del tipo B-8	RZ1-K (AS)	$C_{ca} -s1b, d1, a1$	50
S_f (mm ²)	S_n (mm ²)	ϕ_{tubo} (mm)	ΔU (%)
95	50	140	0,86

Tabla 1. LGA de la zona del garaje.

Instalación	Cable	Reacción al fuego	L (m)
Empotramiento del tipo B-8	RZ1-K (AS)	C_{ca} -s1b, d1, a1	50
S_f (mm ²)	S_n (mm ²)	ϕ_{tubo} (mm)	ΔU (%)
150	70	160	0,86

Tabla 2. LGA de los servicios generales y viviendas de 3 edificios.

Instalación	Cable	Reacción al fuego	L (m)
Empotramiento del tipo B-8	RZ1-K (AS)	C_{ca} -s1b, d1, a1	50
S_f (mm ²)	S_n (mm ²)	ϕ_{tubo} (mm)	ΔU (%)
240	120	200	0,71

Tabla 3. LGA de los servicios generales y viviendas de 4 edificios.

Con:

- S_f : Sección de fase (mm²).
- S_n : Sección de neutro (mm²).
- L : Longitud de la LGA (m).
- ϕ_{tubo} : Diámetro exterior de los tubos (mm).

Centralización de contadores (CC).

Para llevar a cabo la selección del emplazamiento e instalación de los contadores hay que guiarse por lo que estipula la ITC-BT-16. Esta instrucción técnica dice que los contadores, al igual que los demás dispositivos de medida de la energía eléctrica, se podrán ubicar en cualquiera de los siguientes elementos:

- Módulos (cajas con tapas precintables).
- Paneles.
- Armarios.

Todos los conjuntos que se constituyan deberán cumplir la norma UNE-EN 61.439-1, 6 y 3, siendo el grado de protección mínimo estipulado por las normas UNE 60529 y UNE-EN 62262, respectivamente:

- Para instalaciones de tipo interior: IP40; IK09.
- Para instalaciones de tipo exterior: IP43; IK09.

La norma establece también que:

- Debe permitirse la lectura directa de contadores e interruptores horarios, así como del resto de aparatos de medida, siempre que sea preciso. Las partes transparentes que posean los cuadros para facilitar la medida de estos valores, deben ser resistentes a los rayos ultravioleta.
- La utilización de módulos o armarios implica la necesidad de instalar un método de ventilación interna en estos para evitar la condensación en su interior, sin que esto disminuya el grado de protección de estos.
- Las dimensiones de los elementos que ubican los contadores deben ser adecuadas para el tipo y el número de estos, así como para el resto de los aparatos de medida que lleven.
- Cada derivación individual (DI) llevará asociada en su origen una protección propia que estará compuesta por fusibles de seguridad. Estos fusibles serán colocados antes del contador y se colocaran en cada uno de los hilos de fase que van al mismo, la capacidad de corte será en función de la máxima intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en ese punto.
- La sección de los cables será de 6 mm², salvo incumplimiento de las prescripciones reglamentarias referentes a la previsión de carga o a la caída de tensión, en cuyo caso la sección será mayor.
- Los cables serán de tensión asignada 450/750 V y los conductores de cobre, de clase 2 según la UNE 60228, con un aislamiento seco, extruido a base de mezclas termoestables o termoplásticas.
- Los cables serán no propagadores de incendios y de opacidad y emisión de humos reducida. Cables con características equivalentes a la norma UNE 21027-9 o a la norma UNE 211002 cumplen con esta prescripción.

Se deberá disponer del cableado necesario para los circuitos de mando y control con el objetivo de satisfacer las disposiciones tarifarias vigentes. El cable empleado para este propósito tendrá todas las características mencionadas anteriormente, su color será rojo y su sección será de 1,5 mm².

En el apartado 2.2 de la norma se expone las condiciones de utilización de la colocación de contadores de forma concentrada, que es la que atañe en el presente proyecto. La utilización de esta disposición de contadores se utilizará en el caso de:

- Edificios destinados a viviendas y locales comerciales (caso de proyecto).
- Edificios comerciales.
- Edificios destinados a concentración de industrias.

Cuando el número total de contadores supere los 16, será de obligatorio cumplimiento la disposición de un local en el edificio para la ubicación de la concentración.

En función de la naturaleza y el número de contadores, así como de las plantas del edificio, la concentración de los contadores se situará de la siguiente forma:

- En edificios de hasta 12 plantas, se colocarán en la primera planta, entresuelo o primer sótano.
- En edificios superiores a 12 plantas, se podrá concentrar por plantas intermedias, colocando una concentración de contadores cada 6 plantas.
- Podrá colocarse una concentración por plantas cuando el número de contadores en una de las concentraciones sea superior a los 16.

En el apartado 2.2.1 se establece que el local encargado de alojar la concentración de contadores deberá cumplir con la normativa de protección contra incendios que establece la CTE-DB-SI para los locales con riesgo especial bajo y que responde a los siguientes supuestos:

- El local se encontrará situado en planta baja, entresuelo o primer sótano, salvo que existan concentraciones por plantas, en un lugar lo más próximo posible a la entrada del edificio y cerca de las canalizaciones de las derivaciones individuales. Será de libre y fácil acceso y no podrá coincidir con otros servicios tales como fontanería o cuarto de caldera.
- No podrá ser nunca un local de paso.
- Estará constituido por paredes de tipo M0 y suelos de tipo M1, estando separado de locales que produzcan vapores corrosivos o presentes un

riesgo de incendios, tampoco podrá estar expuesto a vibraciones o humedades.

- Dispondrá de iluminación y ventilación suficiente para la comprobación del buen funcionamiento de los componentes que aloje.
- Si la cota es inferior a la de los locales adyacentes deberá disponer de sumideros para poder evacuar el agua en caso de inundación.
- Las paredes donde se fijará la concentración de contadores tendrán una resistencia no inferior a la de un tabicón de medio pie de ladrillo hueco.
- La altura mínima del local será de 2,30 m y su anchura mínima en paredes ocupadas por contadores será de 1,50 m. La distancia entre la concentración de contadores y el primer obstáculo que encuentre no puede ser inferior a 1,10 m.
- La separación entre los laterales de la concentración de contadores y las paredes no podrá ser inferior a 0,20 m. La resistencia al fuego del local corresponderá a lo nombrado en la normal CTE-DB-SI para locales de riesgo especial bajo.
- La puerta de acceso abrirá hacia al exterior y tendrá una dimensión mínima de 0,70x2 m, la resistencia al fuego de esta vendrá también recogida en el CTE-DB-SI.
- Dentro del local e inmediato a la entrada a este se instalará una luminaria de emergencia con una duración no inferior a 1h de servicio autónomo y proporcionando un nivel mínimo de iluminación de 5 lux.
- En el exterior del local y próximo a la entrada, existirá un extintor móvil de eficacia mínima 21B, el mantenimiento e instalación de este correrá a cargo de la comunidad.

Para ilustrar lo anterior nos basamos en la figura que ofrece el REBT en el apartado 2.2.1:

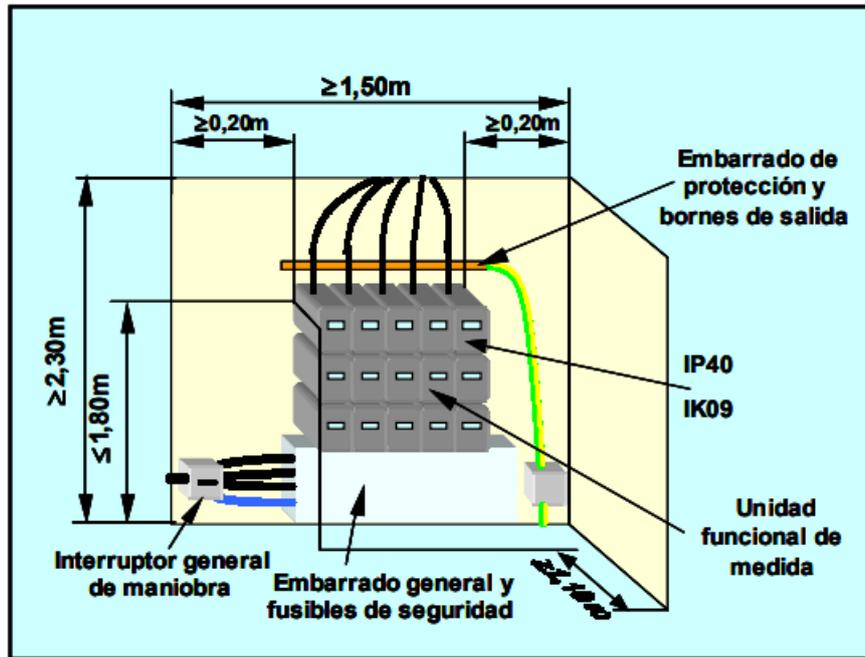


Ilustración 5. Centralización de contadores [1].

En el apartado 3 de la ITC-BT-16 se establece que las concentraciones de contadores estarán concebidas para albergar:

- Los aparatos de medida, mando y control (ajeno al ICP)
- La protección de todas y cada una de las derivaciones individuales que se alimentan desde la propia concentración.

También se establece:

- En lo referente al grado de inflamabilidad cumplirán con el ensayo del hilo incandescente descrito en la norma UNE-EN-61.439-6 y 3, a una temperatura de 960°C para los materiales aislantes que estén en contacto con las partes que transportan la corriente y de 850°C para el resto de los materiales tales como envolventes, tapas, etc...
- Cuando existan envolventes estarán dotadas de dispositivos precintables que impidan la manipulación desde el exterior. Los elementos constituyentes de la concentración, los cuales lo precisen, estarán marcados de forma visible para que permitan una fácil y correcta identificación.

- La propiedad del edificio o usuario, tendrán la responsabilidad del quebranto de los precintos que se coloquen o de la alteración de los elementos instalados que queden bajo su custodia.
- Las concentraciones permitirán la instalación de los elementos necesarios para la aplicación de las disposiciones tarifarias vigentes, así como permitirán la instalación de avances tecnológicos si los hubiere.
- La concentración de contadores se realizará dejando una distancia mínima al suelo de 0,25 m y el cuadrante de lectura estará a una altura que no supere los 1,80 m.
- El cableado que efectúe las uniones embarrado-contador-borne de salida podrá ir bajo tubo o conducto.

Además, se establece que las concentraciones estarán también formadas eléctricamente por las siguientes unidades funcionales:

1. Unidad funcional del interruptor de maniobra: La misión de esta unidad funcional es dejar fuera de servicio, en caso de necesidad, toda la concentración de contadores. Su existencia será obligatoria en caso de existir una concentración de más de dos usuarios.
Esta unidad será instalada en una envolvente de doble aislamiento independiente, la cual contendrá un interruptor de corte omnipolar, la cual garantizará que el neutro no será cortado antes que el resto de los polos.
2. Unidad funcional de embarrado general y fusibles de seguridad: Contiene el embarrado general y los fusibles de seguridad que se corresponden a todos los suministros conectados al mismo. Dicha unidad funcional dispondrá de una protección aislante que impida los contactos accidentales entre el embarrado general al acceder a los fusibles de seguridad.
3. Unidad funcional de medida: Contiene los contadores, interruptores horarios y/o los dispositivos de mando para la medida de la energía eléctrica.

4. Unidad funcional de mando: Su colocación es opcional, contiene los dispositivos de mando para el cambio de tarifa en cada suministro.
5. Unidad funcional de telecomunicaciones: Su colocación es opcional, contiene el espacio para el equipo de comunicación y adquisición de datos.
6. Unidad funcional de embarrado de protección y bornes de salida: Contiene el embarrado de protección en el cual se conectarán los cables de protección de cada derivación individual, así como los bornes de salida a las derivaciones individuales. Dicho embarrado deberá estar señalizado correctamente según norma y conectado a tierra.

Aunque no se instalen las unidades funcionales opcionales, el reglamento exige que se deje el espacio suficiente para una posible futura instalación de estas.

Para resumir este apartado y en base a lo expuesto en él, tenemos un edificio de viviendas el cual contará con una concentración de contadores por edificio (habiendo un total de 7) y un contador en la zona de garajes. La concentración de contadores en el caso de cada edificio se situará en el primer sótano en un cuarto dedicado únicamente a ello y que tiene una dimensión de 10,56 m², aunque el número de contadores no supera los 16 necesarios para, como manda la norma, crear un local específico para disposición de la concentración de contadores, la propiedad y el estudio de arquitectura ha creído oportuno crear este espacio y será aprovechado para el proyecto. Siguiendo la recomendación que nos da el REBT el cable empleado será del tipo H07Z1-R (AS), dicho cable es unipolar aislado con una tensión asignada de 450/750 V, el conductor es de cobre de clase 2 (-R) y el aislamiento es de termoplástico a base de poliolefina (Z1). En la foto que se adjunta a continuación se muestra un esquema de lo que sería una concentración de contadores con las unidades funcionales principales instaladas, la imagen ha sido extraída del REBT.

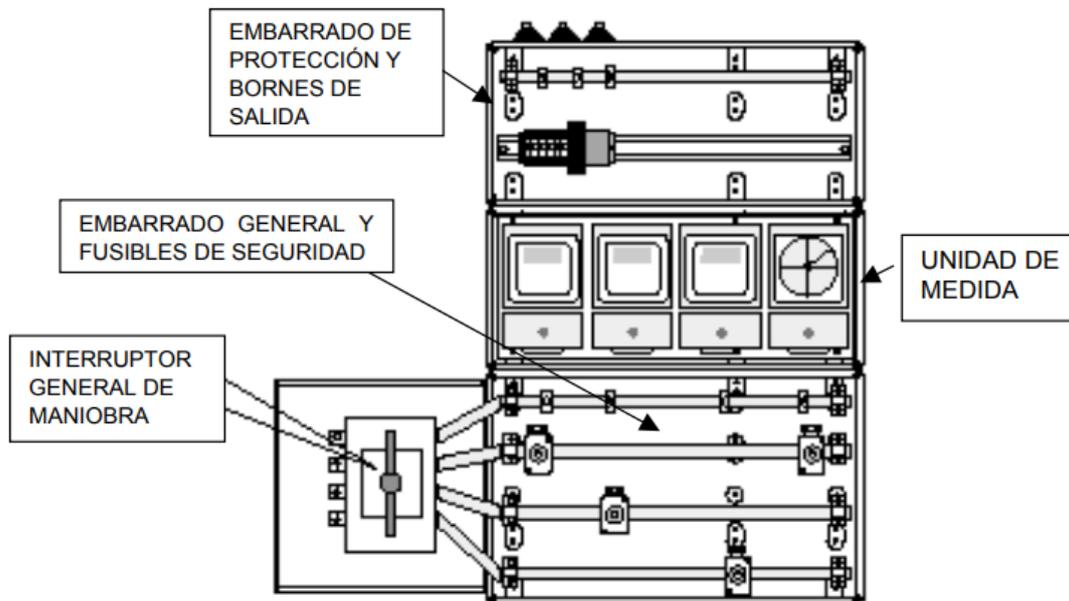


Ilustración 6. Concentración de contadores con las unidades principales instaladas [1].

Derivaciones Individuales (DI).

Como se indica en la ITC-BT-15, la derivación individual (DI) es la parte de la instalación que, partiendo de la LGA suministra de energía eléctrica a la instalación del usuario. La DI se inicia en el embarrado general y comprende los siguientes elementos:

- Los fusibles de seguridad.
- El conjunto de medida.
- Los dispositivos generales de mando y protección.

Las DI estarán constituidas por:

- Conductores aislados en el interior de tubos empotrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos enterrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos en montaje superficial.
- Conductores aislados en el interior de canales protectores cuya tapa solo puede ser abierta con la ayuda de un útil.
- Canalizaciones eléctricas prefabricadas que deberán cumplir la norma UNE-EN 61.439-6.
- Conductores aislados en el interior de conductores cerrados de obra de fábrica.

En los casos plasmados anteriormente, tanto los canales como los tubos, así como la instalación de estos, deberán cumplir lo indicado en la ITC-BT-21, salvo en lo indicado en la presente instrucción. Las canalizaciones deberán incluir en todos los casos el conductor de protección. Cada DI será totalmente independiente de las correspondientes a otros usuarios.

En el caso de la instalación de estas, la ITC recoge las siguientes premisas:

- Los tubos y canales protectores tendrán una sección nominal que permitirán la ampliación de los conductores inicialmente instalados en un 100%. En estas condiciones de instalación, los diámetros exteriores nominales mínimos de los tubos en DI serán de 32mm. Cuando por motivos del trazado, se produzca una agrupación de dos o más DI, estas podrán ser tendidas simultáneamente en el interior de un canal protector mediante un cable con cubierta, asegurando la separación necesaria entre DI.
- Se dispondrá de un tubo de reserva por cada 10 DI o fracción, desde la concentración de contadores hasta las viviendas, con el objetivo de atender futuras ampliaciones. En locales donde no esté definida su partición, se instalará como mínimo un tubo por cada 50 m².
- Las uniones en caso de tubos rígidos serán roscadas, o embutidas, de manera que no se puedan separar los extremos.

En caso de edificios destinados principalmente a viviendas, en edificios comerciales, de oficinas, o destinados a una concentración de industrias, las DI deberán discurrir por zonas de uso común, o en caso contrario quedar definida correctamente las servidumbres pertinentes.

Cuando las DI discurran de forma vertical se alojarán en el interior de una canaladura o conducto de obra de fábrica con paredes con resistencia al fuego RF-120, el cual estará preparado únicamente para este fin. Este podrá estar adosado o empotrado al hueco de escalera o a zonas de uso común, salvo cuando sean recintos protegidos conforme lo establecido en la norma CTE-DB-SI, carecerá de curvas, cambios de dirección y estará cerrado convenientemente. Para estos casos se dispondrá cada 3 plantas elementos

cortafuegos y tapas de registro precintables, las cuales tendrán las dimensiones de la canaladura, a fin de facilitar los trabajos de inspección. Las tapas de registro instaladas para este fin deben tener una resistencia al fuego mínima de RF 30. Las dimensiones mínimas de la canaladura vienen definidas en el REBT y se mostrarán en la siguiente imagen, la cual esta extraída del mismo reglamento.

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

Ilustración 7. Dimensiones mínimas de la canaladura [1].

También en el reglamento, se muestra un ejemplo de cómo sería una canaladura con las características que este define.

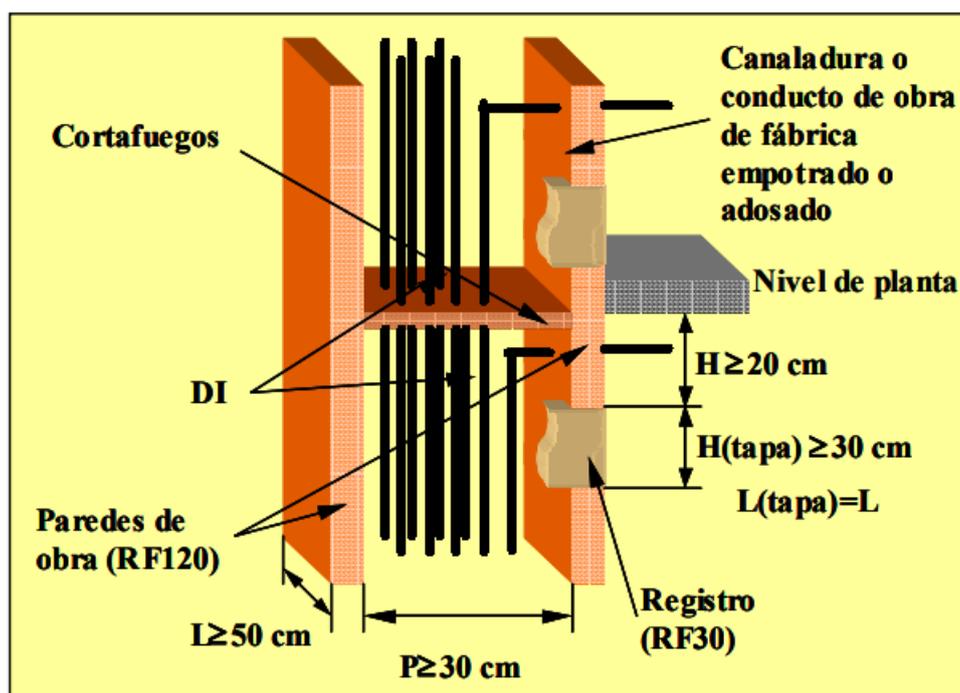


Ilustración 8. Conducto de fábrica para LGA que discurre verticalmente [1].

La altura mínima de las tapas de registro será de 0,30 m, con una anchura como la de la canaladura. Su parte superior quedará instalada, como mínimo, a 0,20 m del techo. Para facilitar la instalación se podrá colocar cada 15 m una caja de registro precintable, la cual

será de material aislante, no propagador de la llama y con un grado de inflamabilidad V-1, según marca la norma UNE-EN 60695-11-10.

Respecto al cableado la ITC menciona los siguientes aspectos:

- El número de conductores existentes vendrá fijado por el número de fases que se utilizarán para los receptores de la derivación y según la potencia. Cada línea deberá llevar su conductor neutro, así como el conductor de protección. Si existen suministros individuales, el punto de conexión del conductor de protección, se dejará a criterio del proyectista. Cada DI incluirá un hilo de mando para posibilitar la aplicación de diferentes tarifas.
- No se admitirá el empleo de conductor neutro común ni de conductor de protección común para distintos suministros.
- A efecto de la consideración del número de fases que compongan la derivación individual, se deberá tener en cuenta la potencia que en monofásico está obligada la empresa distribuidora a suministrar si el usuario así lo desea.
- Los cables no presentarán empalmes y su sección será uniforme, exceptuando las conexiones realizadas en la ubicación de los contadores y en los dispositivos de protección.
- Los materiales de los conductores a utilizar serán cobre o aluminio, aislados y normalmente unipolares, siendo la tensión asignada de estos 450/750 V. Dichos conductores seguirán el código de colores definido en la ITC-BT-19.
- En el caso de cables multiconductores o en el caso de DI en el interior de tubos enterrados, el aislamiento de los conductores será de 0,6/1 kV.
- Los cables y sistemas de conducción de cables deben instalarse de manera que no se reduzcan las características de la estructura del edificio en seguridad contra incendios.
- Los cables deberán ser no propagadores de incendio y con emisión de humos y opacidad reducida.

En el presente proyecto tenemos un total de 51 derivaciones individuales las cuales se distribuyen de la siguiente manera:

- 42 de ellas corresponderán a viviendas, las cuales se distribuirán de forma que por edificio tenemos 6 derivaciones individuales correspondientes a viviendas
- 7 de ellas corresponderán a los servicios generales, que al igual que las viviendas estarán distribuidas en los diferentes edificios a razón de 1 por edificio.
- 2 de las derivaciones individuales corresponderá a la zona de garajes, la cual es común a todos los edificios.

Aplicando lo expuesto en el presente apartado a nuestro proyecto, podemos definir que los conductos para las secciones verticales serán cerrados de fábrica y los dispondremos en dos filas, por tanto, tendrá una profundidad de $P=0,30$ m y una anchura de $L=0,50$ m, las tapas de registro serán dispuestas tal y como se ha expuesto en el presente proyecto. Los tubos por los cuales circulen las derivaciones individuales deberán tener como mínimo un diámetro de 32 mm y siempre permitirán que se produzca una ampliación de la sección del conductor en un 100%.

El cable por utilizar será el H07Z1-K (AS) con montaje superficial para todas las derivaciones, estas condiciones cumplen lo requerido por las normas UNE. Las propiedades del conductor ya han sido explicadas en el anterior apartado.

DI	P (W)	Suministro	U (V)	L (m)	I (A)	Conductores	Sc (mm ²)	Φtubo (mm)	ΔU (V)	ΔU (%)
S. Generales	12556,16	Trifásico	400	11,96	20,14	5	6,00	32	1,38	0,34
P. Baja A	9200	Monofásico	230	11,88	42,11	3	25,00	50	0,72	0,31
P. Baja B	9200	Monofásico	230	12,05	42,11	3	25,00	50	0,73	0,32
Planta 1 A	9200	Monofásico	230	15,45	42,11	3	25,00	50	0,94	0,41
Planta 1 B	9200	Monofásico	230	15,03	42,11	3	25,00	50	0,92	0,40
Planta 2 A	9200	Monofásico	230	16,07	42,11	3	25,00	50	0,98	0,43
Planta 2 B	9200	Monofásico	230	15,72	42,11	3	25,00	50	0,96	0,42
Garaje 1	59503,4	Trifásico	400	11,76	95,43	5	25,00	63	1,54	0,38
Garaje 2	59503,4	Trifásico	400	12,89	95,43	5	25,00	63	1,69	0,42

Tabla 4. Secciones normalizadas de las DI correspondientes a cada zona.

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

Según lo expuesto en la ITC-BT-17, los dispositivos generales de mando y protección (DGMP) cumplirán las siguientes condiciones:

- Su situación será lo más cercana posible al punto de entrada de la derivación individual a la vivienda. En las viviendas que proceda se colocará una caja para el interruptor de control de potencia (ICP), inmediatamente antes de los demás dispositivos, en un compartimento independiente y precintable. Dicha caja podrá ser colocada den el mismo cuadro donde sean colocados los DGMP.
- En las viviendas deberá preverse la colocación de los DGMP junto a la puerta de entrada y nunca podrá ser colocado 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 ser instalados en cuadros separados en otros lugares.
- La altura a la cual se situarán los DGMP en el caso de viviendas será de entre 1,4 m y 2 m, medido desde el nivel del suelo. Esto se muestra en la imagen que se muestra a continuación, la cual ha sido obtenida del REBT.

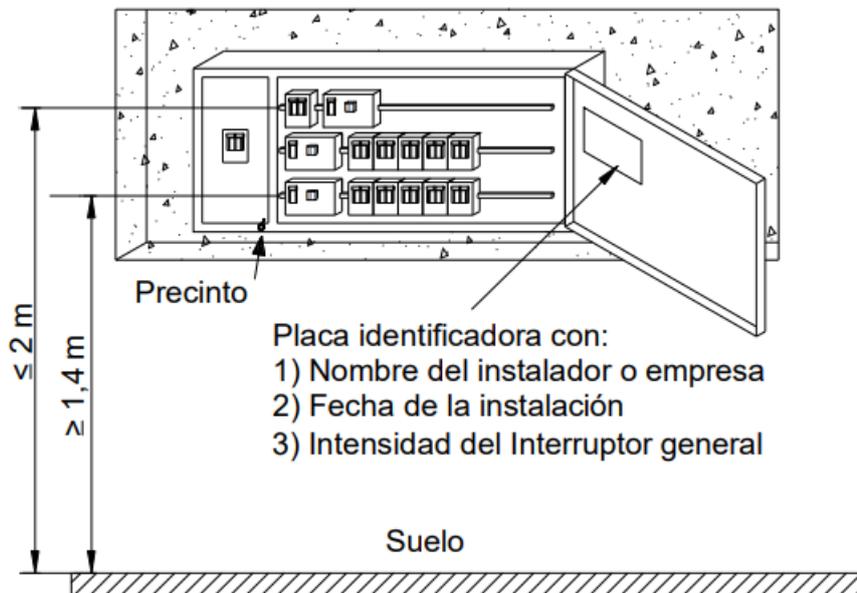


Ilustración 9. Situación espacial de un DGMP [1].

Si analizamos ahora lo que dice la ITC respecto a la composición y características de los cuadros, sacamos las siguientes conclusiones:

- Los dispositivos generales e individuales de mando y protección, cuya posición de servicio deberá ser vertical, se ubicará en el interior de uno o varios cuadros de distribución de donde partirán los circuitos interiores.
- Las envolventes de los cuadros se deberán ajustar a las normas UNE-EN 60.670-1 y UNE-EN 60439-3, respetando un grado de protección mínimo IP30 según dicta la norma UNE-EN 60.529 e IK07 según la UNE-EN 62262. La envolvente utilizada para el ICP será precintable y sus dimensiones estarán de acuerdo con el tipo de suministro y tarifa a aplicar.

Los DGMP estarán compuestos como mínimo por los siguientes elementos de protección:

1. Un interruptor general automático o magnetotérmico, el cual será de corte omnipolar, que permita su accionamiento manual y estará dotado de protección contra sobrecarga y circuitos.
2. Un interruptor diferencial general, destinado a la protección contra contactos directos de todos los circuitos.
3. Dispositivos de corte omnipolar, que se utilizarán para la protección contra sobrecargas y cortocircuitos. Son conocidos como PIAs, acrónimo de Pequeño Interruptor Automático.
4. Dispositivo de protección contra sobretensiones, si fuese necesario según lo estipulado por la ITC-BT-23.

Si por el tipo o carácter de la instalación se instalase un interruptor diferencial por cada circuito o grupos de circuitos, se podría prescindir del interruptor diferencial general, siempre y cuando queden todos los circuitos debidamente protegidos. Si, por otro lado, se instala más de un interruptor diferencial en serie, existirá una selectividad entre ellos.

El interruptor de control de potencia (ICP) según esta ITC, se utiliza en suministro de baja tensión y su intensidad de corte superior será de 63 A. Su aplicación es para controlar que la potencia realmente demandada por el consumidor no exceda nunca la

contratada. Estos elementos deben estar siempre acompañados de un elemento de protección, en este caso, de un interruptor general automático (IGA), se colocará en una caja independiente y precintable que se situará próxima a la entrada de la vivienda, inmediatamente antes del CGMP, puede estar unida a este o separada.

En este proyecto, el dimensionamiento y posicionamiento del ICP no se realizará ya que corre a cuenta de la empresa distribuidora, por tanto, nuestro alcance no llega a estas cotas. El dimensionamiento de los demás elementos expuestos en este apartado se realizará en el apartado de cálculos correspondiente. La disposición de estos elementos en las viviendas se realizará como se observa en la foto que se muestra a continuación.

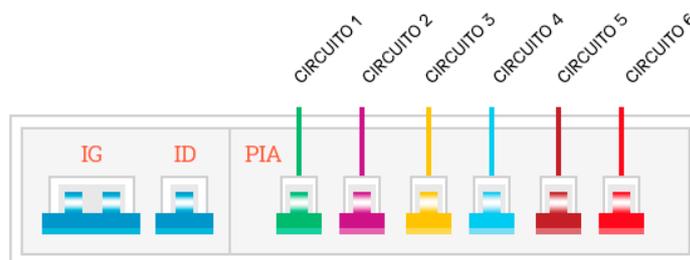


Ilustración 10. Disposición ejemplo de los dispositivos de protección en el cuadro de una vivienda.

1.7.4. Instalación eléctrica de las viviendas

De acuerdo con la ITC-BT-25, en su apartado 2.3.2, los circuitos para las viviendas con electrificación elevada, como las del presente proyecto, serán los siguientes y cada uno de ellos estará protegido por un PIA de corte omnipolar con accionamiento manual y resto de dispositivos de protección necesarios:

- C1: Circuito de distribución interna destinado a alimentar los puntos de iluminación.
- C2: Circuito de distribución interna destinado a tomas de corriente de uso general y frigorífico.
- C3: Circuito de distribución interna destinado a alimentar cocina y horno.
- C4: Circuito de distribución interna destinado a alimentar lavadora, lavavajillas y termo eléctrico.

- C5: Circuito de distribución interna destinado a alimentar las tomas de corriente de los cuartos de baño, así como las auxiliares del cuarto de cocina.

Hasta aquí todos los circuitos comunes de la electrificación elevada y la básica, a continuación, se exponen los circuitos únicos de la electrificación elevada.

- C6: Circuito adicional del tipo C1, por cada 30 puntos de luz.
- C7: Circuito adicional del tipo C2, por cada 20 tomas de corriente de uso general o si la superficie útil de vivienda supera los 160 m².
- C8: Circuito de distribución interna destinado a la instalación de calefacción eléctrica, cuando exista previsión de esta.
- C9: Circuito de distribución interna destinado a la instalación de aire acondicionado, cuando existe previsión de este.
- C10: Circuito de distribución interna destinado a la instalación de una secadora independiente.
- C11: Circuito de distribución interna destinado a la alimentación del sistema de automatización, gestión técnica de la energía y de seguridad, cuando exista previsión de este.
- C12: Circuitos adicionales de cualquiera de los tipos C3 o C4, cuando se prevean, o circuito adicional C5, cuando su número de tomas de corriente exceda las 6.
- C13: Circuito adicional para la infraestructura de recarga de vehículos eléctricos, cuando esté prevista una o más plazas o espacios para el estacionamiento de vehículos eléctricos.

En el presente proyecto encontraremos en todas las viviendas los primeros cinco circuitos además de los circuitos C7, C10 y C12; además, en el caso de las viviendas ático, encontraremos también el circuito C6. Todos los circuitos partirán del CGMP, el cual se encontrará en la entrada de la vivienda, en las proximidades de la puerta de acceso.

En el apartado 3 de la presente ITC, se establece que los conductores deberán ser de cobre y su sección será como mínimo la indicada en la tabla 1, la cual se muestra a continuación. Por normativa, la caída de tensión máxima será del 3% para el caso de las

viviendas, esta caída de tensión será calculada para una intensidad de funcionamiento del circuito igual a la nominal del interruptor automático y con una distancia que se corresponde a la distancia al punto de utilización más alejado de la instalación interior. El valor de dicha caída de tensión podrá ser compensado entre la instalación interior y las derivaciones individuales, de forma que esto implique que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límite especificados par ambas.

Por lo tanto, los conductores serán de cobre emplearán cable tipo H07V-K, dichos cables tienen una propiedad que les hace muy adecuados para este tipo de instalaciones ya que tienen una gran flexibilidad, además cumplen la norma UNE-EN 50525. Su tensión asignada es de 450/750 V, son no propagadores de la llama y pueden soportar de una manera continuada una temperatura de 70°C

Además, se deberá tener en cuenta que en el caso de los baños se deberán poner todos los puntos de luz y tomas de corriente a tierra, así como las duchas o bañeras que deben ser consideradas como partes conductoras externas susceptibles de transmitir tensiones.

En las tablas que se muestran a continuación, se pueden ver los resultados del dimensionamiento de cada uno de los circuitos de las distintas viviendas, cuyos cálculos fueron realizados en el capítulo referente a ellos en el apartado de cálculos del presente proyecto.

La potencia que se muestra por toma en las tablas es la potencia real de consumo de la toma teniendo ya en cuenta los factores de simultaneidad (F_s) y de utilización (F_u), los cuales vienen indicados en la ITC-BT-25 apartado 3.

Dentro de cada vivienda encontraremos dos circuitos, C14 y C15, que corresponden al alumbrado y a las tomas de corriente de cada trastero respectivamente. Como cada edificio consta de 6 trasteros, se traduce en que a cada vivienda le corresponde un trastero el cual no ira al CGMP de la vivienda si no que se conectará directamente al contador de cada vivienda, conectando en cada línea la protección que le corresponde según lo calculado en el apartado correspondiente dentro del apartado de cálculos del presente trabajo.

Circuitos	P (W)	Max. Tomas	Tomas reales	P circuito (W)	L (m)	Tipo toma	Sc (mm ²)	Φtubo (mm)
C1	75	30	29	2175	104	Pto de luz	6	25
C2	172,5	20	14	2415	37,42	Base 16A 2p+T	4	20
C3	2025	2	2	4050	10,86	Base 25A 2p+T	4	20
C4	1707,75	3	2	3415,5	14,47	Base 16A 2p+T	4	20
C5	690	6	4	2760	15,14	Base 16A 2p+T	2,5	20
C7	172,5	-	12	2070	27	Base 16A 2p+T	1,5	16
C10	2587,5	1	1	2587,5	11,12	Base 16A 2p+T	2,5	20
C12	690	-	4	2760	13,57	Base 16A 2p+T	2,5	20
C14	150,5	-	1	150,5	11,4	Pto de luz	1,5	16
C15	172,5	-	1	172,5	8,88	Base 16A 2p+T	1,5	16

Tabla 5. Circuitos de las viviendas de la planta baja.

Circuitos	P (W)	Max. Tomas	Tomas reales	P circuito (W)	L (m)	Tipo toma	Sc (mm ²)	Φtubo (mm)
C1	75	30	29	2175	98,65	Pto de luz	6	25
C2	172,5	20	14	2415	36,72	Base 16A 2p+T	4	20
C3	2025	2	2	4050	11,06	Base 25A 2p+T	4	20
C4	1707,75	3	2	3415,5	14,76	Base 16A 2p+T	4	20
C5	690	6	4	2760	14	Base 16A 2p+T	2,5	20
C7	172,5	-	10	1725	24,28	Base 16A 2p+T	1,5	16
C10	2587,5	1	1	2587,5	11,28	Base 16A 2p+T	2,5	20
C12	690	-	4	2760	15,1	Base 16A 2p+T	2,5	20
C14	150,5	-	1	150,5	14,85	Pto de luz	1,5	16
C15	172,5	-	1	172,5	12,21	Base 16A 2p+T	1,5	16

Tabla 6. Circuitos de las viviendas de la primera planta.

Circuitos	P (W)	Max. Tomas	Tomas reales	P circuito (W)	L (m)	Tipo toma	Sc (mm ²)	Φtubo (mm)
C1	75	30	25	1875	81,84	Pto de luz	4	20
C2	172,5	20	17	2932,5	49,53	Base 16A 2p+T	4	20
C3	2025	2	2	4050	9,09	Base 25A 2p+T	4	20
C4	1707,75	3	2	3415,5	12,77	Base 16A 2p+T	4	20
C5	690	6	4	2760	9,76	Base 16A 2p+T	2,5	20
C6	75	-	7	525	26,77	Pto de luz	1,5	16
C7	172,5	-	4	690	14,8	Base 16A 2p+T	1,5	16
C10	2587,5	1	1	2587,5	9,31	Base 16A 2p+T	2,5	20
C12	690	-	4	2760	20,28	Base 16A 2p+T	2,5	20
C14	150,5	-	1	150,5	20,42	Pto de luz	1,5	16
C15	172,5	-	1	172,5	16	Base 16A 2p+T	1,5	16

Tabla 7. Circuitos de las viviendas dúplex que comprenden la segunda y tercera planta.

1.7.5. Instalación eléctrica de los servicios generales

Los servicios generales se componen de los siguientes circuitos, los cuales serán todos monofásicos a excepción del relacionado con el ascensor el cual es trifásicos.

- C1: Circuito de alumbrado del portal y vestíbulos comunes de cada planta.
- C2: Circuito de alumbrado de la caja de escalera.
- C3: Circuito de alumbrado de los cuartos del edificio.
- C4: Circuito de servicio al portero automático del portal.
- C5: Circuito del ascensor.
- C6: Circuito de tomas de corriente espacios comunes.

Todos estos circuitos partirán del CGMP el cual está situado en el portal antes de la caja de escalera en la pared cercana al ascensor. La localización de este cuadro se ha realizado pensando en facilidad del acceso al mismo para la realización de las actuaciones pertinentes en caso necesario.

En este caso los conductores cambian y pasan a ser de clase RZ1-K (AS), de XLPE, el cual como ya se ha explicado anteriormente en el proyecto tiene una tensión asignada de 0,6/1 kV, siendo el conductor de cobre de clase 5 (-K) y el aislamiento reticulado (R) y cubierto de un compuesto termoplástico de poliolefina (Z1), estas características le permiten soportar de manera continuada una temperatura de 90°C.

La canalización en este caso continuara siendo fija en superficie (tipo B), además, como se expone en la ITC-BT-19 la caída de tensión máxima será del 3% para circuitos de alumbrado y del 5% para el resto de los circuitos. A continuación, y siguiendo la metodología empleada en el caso anterior, se mostrará de forma tabulada los resultados obtenidos en los cálculos.

Circuitos	P (W)	U (V)	L (m)	I (A)	Sc (mm ²)	Φtubo (mm)
C1	448	230	81,84	2,05	1,50	16
C2	560	230	65,25	2,56	1,50	16
C3	78	230	46,56	0,36	1,50	16
C4	50	230	6,79	0,23	1,50	16
C5	4500	400	10,81	7,22	1,50	16
C6	13200	230	36,59	60,41	16,00	32

Tabla 8. Circuitos de los servicios generales de un edificio.

1.7.6. Instalación eléctrica en el garaje

El garaje, que en el caso del presente proyecto es subterráneo, tiene que ser considerado como un local de pública concurrencia tal y como establece la ITC-BT-28, ya

que tiene un número de estacionamientos superior a 5, además, debe ser considerado local con peligro de incendio y explosión de clase I según la ITC-BT-29.

El garaje cuenta con los siguientes circuitos, los cuales en su mayoría son monofásicos a excepción de los relacionados con los motores de ventilación y de las puertas de acceso para vehículos.

- C1: Circuito de alumbrado general del garaje.
- C1 BIS: Circuito de alumbrado general del garaje.
- C2: Circuito de alumbrado de los diferentes cuartos que componen el garaje.
- C3: Circuito de tomas de corriente de la zona de garaje.
- C3 BIS: Circuito de tomas de corriente de la zona de garaje.
- C3 BIS 2: Circuito de tomas de corriente de la zona de garaje.
- C4: Circuito de alumbrado de emergencia.
- C5: Circuito de detectores de monóxido de carbono.
- C5 BIS: Circuito de detectores de monóxido de carbono.
- C6: Circuito de detectores de incendio.
- C6 BIS: Circuito de detectores de incendio.
- C7: Circuito de los motores de las puertas de acceso.
- C8: Circuito de los motores de ventilación del garaje.

Debido a la gran potencia del garaje algunos circuitos han tenido que ser seccionados en dos o incluso en tres, como el caso de las tomas de corriente. Para la distribución de la potencia se ha optado por la colocación de dos cuadros para todo el garaje, los cuales están colocados uno al lado del otro. Por tanto, se mostrarán dos tablas a continuación que hacen referencia a los dos cuadros puestos.

Circuito	P (W)	U (V)	L (m)	I (A)	Sc (mm ²)	Φtubo (mm)
C1	2088	230	351,93	9,56	25	32
C1 BIS	1728	230	384,13	7,91	25	32
C2	754	230	367,06	3,45	10	20
C3	13200	230	182,98	60,41	50	40
C4	504	230	601,91	2,31	10	20
C5	1955	230	233,71	5,17	4	16
C5 BIS	1610	230	218,59	4,25	4	16

C6	1360	230	233,44	3,59	4	16
C6 BIS	1120	230	219,42	2,96	2,5	16

Tabla 9. Circuitos del garaje dependientes de la primera derivación individual.

Circuito	P (W)	U (V)	L (m)	I (A)	Sc (mm ²)	Φtubo (mm)
C2 BIS 1	13200	230	163,64	60,41	50	40
C7	1600	400	23,62	2,57	1,5	16
C8	33000	400	371,64	52,92	35	32
C2 BIS 2	8800	230	128,12	40,27	25	32

Tabla 10. Circuitos del garaje dependientes de la segunda derivación individual.

Los conductores empleados para estos circuitos tendrán una tensión asignada de 0,6/1 kV. Como ya se dijo en la introducción a este apartado el garaje es considerado local de pública concurrencia, con riesgo de explosión e incendio, esto implica la necesidad de utilización de un cable especialmente preparado para estas condiciones. Un cable que cumple estas características es el RZ1-K (AS+), el aislamiento está formado por un encintado especial de mica sobre el conductor, por encima de esto se dispondrá una capa de XLPE, esto provoca que, si por algún casual se quema la capa de XLPE, la cinta de mica pasa a comportarse como capa aislante debido a su gran resistencia dieléctrica, por otro lado, este cable tiene una gran resistencia al fuego, siendo capaz de soportar temperaturas superiores a los 950°C.

La instalación para todos estos cables será del tipo montaje superficial por canalización fija (Tipo B-1), además, y en consonancia con la ITC-BT-19 en su apartado 2.2.2, la caída de tensión máxima será del 3% para circuitos de alumbrado y 5% para el resto de los circuitos.

1.7.7. Protección contra sobrecargas

Todo circuito del presente proyecto deberá estar correctamente protegido contra las posibles sobrecargas que se generen. Dichas sobrecargas pueden estar provocadas por cualquiera de los siguientes factores, expuestos en la ITC-BT-22:

- Sobrecargas.
- Cortocircuitos.
- Descargas eléctricas atmosféricas.

En el caso de la protección contra sobrecargas, la intensidad de corriente límite deberá quedar garantizada por el dispositivo de protección seleccionado. Dicho dispositivo estará constituido por uno de los siguientes elementos:

- Un interruptor automático de corte omnipolar con curva térmica de corte.
- Un cortacircuitos fusibles calibrados para las características de funcionamiento adecuadas.

Para la protección contra cortocircuitos, se establecerá en el origen de cada circuito un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión. No obstante, se admite que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de los derivados disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los derivados. Los dispositivos de protección contra cortocircuitos admitidos son:

- Fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.
- Interruptores automáticos de corte omnipolar.

Según lo indicado por el reglamento, las protecciones deberán permitir el paso de corriente necesaria para el correcto funcionamiento de la instalación, sin permitir que se alcancen valores que puedan deteriorar la instalación. Para ello se debe cumplir una relación entre las corriente de diseño, la asignada de la protección y la admisible por el cable, dicha relación es la siguiente:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

Siendo:

- I_b : Corriente de diseño del circuito.
- I_n : Corriente asignada del dispositivo de protección.
- I_z : Corriente máxima admisible del conductor.

Por otro lado, la ITC también nos obliga a que la corriente que asegure la activación del dispositivo de protección (I_2), deberá ser un 45% menor que la corriente máxima admisible por el conductor:

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

Fusibles de seguridad del CGP

El dimensionamiento de los fusibles del CGP se realizó en el capítulo de cálculos 2.5.1., obteniendo como resultado la necesidad de instalación 3 tipos de fusibles diferentes, un tipo por LGA, y dentro de cada LGA se instalarán 3 fusibles, los cuales se colocarán en las bases portafusibles que trae consigo el CGP. Los fusibles seleccionados fueron los siguientes:

- 3 unidades del tipo NH1-200A.
- 3 unidades del tipo NH2-315A.
- 3 unidades del tipo NH3-400A.

Estos modelos de fusibles fueron sacados del catálogo df-Electric, en la imagen que se muestra a continuación, se puede observar a modo de ejemplo como es un fusible del tipo NH2-315A, uno de los utilizados en el presente proyecto.



Tabla 11. Fusible del tipo NH2-315A [5].

Fusibles de seguridad de la CC

Según lo expuesto en la ITC-BT-12, cada derivación individual (DI) debe tener un fusible de seguridad, el cual se situará antes de cada contador. Este dimensionamiento ya ha sido realizado en su capítulo correspondiente dentro de los cálculos del proyecto, por tanto, aquí nos limitaremos a mostrar un recuento a modo de resumen de los fusibles utilizados clasificándolos por clases. Cabe mencionar que todos los fusibles, al igual que los de protección del CGP, han sido sacados del catálogo df-Electric. Los fusibles utilizados en la CC son los siguientes:

- 1 unidad del tipo NH0-40A.
- 6 unidades del tipo NH0-50A.
- 2 unidades del tipo NH1C-100A.

Protecciones en los cuadros de viviendas

Dentro de los cuadros de las viviendas encontraremos varios tipos diferentes de protecciones. La primera de la que hablaré será el Interruptor de Control de Potencia (ICP), el dimensionamiento de este se realiza en función a la potencia contratada, siendo responsabilidad por tanto de la empresa suministradora, así que no se procederá a su dimensionamiento en el presente proyecto. Lo siguiente que encontramos es el Interruptor General Automático, el cual, para las viviendas con electrificación elevada, y según la ITC-BT-25, debe tener un valor de intensidad nominal de 40 A. A continuación, se coloca un interruptor diferencial de tipo "S", el cual, tendrá una intensidad nominal de 40 A y una intensidad diferencial-residual de 300 mA. El que este diferencial sea de tipo "S" indica que es selectivo, lo cual implica que su tiempo de disparo será mayor que los diferenciales que se encuentran aguas abajo, este tipo de diferenciales es común en circuitos de viviendas con diferenciales en cascada como es el caso del proyecto, siendo este diferencial el que gobierna al resto que se encuentra aguas abajo. Los diferenciales encontrados aguas abajo, y que gobiernan los grupos de circuitos, tienen una intensidad diferencial-residual de 30 mA, siendo esta 3 veces menor que la del diferencial que se encuentra aguas arriba y cumpliendo así la normativa. La ITC también indica que no puede haber un diferencial que gobierne más de 5 circuitos, por eso,

hemos dividido los circuitos de las viviendas en dos grupos de 4 cada uno. Y, por último, cada circuito tiene su protección específica conformada por un Pequeño Interruptor Automático (PIA) el cuál será dimensionado en su respectivo apartado dentro de los cálculos. En resumen, tenemos en el cómputo de todas las viviendas de la urbanización los siguientes elementos de protección.

- 42 unidades de IGA de 40 A.
- 42 unidades de ID de 40 A y 300 mA.
- 84 unidades de ID de 40 A y 30 mA.
- 14 unidades de PIA de 6 A, solución comercial MUN206A.
- 84 unidades de PIA de 10 A, solución comercial MUN210A.
- 168 unidades de PIA de 16 A, solución comercial MUN216A.
- 84 unidades de PIA de 20 A, solución comercial MUN220A.

Los tipos de PIAs son soluciones comerciales obtenidas del catálogo de Hager.

Cuadro de los servicios generales

Para los cuadros de los servicios generales seguiremos la misma metodología que la empleada en el caso de las viviendas. No obstante, la alimentación a este cuadro se realizará en trifásica, esto implica que tanto el IGA como el ID deberán ser tetrapolares en vez de bipolares como en el caso de las viviendas. En estos caso el reglamento no dice nada respecto al número de circuitos máximo que puede gobernar un mismo diferencial, por tanto, a pesar de que tenemos 6 circuitos, solo emplearemos un diferencial por cuadro de circuitos generales. Resumiendo, el número total de protecciones empleadas en el proyecto tal y como hicimos en el apartado anterior obtenemos los siguientes resultados.

- 7 unidades de IGA de 32 A.
- 7 unidades de ID de 40 A y 30 mA.
- 28 unidades de PIA de 6 A, solución comercial MUN206A.
- 7 unidades de PIA de 10 A, solución comercial MUN410A.
- 7 unidades de PIA de 63 A, solución comercial MUN263A.

Los tipos de PIAs son soluciones comerciales obtenidas del catálogo de Hager.

Cuadros del garaje

En el caso de los cuadros del garaje, ocurre parecido a el caso de los servicios generales ya que la alimentación a estos cuadros ocurre en trifásica, siendo las protecciones comunes a todos los circuitos (IGA e ID) tetrapolares. A continuación, se muestra el número total de protecciones empleadas en el proyecto.

- 2 unidades de IGA de 32 A.
- 2 unidades de ID de 40 A y 30 mA.
- 3 unidades de PIA de 6 A, solución comercial MUN206A.
- 1 unidad de PIA de 6 A, solución comercial MUN406A.
- 5 unidades de PIA de 10 A, solución comercial MUN210A.
- 1 unidad de PIA de 10 A, solución comercial MUN410A.
- 1 unidad de PIA de 16 A, solución comercial MUN216A.
- 2 unidades de PIA de 63 A, solución comercial MUN263A.

Los tipos de PIAs son soluciones comerciales obtenidas del catálogo de Hager.

1.7.8. Corrientes de cortocircuito

Como se nos indica en el anexo III del REBT, generalmente se desconoce la impedancia del circuito de alimentación a la red, el cual está compuesto por la impedancia del transformador, la impedancia de la red de distribución y la impedancia de la acometida. En estos caso se admite que en caso de que ocurra un cortocircuito, la tensión en el inicio de las instalaciones pasa a tener un valor de 0,8 veces la tensión de suministro, además, se considera despreciable la inductancia de los cables. Esta consideración que estamos tomando como cierta solo es así cuando el centro de transformación se encuentra fuera del edificio. Una vez expuestos los supuestos se puede dar por apta para su utilización en los cálculos la siguiente fórmula:

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

Ecuación 1. Ecuación de cálculo de la intensidad de cortocircuito.

Donde:

- Icc: Intensidad de cortocircuito máxima en el punto considerado.
- U: Tensión de alimentación fase-neutro (230 V).
- R: Resistencia del conductor de fase entre el punto considerado y la alimentación.

El valor de la R deberá tener en cuenta la suma de las resistencias de los conductores entre la CGP y el punto en el que se considere que se produce el cortocircuito. Para el cálculo de la R se deberá considerar que los conductores se encuentran a una temperatura de 20°C, obteniendo así el valor máximo posible de Icc.

En el apartado 2.6. de los cálculos se muestran los resultados obtenidos y se puede comprobar como todos los valores de las Icc son superiores a los valores de la intensidad de activación de las correspondientes protecciones.

1.8. Puesta a tierra

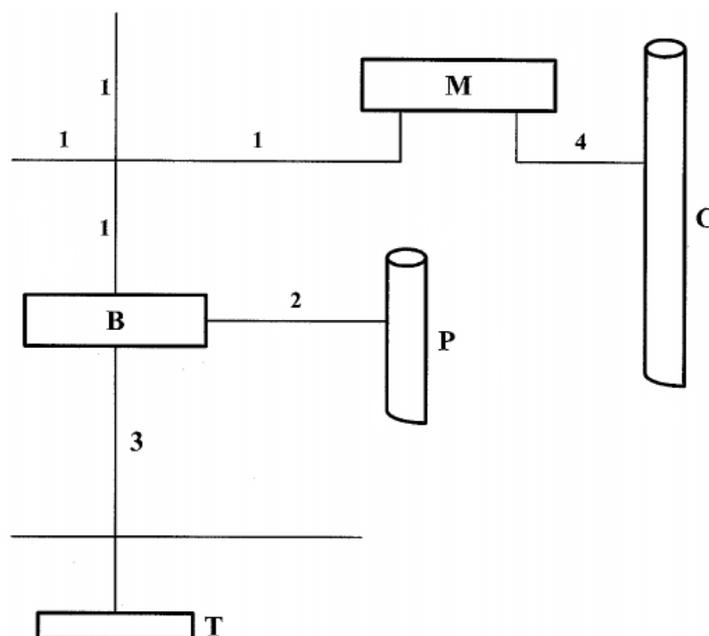
Las indicaciones sobre la puesta a tierra que da el reglamento se encuentran en la ITC-BT-18, donde se la define como la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte, del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo mediante una toma de tierra con un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo. El objetivo de esta instalación es la de conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima de terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas.

Según la presente ITC se establece que la elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra de la estructura deben ser tales que:

- 1- El valor de la resistencia de puesta a tierra debe ser conforme con las normas de protección y funcionamiento, manteniéndose está a lo largo del tiempo, teniendo en cuenta los requisitos generales indicados en la ITC-BT-24 y los particulares aplicables a cada instalación.

- 2- Las corrientes de defecto a tierra y las de fuga deben poder circular sin peligro, sobre todo desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- 3- La solidez o protección mecánica debe quedar asegurada con independencia de condiciones externas.
- 4- Se contemplen los riesgos debidos a la electrólisis, los cuales pueden afectar a las partes metálicas.

En la figura que se muestra a continuación se puede apreciar las partes típicas de una puesta a tierra, dicha imagen ha sido extraída del REBT.



Leyenda

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

Ilustración 11. Esquema tipo de una instalación de puesta a tierra [1].

1.8.1. Electrodo de puesta a tierra

Según la ITC-BT-18, para la toma a tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- Barras.
- Tubos.
- Pletinas.
- Conductores desnudos.
- Placas.
- Anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones.
- Armaduras de hormigón enterradas, con excepción de las armaduras pretensadas.
- Otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Para el caso del presente proyecto, nos fijaremos en lo que se menciona en la ITC-BT-26, para edificios de nueva construcción, antes de comenzar la fase de cimentación, en el fondo de las zanjas de cimentación se instalará un cable de cobre desnudo el cual formará un anillo cerrado que cubrirá todo el perímetro del edificio. Si la ocasión lo requiere, se emplearán placas o picas con la finalidad de reducir la resistencia del conductor que conforma el anillo.

1.8.2. Conductores de tierra

La ITC-BT-18 en su apartado 3.2 muestra las diferentes secciones que deberá tener el conductor enterrado en función de si está protegido o no de la corrosión, en este caso como es un conductor desnudo se le considera como no protegido a la corrosión.

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

Ilustración 12. Sección de conductor de tierra en función de la protección y el material [1].

No obstante, en la misma ITC, se puede leer que la dimensión de sección recomendada para conductor desnudo es de 35 mm², por tanto, esta será la sección que se considerará para el presente proyecto. La uniones que se realicen entre los conductores de tierra y los electrodos deberán realizarse con sumo cuidado para no reducir las características

de la instalación, por ello la mejor alternativa a usar en estos casos es la soldadura aluminotérmica frente a las grapas, aunque estas segundas son más baratas, están más sujetas a la corrosión y por ende a la pérdida de efectividad en la unión y por consiguiente en la instalación.

1.8.3. Borne de puesta a tierra

En el apartado 3.3 de la ITC-BT-18 se expone que en toda instalación de puesta a tierra se debe prever un borne principal a tierra, al cual se deben unir los siguientes conductores:

- Conductores a tierra.
- Conductores de protección
- Conductores de unión equipotencial principal.
- Conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

Sobre los conductores de tierra y en un lugar accesible, debe preverse un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma a tierra. Esto se realiza por medio de un mecanismo conocido como puente seccionador, se muestra en la siguiente imagen, el cual debe ser desmontable por medio de un útil, siendo mecánicamente seguro y asegurando la continuidad eléctrica de la instalación.

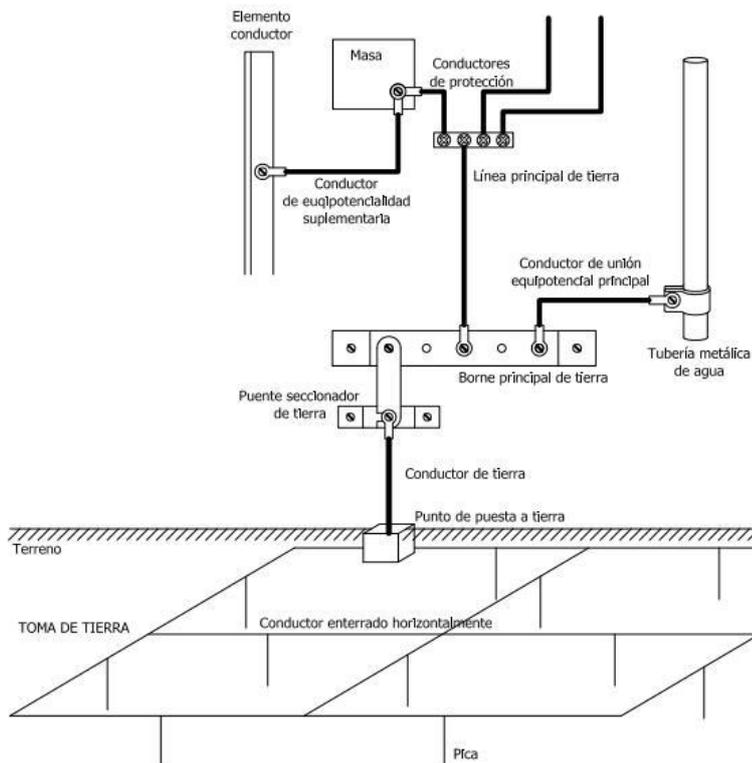


Ilustración 13. Puente seccionador de tierra [1].

La sección del puente seccionador debe ser igual a la sección del cable de tierra o equivalente en el caso de utilizar otro materiales.

1.8.4. Conductores de protección (CP o PE)

En el apartado 3.4 de la presente ITC se nos presentan los conductores de protección como los conductores que sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos. En los circuitos de conexión a tierra, estos conductores unirán las masas al conductor de tierra. También reciben este nombre aquellos conductores que unen las masas al neutro de la red o a un relé de protección.

La sección de estos conductores se obtendrá de la tabla que se muestra a continuación, o bien, por medio de un cálculo conforme a lo indicado en la norma UNE-HD 60.364-5-54.

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

Ilustración 14. Sección del cable de protección en función de la sección de las fases [1].

Estos conductores de protección deberán estar correctamente protegidos contra deterioros mecánicos, químicos y electroquímicos y contra los esfuerzos electrodinámicos.

Su conexiones deben ser accesibles para la verificación y ensayos, a excepción de las efectuadas en cajas selladas con material de relleno o en aquellas que no puedan ser desmontables.

No podrá existir ningún aparato intercalado en el conductor de protección, no obstante, para los ensayos podrán usarse conexiones desmontables mediante útiles adecuados. Las masas de los equipos a unir con el cable de protección no deben ser conectadas en serie, a excepción de las envolventes montadas en fábrica o las canalizaciones prefabricadas.

Como conductores de protección podrán ser utilizados:

- Conductores en los cables multiconductores.
- Conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos.
- Conductores separados desnudos o aislados.

Con todo lo expuesto hasta este punto, se puede concluir que todos los cables de protección irán por las mismas canalizaciones que los conductores activos, estarán fabricados en cobre y sus secciones variarán en función a la tabla expuesta en el presente apartado, ya que en este proyecto tenemos secciones de cableado bastantes diferentes.

1.8.5. Conexiones equipotenciales

La finalidad de estas conexiones es la de unir todos los elementos de un mismo área, para que en caso de existencia de una derivación todos se pusieran a la misma tensión, impidiendo así que circulará así ninguna corriente por ellos. Esto es bastante común encontrarlo en los baños, donde se unen todas las partes metálicas que encontramos en estos impidiendo así la existencia de derivaciones que pudieran afectar a los usuarios.

La ITC-BT-27, recoge que estas conexiones equipotenciales se deben localizar en aquellos locales que tengan en su interior bañeras o duchas, uniendo dicha conexión al cable de protección. En este proyecto se extrapolará también a los aseos, que, si bien no tienen duchas o bañeras en su interior, en la práctica son muy similares a los locales que si las contienen.

1.8.6. Puntos de puesta a tierra

Volviendo a la ITC-BT-26, en su apartado 3.3, los puntos de puesta a tierra se situarán en:

- Patios de luces destinados a cocinas y cuartos de aseo, etc., en rehabilitación o reforma de edificios existentes. (No aplicable a este proyecto de nueva construcción).
- En el local o lugar de centralización de contadores.
- En la base de las estructuras metálicas de los ascensores y montacargas.
- En el punto de ubicación de la caja general de protección.
- En cualquier local donde se prevea la instalación de elementos destinados a los servicios generales o especiales.

En el proyecto, y tal y como se ha dimensionado en el correspondiente apartado de los cálculos, se empleará un conductor enterrado horizontalmente de cobre desnudo que tendrá una sección de 35 mm², el cual recorrerá todo el perímetro del edificio, siendo este un total de 454 m.

1.9. Alumbrado de emergencia

El alumbrado de emergencia es aquel que se prevé para ser utilizado cuando el alumbrado normal sufra un fallo de alimentación.

La ITC-BT-28 recoge que todos los locales de pública concurrencia deben disponer de este tipo de alumbrado, cosa que es aplicable al garaje del presente proyecto. La alimentación del alumbrado de emergencia debe ser automática y de corte breve. Dentro de este grupo se incluye el alumbrado de seguridad y el de reemplazamiento.

1.9.1. Alumbrado de seguridad

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

Este alumbrado estará previsto para entrar en funcionamiento automáticamente cuando se produzca un fallo del alumbrado general o cuando la tensión de este baje del 70% de su valor nominal.

La instalación de este alumbrado será fija y estará provista de fuentes propias de energía. Solo podrá utilizar el suministro exterior para proceder a su carga, cuando la fuente de energía propia esté constituida por baterías de acumuladores o aparatos autónomos automáticos.

Alumbrado de evacuación

Parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar el reconocimiento y la utilización de los medios o rutas de evacuación cuando los locales estén o puedan estar ocupados. En las rutas de evacuación el alumbrado debe proporcionar una iluminancia mínima de 1 lux. En cambio, en los puntos en los que se encuentren los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual, extintores, por ejemplo, y en los cuadros de distribución de alumbrado, la iluminancia mínima será de 5 lux.

Este alumbrado deberá poder funcionar un mínimo de 1 hora, desde que se produce el fallo en el alumbrado normal, proporcionando la iluminancia mínima explicada anteriormente en cada caso.

Alumbrado anti-pánico

Parte del alumbrado previsto para evitar el riesgo de pánico y proporcionar una iluminación ambiente adecuada que permita a los ocupantes identificar ya acceder a las rutas de evacuación. La iluminancia horizontal mínima debe ser de 0,5 lux, en todo espacio considerado desde el suelo hasta una altura de 1 m.

Al igual que el alumbrado de evacuación, el alumbrado anti-pánico debe funcionar durante 1 hora como mínimo, desde el fallo del alumbrado normal, proporcionando siempre la iluminancia prevista.

Alumbrado en zonas de alto riesgo

No considerable en el presente proyecto al tratarse de un garaje de uso residencial y no de una zona de trabajo donde se puedan encontrar personas realizando trabajos peligrosos.

1.9.2. Alumbrado de reemplazamiento

Es la parte del alumbrado de emergencia que permite la continuidad de las actividades normales. Cuando el alumbrado de reemplazamiento presente una iluminancia inferior al alumbrado normal, esta será utilizada únicamente para terminar el trabajo con seguridad.

Aparatos autónomos para alumbrado de emergencia

Luminaria que proporciona alumbrado de emergencia de tipo permanente o no permanente en la que todos los elementos, están contenidos dentro de la luminaria o a

una distancia no inferior a 1 m de ella. Estos elementos son la batería, la lámpara, el conjunto de mando y los dispositivos de verificación y control.

Los aparatos autónomos destinados al alumbrado de emergencia deberán cumplir las siguientes normas:

- UNE-EN 60598-2-22.
- UNE 20392 o UNE 20062, en función sea la luminaria para lámparas fluorescentes o incandescentes.

1.10. BIBLIOGRAFÍA Y DOCUMENTACIÓN EMPLEADA

En este apartado se adjunta toda la documentación empleada para la realización del proyecto. Dentro de esta bibliografía se encuentran documentos a los cuales se hará referencia más adelante en el proyecto. En el último subapartado se encuentra una recopilación de los programas informáticos empleados para el desarrollo del proyecto.

1.10.1. Bibliografía

- [1] González, B. B. (2021). Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión 7.ª edición. Marcombo.
- [2] «Reglamento Delegado (UE) 2016/364 de la Comisión, relativo a la clasificación de las propiedades de reacción al fuego de los productos de construcción de conformidad con el Reglamento (UE) nº 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo», de 1 de julio de 2015, D.O.U.E. 2016.
- [3] Hager. Catálogo | Hager ES. Hager worldwide. <https://hager.com/es/catalogo/>
- [4] «Norma Tecnológica de la Edificación ITE-ITA», NTE-ITA/1973, B.O.E. de 31 de marzo de 1973, páginas 6360 a 6400.
- [5] DF-Electic. Catálogos - DF Electric | Passion for electric protection. DF Electric | Passion for electric protection. <https://www.dfelectric.es/es/catalogos/>

- [6] Cype, G. D. P. (s.f.). Generador de precios de la construcción. CYPE ingenieros, S.A. Generador de precios de la construcción. España. CYPE Ingenieros, S.A. <https://www.generadordeprecios.info/>
- [7] TecnoParking. KIT Motores articulados BFT "VIRGO SMART BT A" puertas batientes.TECNOPARKING. <https://tecnoparking.com/tienda/es/motores-puertas-abatibles/2403-kit-motores-articulados-bft-virgo-smart-bt-a-puertas-batientes-residenciales-hasta-2m.html>
- [8] Rehabilitaweb. Kit Portero N-City 10 líneas Fermax. <https://www.rehabilitaweb.es/kit-portero-fermax-n-city-10l-b1f3e/>
- [9] «Código Técnico de la Edificación, Documento Básico HS», Real Decreto 214/2006, de 17 de marzo.
- [10] «Código Técnico de la Edificación, Documento Básico SI», Real Decreto 214/2006, de 17 de marzo.
- [11] Electromaterial. ElectroMaterial. Material eléctrico | Tienda de electricidad online. <https://www.electromaterial.com/>
- [12] UNE. (2002). Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK). (UNE-EN 62262:2002).
- [13] Aparatos autónomos para alumbrado de emergencia con lámparas de incandescencia. prescripciones de funcionamiento. (UNE 20062:1993). (1993).
- [14] Cables eléctricos de baja tensión. cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V (uo/u). parte 3-31: Cables con propiedades especiales ante el fuego. cables unipolares sin cubierta con aislamiento termoplástico libre de halógenos y baja emisión de humo. (UNE-EN 50525-3-31:2012). (2012).
- [15] Instalaciones eléctricas de baja tensión. parte 5-54: Selección e instalación de los equipos eléctricos. puesta a tierra y conductores de protección. (UNE-HD 60364-5-54:2015/A11:2018). (2018).
- [16] Sistemas de canales para cables y sistemas de conductos cerrados de sección no circular para instalaciones eléctricas. parte 2-3: Requisitos particulares para sistemas de canales ranuradas destinados a la instalación en armarios eléctricos. (UNE-EN 50085-2-3:2010). (2010).

- [17] UNE. (1993). Aparatos autónomos para alumbrado de emergencia con lámparas de fluorescencia. prescripciones de funcionamiento. (UNE 20392:1993).
- [18] UNE. (2002). Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK). (UNE-EN 62262:2002).
- [19] UNE. (2005). Conductores de cables aislados. (UNE-EN 60228:2005).
- [20] UNE. (2012). Conjuntos de aparata de baja tensión. parte 3: Cuadros de distribución destinados a ser operados por personal no cualificado (DBO). (UNE-EN 61439-3:2012).
- [21] UNE. (2013). Conjuntos de aparata de baja tensión. parte 6: Canalizaciones prefabricadas. (UNE-EN 61439-6:2013).
- [22] UNE. (2014). Ensayos relativos a los riesgos del fuego. parte 11-10: Llamas de ensayo. métodos de ensayo horizontal y vertical a la llama de 50 W. (UNE-EN 60695-11-10:2014).
- [23] UNE. (2015). Luminarias. parte 2-22: Requisitos particulares. luminarias para alumbrado de emergencia. (UNE-EN 60598-2-22:2015).
- [24] UNE. (2017a). Cables eléctricos de baja tensión. cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V (uo/u). cables unipolares sin cubierta, con aislamiento reticulado y con altas prestaciones respecto a la reacción al fuego, para instalaciones fijas. (UNE 21027-9:2017).
- [25] UNE. (2017). Cables eléctricos de baja tensión. Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V (Uo/U). Cables unipolares sin cubierta, con aislamiento termoplástico, y con altas prestaciones respecto a la reacción al fuego, para instalaciones fijas (UNE 211002:2017).
- [26] UNE. (2018). Grados de protección proporcionados por las envolventes (código IP). (UNE-EN 60529:2018).
- [27] UNE. (2020). Escaleras. parte 1: Terminología, tipos y dimensiones funcionales. (UNE-EN 131-1:2016+A1:2020).
- [28] UNE. (2021). Conjuntos de aparata de baja tensión. parte 1: Reglas generales. (UNE-EN IEC 61439-1:2021).

- [29] UNE. (2022a). Cajas y envolventes para accesorios eléctricos en instalaciones eléctricas fijas para uso doméstico y análogos. parte 1: Requisitos generales. (UNE-EN IEC 60670-1:2022).
- [30] UNE. (2022). Instalaciones eléctricas de baja tensión. parte 5-52: Selección e instalación de equipos eléctricos. canalizaciones. (UNE-HD 60364-5-52:2022).
- [31] UNE. (2020b). Protectores auditivos. requisitos generales. parte 1: Orejeras. (ratificada por la asociación española de normalización en marzo de 2021.) (UNE-EN 352-1:2020 (Ratificada)).
- [32] UNE. (2020). Guantes de protección. Requisitos generales y métodos de ensayo (UNE-EN ISO 21420:2020).
- [33] UNE. (2007). Equipos de protección respiratoria. equipos de respiración autónomos de circuito abierto de aire comprimido con máscara completa. requisitos, ensayos, marcado. (UNE-EN 137:2007).
- [34] UNE. (2002). Protección individual de los ojos. especificaciones. (UNE-EN 166:2002).
- [35] OIT. (2024). Convenio sobre las prescripciones de seguridad (edificación) (C062).
- [36] OIT. (1988). Convenio sobre seguridad y salud en la construcción (C167).
- [37] OIT. (1981). Convenio sobre seguridad y salud de los trabajadores (C155).
- [38] OIT. (1967). Convenio sobre el peso máximo (C127).
- [39] OIT. (1963). Convenio sobre la protección de la maquinaria (C119).

1.10.2. Programas informáticos empleados

- Microsoft Office Word 365.
- Microsoft Office Excel 365.
- Microsoft Office PowerPoint 365.
- AutoCAD 2024.
- Generador de Precios del Cype (Online).

2. ANEXO

2. ANEXO

INDICE DEL ANEXO

2. ANEXO.....	60
2.1. INDICE DE TABLAS	60
2.2. INDICE DE ILUSTRACIONES	63
2.3. INDICE DE ECUACIONES	65

2.1. INDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. LGA de la zona del garaje.	20
Tabla 2. LGA de los servicios generales y viviendas de 3 edificios.	20
Tabla 3. LGA de los servicios generales y viviendas de 4 edificios.	20
Tabla 4. Secciones normalizadas de las DI correspondientes a cada zona.....	31
Tabla 5. Circuitos de las viviendas de la planta baja.....	37
Tabla 6. Circuitos de las viviendas de la primera planta.....	37
Tabla 7. Circuitos de las viviendas dúplex que comprenden la segunda y tercera planta.	37
Tabla 8. Circuitos de los servicios generales de un edificio.	38
Tabla 9. Circuitos del garaje dependientes de la primera derivación individual.	40
Tabla 10. Circuitos del garaje dependientes de la segunda derivación individual.	40
Tabla 11. Fusible del tipo NH2-315A [5].	42
Tabla 12. Resumen de la previsión de cargas en todos los edificios menos en el correspondiente al portal D.....	70
Tabla 13. Resumen de la previsión de cargas del portal D.	71
Tabla 14. Previsión de cargas de los cuartos del garaje.....	73
Tabla 15. Previsión de carga del garaje.....	74
Tabla 16. Cálculos LGA del garaje.	77
Tabla 17.Cálculos LGA de los servicios generales y viviendas de 3 portales.	78
Tabla 18.Cálculos LGA de los servicios generales y viviendas de 4 portales.	79

Tabla 19. Intensidades máximas admisibles y secciones de las derivaciones individuales.	83
Tabla 20. Intensidad máxima admisible y sección de los cables de los circuitos de la vivienda de la planta baja.	85
Tabla 21. Intensidad máxima admisible y sección de los cables de los circuitos de la vivienda de la planta primera.	85
Tabla 22. Intensidad máxima admisible y sección de los cables de los circuitos de la vivienda dúplex.	85
Tabla 23. Intensidad máxima admisible y sección de los cables de los circuitos de los servicios generales.	86
Tabla 24. Intensidad máxima admisible y sección de los cables de los circuitos del garaje 1.	87
Tabla 25. Intensidad máxima admisible y sección de los cables de los circuitos del garaje 2.	88
Tabla 26. Dimensionamiento de la protección de la LGA del garaje.	88
Tabla 27. Dimensionamiento de la protección de la LGA correspondiente a los servicios generales y viviendas de 3 portales.	89
Tabla 28. Dimensionamiento de la protección de la LGA correspondiente a los servicios generales y viviendas de 4 portales.	89
Tabla 29. Dimensionamiento de la protección de cada una de las derivaciones individuales.	89
Tabla 30. Dimensionamiento de la protección de cada uno de los circuitos de las viviendas de la planta baja.	90
Tabla 31. Dimensionamiento de la protección de cada uno de los circuitos de las viviendas de la planta primera.	90
Tabla 32. Dimensionamiento de la protección de cada uno de los circuitos de las viviendas dúplex.	91
Tabla 33. Dimensionamiento de la protección de cada uno de los circuitos de los servicios generales.	91
Tabla 34. Dimensionamiento de la protección de cada uno de los circuitos del garaje 1.	92

Tabla 35. Dimensionamiento de la protección de cada uno de los circuitos del garaje 2.
..... 92

Tabla 36. Intensidad de cortocircuito de la LGA del garaje. 93

Tabla 37. Intensidad de cortocircuito de la LGA que da servicio a los servicios generales
y viviendas de 3 portales. 94

Tabla 38. Intensidad de cortocircuito de la LGA que da servicio a los servicios generales
y viviendas de 4 portales. 94

Tabla 39. Intensidad de cortocircuito de las derivaciones individuales. 94

Tabla 40. Intensidad de cortocircuito de los circuitos de la vivienda 1-A. 95

Tabla 41. Intensidad de cortocircuito de los circuitos de los servicios generales. 96

Tabla 42. Intensidad de cortocircuito de los circuitos del garaje 1..... 97

Tabla 43. Intensidad de cortocircuito de los circuitos del garaje 2..... 97

2.2. INDICE DE ILUSTRACIONES

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Esquema de colocación de contadores de forma localizada en más de un lugar [1].....	13
Ilustración 2. CGP de 400 A [11].	16
Ilustración 3. Tabla relación diámetro de tubo-sección de cable [1]	17
Ilustración 4. Conducto de fábrica para LGA que discurre verticalmente [1].	18
Ilustración 5. Centralización de contadores [1].	24
Ilustración 6. Concentración de contadores con las unidades principales instaladas [1].	27
Ilustración 7. Dimensiones mínimas de la canaladura [1].....	29
Ilustración 8. Conducto de fábrica para LGA que discurre verticalmente [1].	29
Ilustración 9. Situación espacial de un DGMP [1].....	32
Ilustración 10. Disposición ejemplo de los dispositivos de protección en el cuadro de una vivienda.....	34
Ilustración 11. Esquema tipo de una instalación de puesta a tierra [1].	47
Ilustración 12. Sección de conductor de tierra en función de la protección y el material [1].....	48
Ilustración 13. Puente seccionador de tierra [1].	50
Ilustración 14. Sección del cable de protección en función de la sección de las fases [1].	51
Ilustración 15. Coeficiente de simultaneidad en función del número de viviendas [1].	68
Ilustración 16. Potencia de cada ascensor según la norma ITE-ITA [1].	69
Ilustración 17. Métodos de instalación e intensidades máximas admisibles de los conductores a 40°C [1].	80
Ilustración 18. Diámetro de los tubos y sección mínima de los canales protectores en función de la sección del conductor (suministro monofásico) [1].	83
Ilustración 19. Diámetro de los tubos y sección mínima de los canales protectores en función de la sección del conductor (suministro trifásico) [1].	84
Ilustración 20. Número de electrodos en función del terreno y la longitud del anillo [1].	98

Ilustración 21. Valor medio de la resistividad en función del terreno [1]. 98

2.3. INDICE DE ECUACIONES

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Ecuación de cálculo de la intensidad de cortocircuito.	45
Ecuación 2. Potencia de una vivienda.	68
Ecuación 3. Potencia prevista en un garaje.	71
Ecuación 4. Potencia total de la urbanización.	74
Ecuación 5. Cálculo de la intensidad prevista (trifásica), en función de la potencia y f.d.p. previstos, y de la tensión de línea.	76
Ecuación 6. Caída de máxima admisible y porcentaje de caída máxima admisible.	76
Ecuación 7. Cálculo de la sección del conductor (trifásica), en base a la previsión de intensidad y f.d.p., y a su longitud, conductividad y caída de tensión máxima admisible.	76
Ecuación 8. Intensidad prevista (monofásica) en función de la potencia, el f.d.p. y la tensión del sistema.	82
Ecuación 9. Sección de cable prevista (monofásica) en función de la longitud, la intensidad, el f.d.p., la conductividad y la caída de tensión máxima admisible.	82
Ecuación 10. Caída de tensión máxima admisible y porcentaje de caída de tensión máxima admisible.	82
Ecuación 11. Resistencia de un conductor [1].	93
Ecuación 12. Resistencia de un conductor.	99

3. CÁLCULOS

3. CÁLCULOS

INDICE DE LOS CÁLCULOS

3. CÁLCULOS.....	67
3.1. Previsión de cargas del edificio	67
3.1.1. Viviendas.....	67
3.1.2. Servicios generales	69
3.1.3. Garaje	71
3.1.4. Carga total de la urbanización.....	74
3.2. LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN (LGA)	75
3.3. DERIVACIONES INDIVIDUALES (DI)	80
3.4. INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS	84
3.4.1. Circuitos de las viviendas	84
3.4.2. Circuitos de los servicios generales	86
3.4.3. Circuitos del garaje	87
3.5. CÁLCULO Y SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES	88
3.5.1. Caja General de Protecciones (CGP)	88
3.5.2. Fusibles de seguridad de los contadores (CC)	89
3.5.3. Cuadro de las viviendas.....	90
3.5.4. Cuadro de los servicios generales.....	91
3.5.5. Cuadro del garaje	92
3.6. CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.....	93
3.6.1. Corriente de cortocircuito al final de la LGA	93
3.6.2. Corriente de cortocircuito al final de las DI	94
3.6.3. Corriente de cortocircuito en cada vivienda	95
3.6.4. Corriente de cortocircuito en los servicios generales	96
3.6.5. Corriente de cortocircuito en el garaje	96
3.7. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA DEL EDIFICIO	97

3.1. Previsión de cargas del edificio

3.1.1. Viviendas

Según lo indicado en el ITC-BT-10 en su apartado 3.1, la carga correspondiente a un conjunto de viviendas se obtendrá de la multiplicación de la media aritmética de las

potencias máximas previstas para cada vivienda, por un coeficiente de simultaneidad que vendrá dado en función al número total de viviendas.

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

Ilustración 15. Coeficiente de simultaneidad en función del número de viviendas [1].

En el caso del presente proyecto, el número de viviendas es de 6 por lo tanto nos corresponde coger un coeficiente de simultaneidad (C_s) de $C_s=5,4$. Para el cálculo de la potencia para el conjunto de viviendas utilizamos la siguiente ecuación.

$$P_{VIV} = C_s * P_{media}$$

Ecuación 2. Potencia de una vivienda.

Siendo en este caso la potencia media de valor $P_{media}=9.200$ W ya que todas las viviendas son de electrificación elevada. Por lo tanto, aplicando los valores a la ecuación 2, obtenemos que la potencia del conjunto de viviendas es la siguiente.

$$P_{VIV} = 5,4 * 9200 = 49680 \text{ W}$$

3.1.2. Servicios generales

De acuerdo con lo escrito en el ITC-BT-10, apartado 3.2, la 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 en todo el servicio eléctrico general del edificio sin aplicar ningún coeficiente de simultaneidad ($C_s=1$).

Ascensores

Los ascensores utilizados en el edificio serán del tipo ITA-1, estos ascensores tienen una capacidad de 400 kg (que se traduce en 5 personas) y una velocidad de elevación de 0,63 m/s, todo esto con un consumo de 4.500 W. En la ilustración 16, la cual aparece en el REBT, se muestran las diferentes tipologías de ascensor según especifica la Norma Tecnológica de la Edificación ITE-ITA.

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

Ilustración 16. Potencia de cada ascensor según la norma ITE-ITA [1].

Portero automático

Para el edificio se elige un portero automático de 6 viviendas que consume una potencia aproximada de 12 W, [8].

Tomas de corriente

Se colocará dos tomas de corriente, una de ellas se situará en el portal del edificio mientras que la otra será colocada en el cuarto de electricidad del edificio. Ambas tomas de corriente serán de 16 A, es decir, 3.450 W.

Alumbrado

Para el alumbrado de las zonas comunes del edificio se utilizará fluorescencia. Como se indica en el ITC-BT-10, apartado 3.2, el uso de este tipo de luminarias en el portal y espacios comunes genera un consumo de 8 W/m². Del mismo modo, el alumbrado para la caja de escalera de este mismo tipo de luminarias genera un consumo de 4 W/m².

Resumen de previsión de cargas de los servicios generales en el edificio

En la tabla que se muestra a continuación se recogen todos los consumos mencionados anteriormente desglosados correctamente.

Hay que recalcar que el valor de la carga total en el portal D respecto al resto de portales es ligeramente diferente ya que, como hemos explicado anteriormente la distribución en la zona de garaje de dicho edificio varía respecto a los demás. Aunque la variación es mínima, plasmaremos la previsión de carga total de dicho edificio también.

	UNIDADES	PREVISION DE CARGAS UNITARIAS (W)	SUPERFICIE (m ²)	PREVISIÓN DE CARGAS POR SUPERFICIE (W/m ²)	TOTAL (W)
Ascensores (ITA-1)	1	4500	-	-	4500
Portero automático	1	12	-	-	12
Tomas de corriente	2	3450	-	-	6900
Alumbrado portal y soportal	-	-	47,85	8	382,8
Alumbrado cuarto electricidad	-	-	10,56	8	84,8
Alumbrado cuarto de ventilación	-	-	5,27	8	42,16
Alumbrado cuarto de basuras	-	-	8,01	8	64,8
Alumbrado plantas 1 a 3 y común garaje	-	-	34,68	8	277,44
Alumbrado caja de escalera	-	-	50,54	4	202,16
Alumbrado trasteros	-	-	10,75	8	86
Total					12552,16

Tabla 12. Resumen de la previsión de cargas en todos los edificios menos en el correspondiente al portal D.

	UNIDADES	PREVISION DE CARGAS UNITARIAS (W)	SUPERFICIE (m ²)	PREVISIÓN DE CARGAS POR SUPERFICIE (W/m ²)	TOTAL (W)
Ascensores (ITA-1)	1	4500	-	-	4500
Portero automático	1	12	-	-	12
Tomas de corriente	2	3450	-	-	6900

Alumbrado portal y soportal	-	-	47,85	8	382,8
Alumbrado cuarto electricidad	-	-	7,6	8	60,8
Alumbrado cuarto de ventilación	-	-	5,27	8	42,16
Alumbrado cuarto de basuras	-	-	7,6	8	60,8
Alumbrado plantas 1 a 3 y común garaje	-	-	37,02	8	296,16
Alumbrado caja de escalera	-	-	49,98	4	199,92
Alumbrado trasteros	-	-	10,75	8	86
Total					12540,64

Tabla 13. Resumen de la previsión de cargas del portal D.

Como se puede observar al comparar los totales de las tablas la diferencia de potencia total entre los portales es de tan solo 12 W lo cual es un valor insignificante sobre el total.

3.1.3. Garaje

Para el cálculo de las cargas del garaje fundamentaremos nuestros cálculos en el ITC-BT-10, apartado 3.4, el cual nos indica que se considerarán un mínimo de 10 W/m² y planta de garaje para los garajes con ventilación natural, en el caso de que sea un garaje con ventilación forzada el mínimo será de 20 W/m², con un mínimo de 3450 W a 230 V y un coeficiente de simultaneidad Cs=1. El reglamento nos indica que en el caso de que en aras de la aplicación de la NBE-CPI-96 (actualmente CTE-DB-SI) sea necesario un sistema de ventilación forzada para la evacuación de humos de incendio, la previsión de cargas en el garaje se estudiará de forma específica, este estudio se encuentra a continuación de esta explicación.

La superficie total del garaje es de $S_{garaje} = 5.950,34 \text{ m}^2$, la potencia prevista al ser un garaje con ventilación forzada será de 20 W/m². Por lo tanto, la potencia total prevista en el garaje será:

$$P_{garajes} = S_{garaje} * P_{prevista \text{ W/m}^2}$$

Ecuación 3. Potencia prevista en un garaje.

$$P_{garajes} = 5950,34 * 20 = 119.006,8 \text{ W}$$

Previsión de cargas de los cuartos del garaje

Como se ha mencionado anteriormente, la tipología del garaje del presente proyecto nos obliga a realizar un estudio de cargas a este. Para ello hay que tener en cuenta los equipos de ventilación, iluminación y PCI presentes en el garaje y en los cuartos localizados en este que serán dependientes del cuadro eléctrico del propio garaje. Para empezar, mentaremos los cuartos situados en el garaje y que serán suministrados con potencia proveniente del cuadro eléctrico del garaje.

- Cuartos de bicicletas 1, 2 y 3.
- Cuarto del grupo de PCI.
- Vestíbulo de instalaciones.
- Cuarto RITI.
- Cuarto del grupo de fontanería.
- Distribuidor de la zona de gimnasio.
- Aseo piscina 01 y 02.
- Gimnasio.
- Cuarto piscina.

Para empezar, valoraremos los cuartos siguiendo el ITC-BT-10 en su apartado 3.2, al igual que hicimos con los servicios generales en el apartado 2.1.2. Para ello consideraremos que la iluminación de los cuartos se realiza con luminarias fluorescentes con un consumo de potencia de 8 W/m^2 . En algunos de los cuartos consideraré también la instalación de tomas de corrientes, el objetivo de estas es auxiliar en algunos casos, como en el caso de algún cuarto de instalaciones, o de utilidad, como en el caso de los vestuarios y del gimnasio.

Para el caso del gimnasio y los vestuarios de la piscina, incluiré el consumo que puede generar los equipos utilizados para la ventilación de las salas. Se adjuntan también fotografías de fragmentos de las fichas técnicas de estos para demostrar de donde salen los datos tomados.

Por último, se tendrá en cuenta también la potencia consumida por la bomba de la piscina que se encontrará instalada en el cuarto de piscina. El resultado total del estudio de cargas de los cuartos del garaje se muestra en la tabla siguiente.

		UNIDADES	PREVISIÓN DE CARGA UNITARIA (W)	SUPERFICIE (m ²)	PREVISIÓN DE CARGAS POR SUPERFICIE (W/m ²)	TOTAL (W)
Alumbrado cuarto bicicletas 1	Alumbrado			34,79	8	278,32
	Tomas de corriente	1	3450			3450
Alumbrado cuarto bicicletas 2	Alumbrado			27,92	8	223,36
	Tomas de corriente	1	3450			3450
Alumbrado cuarto bicicletas 3	Alumbrado			19,58	8	156,64
	Tomas de corriente	1	3450			3450
Cuarto grupo de PCI	Alumbrado			47,99	8	383,92
	Tomas de corriente	1	3450			3450
Vestíbulo de instalaciones	Alumbrado			11,74	8	93,92
	Tomas de corriente					
Cuarto RITI	Alumbrado			18,58	8	148,64
	Tomas de corriente	1	3450			3450
Cuarto del grupo de fontanería	Alumbrado			43,63	8	349,04
	Tomas de corriente					
Distribuidor zona gimnasio	Alumbrado			22,64	8	181,12
	Tomas de corriente					
Aseo piscina 01	Alumbrado			11,92	8	95,36
	Tomas de corriente	2	3450			6900
	Ventilación	1	29			29
Aseo piscina 02	Alumbrado			11,61	8	92,88
	Tomas de corriente	2	3450			6900
	Ventilación	1	29			29
Gimnasio	Alumbrado			31,11	8	248,88
	Tomas de corriente	6	3450			20700
	Ventilación	1	91,2			91,2
Cuarto piscina	Alumbrado			18,58	8	148,64
	Tomas de corriente	1	3450			3450
	Bomba piscina	1	1500			1500
Total						59249,92

Tabla 14. Previsión de cargas de los cuartos del garaje.

Previsión de cargas del garaje

Como se mencionó en el apartado anterior, el reglamento nos exige realizar un estudio de cargas particular para el garaje. Anteriormente hemos realizado el estudio en los cuartos situados en esta zona del edificio y los cuales serán dependientes de los cuadros asignados al garaje. En este apartado realizaremos el estudio a la zona del garaje propiamente dicha, esta zona estará compuesta por ventilación, detectores de CO, alumbrado y alumbrado de PCI entre otras cosas. La forma de cálculo de las cargas será

igual que la realizada en el apartado anterior y se mostrará el resultado por forma de tabla.

	UNIDADES	PREVISIÓN DE CARGA UNITARIA (W)	TOTAL (W)
Motores puerta	2	180	1600
Ventilación	60	550	33000
Iluminación	100	36	3600
Alumbrado de emergencia	70	6	420
Sistema de detección CO	30	115	3450
Sistema de detección de incendios	30	80	2400
Tomas de corriente	5	3450	17250
Total			61720

Tabla 15. Previsión de carga del garaje.

Como se observa en la tabla se ha dispuesto también el consumo ocasionado por los motores que accionan las puertas del garaje, así como unas tomas de corriente, concretamente 1 por edificio, en previsión de un uso futuro como posibles puntos de recarga de vehículos eléctricos.

Por último, si sumamos la potencia total de la previsión de cargas de los cuartos del garaje a la calculada en el garaje obtenemos un valor de 119729.92 W, dicho valor es muy parecido al que obtuvimos en el apartado 2.1.3. por lo que podemos dar por buena la previsión de cargas realizada.

3.1.4. Carga total de la urbanización

Una vez calculadas las cargas de las diferentes partes que componen la urbanización podemos calcular las cargas totales aplicando el ITC-BT-10, apartado 3. Como la urbanización se compone de 7 portales deberemos tener en cuenta esto para el cálculo de este valor, ya que este será el que nos dimensionará la LGA que dará servicio a todo el edificio. La fórmula por aplicar será la siguiente:

$$P_{TOTAL} = P_{VIV} + P_{SG} + P_{LC} + P_{GARAJES} + P_{VE}$$

Ecuación 4. Potencia total de la urbanización.

Donde:

- P_{VIV} : Es la potencia obtenida en el apartado 2.1.1. multiplicado por el número de portales totales.
- P_{SG} : Es la potencia obtenida en el apartado 2.1.2. multiplicado por 6 y sumada la correspondiente al portal D (ya que su geometría es diferente a la del resto).
- $P_{GARAJES}$: Es la potencia calculada en el apartado 2.1.3. y correspondiente a la previsión de cargas de todo el edificio.
- P_{LC} y P_{VE} : No aplican sus cálculos en este proyecto, pero son las correspondientes a la previsión de cargas de locales comerciales y a la infraestructura de carga de vehículos eléctricos correspondientemente.

Por lo tanto, la carga total de la urbanización será:

$$P_{TOTAL} = 49.680 * 7 + (12.556,16 * 6 + 12.540,64) + 119.006,8 = 554.644,4 W$$

$$P_{TOTAL} = 554,64 kW$$

3.2. LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN (LGA)

Según las directrices aportadas por el ITC-BT-14, apartado 3, se realiza el siguiente desarrollo para dimensionar la línea general de alimentación (LGA).

Los conductores de la LGA deben tener las siguientes características:

- Se compondrá de 3 cables de fase más uno de neutro.
- Los cables serán de aluminio o cobre, unipolares y aislados.
- Su nivel de aislamiento será de 0,6/1 kV.
- Los cables y sus sistemas de conducción deberán de instalarse de manera que esta no reduzca las características de la estructura en seguridad contra incendios.
- Los cables serán no propagadores de incendio y con emisión de humos y opacidad reducida.
- Las secciones serán de un mínimo de 16 mm² para cableado de aluminio y de 10 mm² para cableado de cobre, siendo esta sección uniforme en

todo recorrido y sin empalmes, a excepción de las derivaciones realizadas en el interior de las cajas.

En el presente proyecto los conductores de la LGA tendrán una caída de tensión máxima de $\Delta U \leq 1\%$, ya que los contadores se encuentran parcialmente centralizados como se explicó en el apartado 1.7.3., y dada la naturaleza principal del proyecto, edificios destinados a viviendas, el factor de potencia a considerar será $\cos(\varphi)=0,9$. El material del conductor elegido para la LGA es el cobre, esto es debido a que es el material más utilizado y aceptado a la hora de realizar este tipo de proyectos, por lo tanto la sección mínima de esta, como dijimos anteriormente, será de 10 mm^2 . El cobre en condiciones térmicas límite tiene una conductividad de $\sigma=45,49 \text{ m}/\Omega\text{mm}^2$. La longitud entre la LGA y la acometida es de $L=40 \text{ m}$.

Para el dimensionamiento de la LGA utilizaremos una serie de fórmulas sacadas del REBT, dichas fórmulas son las siguientes:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * U_L * \cos(\varphi)}$$

Ecuación 5. Cálculo de la intensidad prevista (trifásica), en función de la potencia y f.d.p. previstos, y de la tensión de línea.

$$\Delta U(\%) = \frac{\Delta U}{U_L} * 100; \Delta U = \frac{U_L * \Delta U(\%)}{100}$$

Ecuación 6. Caída de máxima admisible y porcentaje de caída máxima admisible.

$$S_C = \frac{\sqrt{3} * L * I * \cos(\varphi)}{\Delta U * \sigma}$$

Ecuación 7. Cálculo de la sección del conductor (trifásica), en base a la previsión de intensidad y f.d.p., y a su longitud, conductividad y caída de tensión máxima admisible.

Con:

- P: Potencia de la previsión de cargas (W).
- U_L : Tensión de línea (V).
- σ : Conductividad del cobre ($\text{m}/\Omega\text{mm}^2$).
- $\cos(\varphi)$ o f.d.p.: Factor de potencia.
- L: longitud de la LGA (m).
- I: Intensidad prevista (A).

- S: Sección de los conductores (tanto fase como neutro).
- ΔU : Máxima caída de tensión admisible (V).
- $\Delta U(\%)$: Máxima caída de tensión admisible en tanto por ciento (%).

Si calculamos los datos y los presentamos tabulados queda de la siguiente manera:

P (W)	Ul (V)	σ (m/ Ω mm ²)	f.d.p.	L (m)
119006,08	400	45,49	0,9	50
I (A)	Sf (mm ²)	Sn (mm ²)	ΔU (V)	ΔU (%)
190,86	81,75	81,75	4	1

Tabla 16. Cálculos LGA del garaje.

Para la elección de los diámetros en este primer caso, hay que basarse en la tabla de la ilustración 3, la cual viene en el ITC-BT-14 en el apartado 3. Según las datos de esta tabla y para los cables de cobre concluimos que la sección de la fase debe de ser de 95 mm² y en el caso del neutro valdría con una sección de 50 mm², ya que el reglamento permite que las secciones de los neutros sean hasta un 50 % inferiores a la de los neutros, sin embargo se recomienda que todos los cables sean de misma sección por lo que siguiendo esta recomendación elegiremos para el neutro también una sección de 95 mm², evitando así los desequilibrios o las corrientes armónicas originadas por la aparición de cargas no lineales en el sistema, no obstante, esto es común en instalaciones interiores, en LGA estos armónicos son despreciables por lo que podemos considerar que la sección de neutro sea la mitad que la de fase. La misma tabla también nos indica que para la sección de conductor escogida corresponde un diámetro exterior de tubo de 140 mm.

Volviendo hacia atrás con los datos calculados se saca la caída de tensión máxima real del circuito, dicho valor será $\Delta U=3,44$ V, o $\Delta U(\%)=0,86\%$. Esta caída de tensión es válida al ser menor que la que el máximo permitido que en este caso era del 1%.

Por último, debemos comprobar que la intensidad prevista no excede la máxima admisible por el tipo de conductor, en este caso y según los datos aportados por el ITC-BT-19 la intensidad máxima admisible para un conductor de cobre no enterrado del tipo B1 3x XLPE, siendo 3x la indicación de que el conductor está formado por 3 fases activas (obviando el neutro) y XLPE el aislamiento del conductor, en este caso Polietileno reticulado (RZ1-K). La intensidad máxima admisible para una LGA en estas condiciones

es de $I_{admisible} = 245$ A, como se puede ver es suficiente ya que el valor de esta es superior al calculado anteriormente por lo tanto se darán por buenos los cálculos.

P (W)	Ul (V)	σ (m/Ωmm ²)	f.d.p.	L (m)
186692,96	400	45,49	0,9	50
I (A)	Sf (mm ²)	Sn (mm ²)	ΔU (V)	ΔU (%)
299,41	128,25	128,25	4	1

Tabla 17. Cálculos LGA de los servicios generales y viviendas de 3 portales.

Para obtener los datos en este segundo caso se deben seguir los pasos del caso anterior, empezando por basarnos en la tabla de la ilustración 3, la cual viene en el ITC-BT-14 en el apartado 3. Según las datos de esta tabla y para los cables de cobre concluimos que la sección de la fase debe de ser de 150 mm² y en el caso del neutro valdría con una sección de 70 mm², ya que el reglamento permite que las secciones de los neutros sean hasta un 50 % inferiores a la de los neutros, sin embargo se recomienda que todos los cables sean de misma sección por lo que siguiendo esta recomendación elegiremos para el neutro también una sección de 150 mm², evitando así los desequilibrios o las corrientes armónicas originadas por la aparición de cargas no lineales en el sistema, no obstante, esto es común en instalaciones interiores, en LGA estos armónicos son despreciables por lo que podemos considerar que la sección de neutro sea la mitad que la de fase. La misma tabla también nos indica que para la sección de conductor escogida corresponde un diámetro exterior de tubo de 160 mm.

Volviendo hacia atrás con los datos calculados se saca la caída de tensión máxima real del circuito, dicho valor será $\Delta U = 3,42$ V, o $\Delta U(\%) = 0,86\%$. Esta caída de tensión es válida al ser menor que la que el máximo permitido que en este caso era del 1%.

Por último, debemos comprobar que la intensidad prevista no excede la máxima admisible por el tipo de conductor, en este caso y según los datos aportados por el ITC-BT-19 la intensidad máxima admisible para un conductor de cobre no enterrado del tipo B1 3x XLPE, siendo 3x la indicación de que el conductor está formado por 3 fases activas (obviando el neutro) y XLPE el aislamiento del conductor, en este caso Polietileno reticulado (RZ1-K). La intensidad máxima admisible para una LGA en estas condiciones es de $I_{admisible} = 338$ A. En este caso se observa que también es suficiente y que por lo tanto se pueden dar por validos estos cálculos también.

P (W)	Ul (V)	σ (m/Ωmm ²)	f.d.p.	L (m)
248944,64	400	45,49	0,9	50
I (A)	Sf (mm ²)	Sn (mm ²)	ΔU (V)	ΔU (%)
399,25	171,02	171,02	4	1

Tabla 18. Cálculos LGA de los servicios generales y viviendas de 4 portales.

Para obtener los datos en este tercer y último caso se deben seguir los pasos de los dos casos anteriores, empezando por basarnos en la tabla de la ilustración 3, la cual viene en el ITC-BT-14 en el apartado 3. Según las datos de esta tabla y para los cables de cobre concluimos que la sección de la fase debe de ser de 185 mm² y en el caso del neutro valdría con una sección de 95 mm², ya que el reglamento permite que las secciones de los neutros sean hasta un 50 % inferiores a la de los neutros, sin embargo se recomienda que todos los cables sean de misma sección por lo que siguiendo esta recomendación elegiremos para el neutro también una sección de 185 mm², evitando así los desequilibrios o las corrientes armónicas originadas por la aparición de cargas no lineales en el sistema, no obstante, esto es común en instalaciones interiores, en LGA estos armónicos son despreciables por lo que podemos considerar que la sección de neutro sea la mitad que la de fase. La misma tabla también nos indica que para la sección de conductor escogida corresponde un diámetro exterior de tubo de 160 mm.

Volviendo hacia atrás con los datos calculados se saca la caída de tensión máxima real del circuito, dicho valor será $\Delta U=3,7$ V, o $\Delta U(\%)=0,92\%$. Esta caída de tensión es válida al ser menor que la que el máximo permitido que en este caso era del 1%.

Por último, debemos comprobar que la intensidad prevista no excede la máxima admisible por el tipo de conductor, en este caso y según los datos aportados por el ITC-BT-19 la intensidad máxima admisible para un conductor de cobre no enterrado del tipo B1 3x XLPE, siendo 3x la indicación de que el conductor está formado por 3 fases activas (obviando el neutro) y XLPE el aislamiento del conductor, en este caso Polietileno reticulado (RZ1-K). La intensidad máxima admisible para una LGA en estas condiciones es de $I_{admisible} = 386$ A. En este caso se observa que no es suficiente y que por lo tanto no se pueden dar por validos los resultados obtenidos, así que debemos aumentar en uno el valor de la sección quedando está en 240 mm² y 120 mm² en el neutro. Este cambio conlleva otros como que el diámetro exterior del tubo sea de 200 mm o que la caída de tensión máxima real en porcentaje sea de $\Delta U(\%)=0,71\%$. La $I_{admisible} = 455$ A

para esta sección cumpliendo ya sí con la condición de que esta sea mayor que la calculada.

A		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes		3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR								
A2		Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR									
B		Conductores aislados en tubos ²⁾ en montaje superficial o empotrados en obra				3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
B2		Cables multiconductores en tubos ²⁾ en montaje superficial o empotrados en obra		3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR								
C		Cables multiconductores directamente sobre la pared ³⁾				3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
E		Cables multiconductores al aire libre ³⁾ . Distancia a la pared no inferior a 0.3D ³⁾					3x PVC		3x PVC	2x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR					
F		Cables unipolares en contacto mutuo ³⁾ . Distancia a la pared no inferior a D ³⁾						3x PVC			3x XLPE o EPR ³⁾					
G		Cables unipolares separados mínimo D ³⁾							3x PVC ³⁾			3x XLPE o EPR				
			mm ²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
Cobre			1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	-	18	21	24	-	-	
			2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	-	25	29	33	-	-	-
			4	20	21	23	24	27	30	-	34	38	45	-	-	-
			6	25	27	30	32	36	37	-	44	49	57	-	-	-
			10	34	37	40	44	50	52	-	60	68	76	-	-	-
			16	45	49	54	59	66	70	-	80	91	105	-	-	-
			25	59	64	70	77	84	88	96	106	116	123	166	-	-
			35		77	86	96	104	110	119	131	144	154	206	-	-
			50		94	103	117	125	133	145	159	175	188	250	-	-
			70				149	160	171	188	202	224	244	321	-	-
			95				180	194	207	230	245	271	296	391	-	-
			120				208	225	240	267	284	314	348	455	-	-
			150				236	260	278	310	338	363	404	525	-	-
			185				268	297	317	354	386	415	464	601	-	-
240				315	350	374	419	455	490	552	711	-	-			
300				360	404	423	484	524	565	640	821	-	-			

Ilustración 17. Métodos de instalación e intensidades máximas admisibles de los conductores a 40°C [1].

3.3. DERIVACIONES INDIVIDUALES (DI)

La ITC-BT-15, en su apartado 3, establece las siguientes directrices para el cálculo de la sección de los conductores:

- La demanda prevista para cada usuario será como mínimo la fijada por la ITC-BT-10, estando la intensidad controlada por los dispositivos privados de mando y protección.

Las intensidades admisibles por cada sección serán tenidas en cuenta según lo indicado en la ITC-BT-19, siendo en el caso de cables aislados en el interior de tubos enterrados aplicable lo dispuesto en la ITC-BT-07

- La caída de tensión máxima admisible será:
 - En el caso de contadores concentrados en más de un lugar: 0,5%.
 - Para el caso de contadores totalmente concentrados: 1%.
 - Para el caso de derivaciones individuales en suministros para un único usuario sin existencia de LGA: 1,5%.

Por otro lado, también en este apartado se dispone que la sección mínima del conductor debe de ser de 6 mm² para el caso de los cables polares, neutros y de protección, y de 1,5 mm² para el hilo de mando que además será de color rojo.

Por tanto, en base a lo dispuesto en este apartado y lo mencionado respecto a lo mencionado en el REBT, se procede al dimensionamiento de las derivaciones individuales, las cuales se tabularán para una comprensión más visual y sencilla por parte del lector. Por sencillez y para no generar una tabla muy amplia se opta por poner las derivaciones generales correspondientes a las viviendas de uno de los portales, así como los servicios generales de uno de ellos también (en este caso será el portal A), extrapolándose luego los datos a los otros 6.

El material de los conductores será cobre, el cual a unas condiciones de temperatura de 90°C presenta una conductividad de $\sigma=45,59 \text{ m}/\Omega\text{mm}^2$. Al ser contadores centralizados en más de un lugar la caída de tensión máxima tolerable será de $\Delta U(\%)=0,5\%$. El f.d.p utilizado será de 0,95 para instalaciones monofásicas y de 0,9 para las trifásicas.

En los planos se observa la disposición de cada derivación en cada planta del edificio. De estos planos se puede obtener la longitud de cada derivación. Los dispositivos de control de potencia (ICP) así como los dispositivos generales de mando y protección (DGMP) se colocarán a la entrada de cada vivienda al lado de la puerta principal, en caso de los servicios generales se colocarán en el descansillo de la escalera que sube a la primera planta y en el caso del garaje en el cuarto correspondiente al vestíbulo de instalaciones.

Para el cálculo de las secciones aplicaré las siguientes ecuaciones:

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

Ecuación 8. Intensidad prevista (monofásica) en función de la potencia, el f.d.p. y la tensión del sistema.

$$S_c = \frac{2 * L * I * \cos(\varphi)}{\Delta U * \sigma}$$

Ecuación 9. Sección de cable prevista (monofásica) en función de la longitud, la intensidad, el f.d.p., la conductividad y la caída de tensión máxima admisible.

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

Ecuación 10. Caída de tensión máxima admisible y porcentaje de caída de tensión máxima admisible.

Siendo:

- P: Previsión de carga (W).
- U: Tensión (V).
- σ : Conductividad del cobre.
- $\cos(\varphi)$: factor de potencia.
- L: Longitud de la derivación (m).
- I: Intensidad prevista (A).
- S_c : Sección de cada conductor (mm²).
- ΔU : Máxima caída de tensión permitida (V).
- $\Delta U(\%)$: Máxima caída de tensión permitida en porcentaje (%).

En la siguiente tabla se muestran los datos resultantes al aplicar las fórmulas mencionadas anteriormente:

DI	P (W)	Suministro	U (V)	f.d.p.	L (m)	ΔU (%)	ΔU (V)	I (A)	S_c (mm ²)
Servicios generales 1	12540,64	Trifásico	400	0,9	11,96	0,5	2	20,14	4,13
Planta Baja A	9200	Monofásico	230	0,95	11,88	0,5	1,15	42,11	18,17
Planta Baja B	9200	Monofásico	230	0,95	12,05	0,5	1,15	42,11	18,43
Planta 1 A	9200	Monofásico	230	0,95	15,45	0,5	1,15	42,11	23,63
Planta 1 B	9200	Monofásico	230	0,95	15,03	0,5	1,15	42,11	22,98
Planta 2 A	9200	Monofásico	230	0,95	16,07	0,5	1,15	42,11	24,57

Planta 2 B	9200	Monofásico	230	0,95	15,72	0,5	1,15	42,11	24,04
Garaje	119006,8	Trifásico	400	0,9	11,76	0,5	2	190,86	38,46

Como se ha mencionado antes la ITC manda que la sección mínima de los conductores sea de 6 mm², en este caso la sección de conductor de los Servicios Generales deberá incrementar su sección hasta los 6 mm² impuestos por la normativa. Para la elección de los diámetros finales cogemos las tablas de diámetros normalizados para valores monofásicos y trifásicos. La norma recomienda que en el caso de las DI tanto las fases como el neutro tengan la misma sección, y así será en este proyecto.

Respecto al caso de los diámetros exteriores, también será utilizado el que sale en las tablas de monofásico y trifásico, ya que estas tablas contemplan una posible ampliación del diámetro de los conductores de un 100%.

Sección nominal conductor (mm ²)	Sección eficaz mínima canales protectoras (mm ²)			Diámetro exterior de los tubos (mm)							
				Montaje superficial			Empotrado			Enterrado	
	ES07Z1-K	RZ1-K		ES07Z1-K	RZ1-K		ES07Z1-K	RZ1-K		RZ1-K	
	3U	3U	1T(*)	3U	3U	1T	3U	3U	1T	3U	1T
6	236	560	618	32	32	32	32	40	40	40	40
10	388	744	789	32	40	40	32	40	40	50	50
16	551	975	1.179	40	40	50	40	50	50	50	63
25	874	1.283	1.558	50	50	50	50	50	63	63	63
35	1.150	1.581	2.005	63	50	63	50	63	63	63	75

Nota: U: Cable unipolar
T: Cable 3 conductores
(*) Para este sistema particular de instalación, por coincidencia en su trazado se pueden colocar varias derivaciones individuales en el interior del mismo canal protector, en cuyo caso se multiplica la sección eficaz por el número de derivaciones individuales.

Ilustración 18. Diámetro de los tubos y sección mínima de los canales protectores en función de la sección del conductor (suministro monofásico) [1].

Sección nominal conductor (mm ²)	Sección eficaz mínima canales protectoras (mm ²)			Diámetro exterior de los tubos (mm)							
				Montaje superficial			Empotrado			Enterrado	
	ES07Z1-K	RZ1-K		ES07Z1-K	RZ1-K		ES07Z1-K	RZ1-K		RZ1-K	
	5U	5U	1P(*)	5U	5U	1P	5U	5U	1P	5U	1P
6	393	933	865	32	40	40	32	50	40	50	50
10	647	1.240	1.128	40	50	50	40	50	50	63	63
16	919	1.625	1.695	50	63	63	50	63	63	63	63
25	1.457	2.139	2.304	63	63	75	63	63	75	75	90
35	1.916	2.635	3.007	63	75		75	75	75	90	90
50	2.705	3.478	4.211	75						110	110
70	3.584	4.724								125	
95	4.637	5.639								125	
120		7.272								140	
150		9.275								160	
185		10.893								180	
240		13.514								200	

Nota: U: Cable unipolar
P: Cable 5 conductores
(*) Para este sistema particular de instalación, por coincidencia en su trazado se pueden colocar varias derivaciones individuales en el interior del mismo canal protector, en cuyo caso se multiplica la sección eficaz por el número de derivaciones individuales.

Ilustración 19. Diámetro de los tubos y sección mínima de los canales protectores en función de la sección del conductor (suministro trifásico) [1].

3.4. INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS

3.4.1. Circuitos de las viviendas

Como se explica en el subapartado 1.7.4., referente a las caídas máximas de tensión, los circuitos serán dimensionados teniendo en cuenta una caída de tensión máxima del 3%.

Se supondrá que el factor de potencia en estos casos será de $\cos(\varphi)=0,95$, además, para los cálculos en este caso se tomará que la temperatura de trabajo será de 70° lo cual significa que la resistividad del cobre en este caso será de $\sigma=48,47 \text{ m}/\Omega\text{mm}^2$. Las ecuaciones por utilizar son las utilizadas anteriormente en el presente proyecto. En las tablas siguientes se muestra el dimensionamiento de dichos circuitos:

Circuitos vivienda 1:

Circuito	P (W)	U (V)	$\cos(\varphi)$	L (m)	ΔU (%)	ΔU (V)	I (A)	Sc (mm ²)
C1	2175	230	0,95	104	3	6,9	9,95	5,88
C2	2415	230	0,95	37,42	3	6,9	11,05	2,35
C3	4050	230	0,95	10,86	3	6,9	18,54	1,14
C4	3415,5	230	0,95	14,47	3	6,9	15,63	1,28
C5	2760	230	0,95	15,14	3	6,9	12,63	1,09
C7	2070	230	0,95	27	3	6,9	9,47	1,45

C10	2587,5	230	0,95	11,12	3	6,9	11,84	0,75
C12	2760	230	0,95	13,57	3	6,9	12,63	0,97
C14	150,5	230	0,95	11,4	3	6,9	0,69	0,04
C15	172,5	230	0,95	8,88	3	6,9	0,79	0,04

Tabla 20. Intensidad máxima admisible y sección de los cables de los circuitos de la vivienda de la planta baja.

Circuitos vivienda 2:

Circuito	P (W)	U (V)	$\cos(\varphi)$	L (m)	ΔU (%)	ΔU (V)	I (A)	Sc (mm ²)
C1	2175	230	0,95	98,65	3	6,9	9,95	5,58
C2	2415	230	0,95	36,72	3	6,9	11,05	2,31
C3	4050	230	0,95	11,06	3	6,9	18,54	1,16
C4	3415,5	230	0,95	14,76	3	6,9	15,63	1,31
C5	2760	230	0,95	14	3	6,9	12,63	1,00
C7	1725	230	0,95	24,28	3	6,9	7,89	1,09
C10	2587,5	230	0,95	11,28	3	6,9	11,84	0,76
C12	2760	230	0,95	15,1	3	6,9	12,63	1,08
C14	150,5	230	0,95	14,85	3	6,9	0,69	0,06
C15	172,5	230	0,95	12,21	3	6,9	0,79	0,05

Tabla 21. Intensidad máxima admisible y sección de los cables de los circuitos de la vivienda de la planta primera.

Circuitos vivienda 3:

Circuito	P (W)	U (V)	$\cos(\varphi)$	L (m)	ΔU (%)	ΔU (V)	I (A)	Sc (mm ²)
C1	1875	230	0,95	81,84	3	6,9	8,58	3,99
C2	2932,5	230	0,95	49,53	3	6,9	13,42	3,78
C3	4050	230	0,95	9,09	3	6,9	18,54	0,96
C4	3415,5	230	0,95	12,77	3	6,9	15,63	1,13
C5	2760	230	0,95	9,76	3	6,9	12,63	0,70
C6	525	230	0,95	26,77	3	6,9	2,40	0,37
C7	690	230	0,95	14,8	3	6,9	3,16	0,27
C10	2587,5	230	0,95	9,31	3	6,9	11,84	0,63
C12	2760	230	0,95	20,28	3	6,9	12,63	1,46
C14	150,5	230	0,95	20,42	3	6,9	0,69	0,08
C15	172,5	230	0,95	16	3	6,9	0,79	0,07

Tabla 22. Intensidad máxima admisible y sección de los cables de los circuitos de la vivienda dúplex.

Siendo para todas las tablas:

- P: Previsión de carga (W).
- U: Tensión (V).
- $\cos(\varphi)$: factor de potencia.
- L: Longitud de la derivación (m).
- I: Intensidad prevista (A).
- S_c : Sección de cada conductor (mm²).

- ΔU : Máxima caída de tensión permitida (V).
- $\Delta U(\%)$: Máxima caída de tensión permitida en porcentaje (%).

Como se puede observar en las tablas, ninguno de los valores de intensidad supera las permitidas por la ITC-BT-19. Además, como se ha dimensionado para la caída de tensión límite, se puede observar, que aun cuando se normalizan todos las secciones en ninguno de los casos dicha caída de tensión limite supera la barrera del 3%. El dimensionamiento definitivo se muestra en el apartado 1.7.4.

3.4.2. Circuitos de los servicios generales

Como se explica en el apartado 1.7.5., el dimensionamiento de los circuitos de los servicios generales, al igual que en las viviendas, se realiza tomando como caída de tensión máxima del 3% para todos aquellos circuitos monofásicos, no obstante, en el caso de circuito trifásicos esa caída de tensión máxima pasa a ser de un valor del 5%. Los factores de potencia serán de $\cos(\varphi) = 0,95$ en el caso del primer caso de circuitos y $\cos(\varphi) = 0,9$ en el segundo caso.

En estos circuitos se ha considerado una resistividad del cobre de $\sigma=45,49 \text{ m}/\Omega\text{mm}^2$, con una temperatura límite en este caso de 90°C , el tipo de conductor seleccionado en este caso es RZ1-K (AS). Las ecuaciones utilizadas para estos cálculos son las mismas que las usadas en el apartado anterior, añadiendo las relacionadas a los cálculos de redes trifásicas.

Circuito	P (W)	U (V)	f.d.p.	L (m)	ΔU (%)	ΔU (V)	I (A)	Sc (mm ²)
C1	448	230	0,95	81,84	3	6,9	2,05	1,02
C2	560	230	0,95	65,25	3	6,9	2,56	1,01
C3	78	230	0,95	46,56	3	6,9	0,36	0,10
C4	50	230	0,95	6,79	3	6,9	0,23	0,01
C5	4500	400	0,9	10,81	5	20	7,22	0,13
C6	13200	230	0,95	36,59	5	11,5	60,41	6,95

Tabla 23. Intensidad máxima admisible y sección de los cables de los circuitos de los servicios generales.

Siendo:

- P: Previsión de carga (W).
- U: Tensión (V).
- $\cos(\varphi)$: factor de potencia.

- L: Longitud de la derivación (m).
- I: Intensidad prevista (A).
- S_c : Sección de cada conductor (mm^2).
- ΔU : Máxima caída de tensión permitida (V).
- $\Delta U(\%)$: Máxima caída de tensión permitida en porcentaje (%).

Como se puede observar en la tabla, ninguno de los valores de intensidad supera las permitidas por la ITC-BT-19. Además, como se ha dimensionado para la caída de tensión límite, se puede observar, que aun cuando se normalizan todas las secciones en ninguno de los casos dicha caída de tensión límite supera la barrera del 3% en los casos de redes monofásicas, ni el 5% en el caso de los ascensores pertenecientes a redes trifásicas. El dimensionamiento definitivo se muestra en el apartado 1.7.5.

3.4.3. Circuitos del garaje

En el caso de los circuitos del garaje, el dimensionamiento de estos se realiza considerando una caída máxima de tensión del 3% para los circuitos de alumbrado y una caída máxima de tensión del 5% para los circuitos de fuerza.

Se mantendrá un valor del $\cos(\varphi) = 0,95$ para los circuitos monofásicos, mientras que el $\cos(\varphi) = 0,9$ en el caso de los circuitos trifásicos que existan en la zona. La temperatura límite de trabajo del cable seguirá siendo de 90°C lo cual mantendrá el valor de la conductividad del material en $\sigma=45,49 \text{ m}/\Omega\text{mm}^2$, el conductor será en este caso del tipo RZ1-K (AS+). Las ecuaciones por usar seguirán siendo las mismas que las usadas en los apartados anteriores.

Circuito	P (W)	U (V)	L (m)	I (A)	S_c (mm^2)	Φ_{tubo} (mm)
C1	2088	230	351,93	9,56	25	32
C1 BIS	1728	230	384,13	7,91	25	32
C2	754	230	367,06	3,45	10	20
C3	13200	230	182,98	60,41	50	40
C4	504	230	601,91	2,31	10	20
C5	1955	230	233,71	5,17	4	16
C5 BIS	1610	230	218,59	4,25	4	16
C6	1360	230	233,44	3,59	4	16
C6 BIS	1120	230	219,42	2,96	2,5	16

Tabla 24. Intensidad máxima admisible y sección de los cables de los circuitos del garaje 1.

Circuito	P (W)	U (V)	L (m)	I (A)	Sc (mm ²)	Φtubo (mm)
C2 BIS 1	13200	230	163,64	60,41	50,00	40,00
C7	1600	400	23,62	2,57	1,50	16,00
C8	33000	400	371,64	52,92	35,00	32,00
C2 BIS 2	8800	230	128,12	40,27	25,00	32,00

Tabla 25. Intensidad máxima admisible y sección de los cables de los circuitos del garaje 2.

Siendo:

- P: Previsión de carga (W).
- U: Tensión (V).
- $\cos(\varphi)$: factor de potencia.
- L: Longitud de la derivación (m).
- I: Intensidad prevista (A).
- S_c : Sección de cada conductor (mm²).
- ΔU : Máxima caída de tensión permitida (V).
- $\Delta U(\%)$: Máxima caída de tensión permitida en porcentaje (%).

Podemos observar que ninguno de los conductores posee una intensidad que supere lo permitido por la ITC-BT-19. Además, como se ha dimensionado para la caída de tensión límite, se puede observar, que aun cuando se normalizan todas las secciones en ninguno de los casos dicha caída de tensión limite supera la barrera del 3% en los casos de los circuitos de alumbrado, ni el 5% en el caso de los circuitos de fuerza. El dimensionamiento definitivo se muestra en el apartado 1.7.6.

3.5. CÁLCULO Y SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES

3.5.1. Caja General de Protecciones (CGP)

Con las ecuaciones y las explicaciones que se encuentran ubicadas en el subapartado 1.7.7., además de los resultados obtenidos en el dimensionamiento de las LGA, se puede proceder al dimensionamiento de las protecciones de los CGP de cada una de las LGA. Los resultados que se obtienen se muestran en tablas para cada una de las LGA.

P (W)	I _b (A)	I _n (A)	I _z (A)	I _f (A)	I _z *1,45 (A)	S _f (mm ²)	S _n (mm ²)	Tipo de fusible
119006,08	190,86	200	245	320	355,25	95	95	NH1-200

Tabla 26. Dimensionamiento de la protección de la LGA del garaje.

P (W)	Ib (A)	In (A)	Iz (A)	If (A)	Iz*1,45 (A)	Sf (mm ²)	Sn (mm ²)	Tipo de fusible
186692,96	299,41	315	338	481,5	490,1	150	150	NH2-315

Tabla 27. Dimensionamiento de la protección de la LGA correspondiente a los servicios generales y viviendas de 3 portales.

P (W)	Ib (A)	In (A)	Iz (A)	If (A)	Iz*1,45 (A)	Sf (mm ²)	Sn (mm ²)	Tipo de fusible
248944,64	399,25	400	455	640	659,75	240	240	NH3-400

Tabla 28. Dimensionamiento de la protección de la LGA correspondiente a los servicios generales y viviendas de 4 portales.

Siendo:

- Ib: Corriente de diseño de circuito, calculada según la previsión de carga.
- In: Corriente asignada del dispositivo de protección.
- Iz: Corriente admisible por el cable en función del tipo de instalación utilizada.
- If: Corriente que asegura el correcto funcionamiento del fusible.

En cada una de las tablas de cada LGA se comprueba que en efecto $I_f \leq 1,45 \cdot I_z$.

3.5.2. Fusibles de seguridad de los contadores (CC)

Al igual que en apartados anteriores del presente proyecto, con la intención de acortar la extensión de este mostraremos los cálculos de los fusibles correspondientes a las viviendas y los servicios generales de uno solo de los edificios, posteriormente estos cálculos pueden ser extrapolados al resto sin error ya que todos los edificios son idénticos en criterios de potencia. Con esos cálculos se mostrarán también los relativos a el garaje comunitario.

DI	P (W)	Ib (A)	In (A)	Iz (A)	If (A)	Iz*1,45 (A)	Sf (mm ²)	Tipo de fusible
Servicios generales	12540,64	20,11	25	44	40	63,8	6	NH0-40
Planta Baja A	9200	42,11	50	116	80	168,2	25	NH0-50
Planta Baja B	9200	42,11	50	116	80	168,2	25	NH0-50
Planta 1 A	9200	42,11	50	116	80	168,2	25	NH0-50
Planta 1 B	9200	42,11	50	116	80	168,2	25	NH0-50
Planta 2 A	9200	42,11	50	116	80	168,2	25	NH0-50
Planta 2 B	9200	42,11	50	116	80	168,2	25	NH0-50
Garaje 1	59503,4	95,43	100	131	160	189,95	35	NH1C-100
Garaje 2	59503,4	95,43	100	131	160	189,95	35	NH1C-100

Tabla 29. Dimensionamiento de la protección de cada una de las derivaciones individuales.

Siendo:

- Ib: Corriente de diseño de circuito, calculada según la previsión de carga.
- In: Corriente asignada del dispositivo de protección.
- Iz: Corriente admisible por el cable en función del tipo de instalación utilizada.
- If: Corriente que asegura el correcto funcionamiento del fusible.

En cada una de las tablas de cada contador se comprueba que en efecto $I_f \leq 1,45 \cdot I_z$.

3.5.3. Cuadro de las viviendas

Con lo explicado y las ecuaciones de los subapartados 1.7.7. y las tablas con los resultados del apartado 1.7.4., se puede proceder al dimensionamiento mostrado en las tablas siguientes de los PIAs. Es importante recordar que la corriente nominal mínima viene dada por reglamento en el ITC-BT-25, más exactamente en la tabla 9.

Circuito	P (W)	Ib (A)	In (A)	Iz (A)	If (A)	Iz*1,45 (A)	Sf (mm ²)	Tipo de fusible
C1	2175	9,95	10	13	14,5	18,85	1,5	MUN210A
C2	2415	11,05	16	17,5	23,2	25,38	2,5	MUN216A
C3	4050	18,54	20	23	29	33,35	4	MUN220A
C4	3415,5	15,63	20	23	29	33,35	4	MUN220A
C5	2760	12,63	16	17,5	23,2	25,38	2,5	MUN216A
C7	2070	9,47	10	13	14,5	18,85	1,5	MUN210A
C10	2587,5	11,84	16	17,5	23,2	25,38	2,5	MUN216A
C12	2760	12,63	16	17,5	23,2	25,38	2,5	MUN216A
C14	150,5	0,69	6	13	8,7	18,85	1,5	MUN206
C15	172,5	0,79	6	13	8,7	18,85	1,5	MUN206

Tabla 30. Dimensionamiento de la protección de cada uno de los circuitos de las viviendas de la planta baja.

Circuito	P (W)	Ib (A)	In (A)	Iz (A)	If (A)	Iz*1,45 (A)	Sf (mm ²)	Tipo de fusible
C1	2175	9,95	10	13	14,5	18,85	1,5	MUN210A
C2	2415	11,05	16	17,5	23,2	25,38	2,5	MUN216A
C3	4050	18,54	20	23	29	33,35	4	MUN220A
C4	3415,5	15,63	20	23	29	33,35	4	MUN220A
C5	2760	12,63	16	17,5	23,2	25,38	2,5	MUN216A
C7	1725	7,89	10	13	14,5	18,85	1,5	MUN210A
C10	2587,5	11,84	16	17,5	23,2	25,38	2,5	MUN216A
C12	2760	12,63	16	17,5	23,2	25,38	2,5	MUN216A
C14	150,5	0,69	6	13	8,7	18,85	1,5	MUN206
C15	172,5	0,79	6	13	8,7	18,85	1,5	MUN206

Tabla 31. Dimensionamiento de la protección de cada uno de los circuitos de las viviendas de la planta primera.

Circuito	P (W)	Ib (A)	In (A)	Iz (A)	If (A)	Iz*1,45 (A)	Sf (mm ²)	Tipo de fusible
C1	2175	9,95	10	13	14,5	18,85	1,5	MUN210A
C2	2415	11,05	16	17,5	23,2	25,38	2,5	MUN216A
C3	4050	18,54	20	23	29	33,35	4	MUN220A
C4	3415,5	15,63	20	23	29	33,35	4	MUN220A
C5	2760	12,63	16	17,5	23,2	25,38	2,5	MUN216A
C6	525	2,40	6	13	8,7	18,85	1,5	MUN206A
C7	1725	7,89	10	13	14,5	18,85	1,5	MUN210A
C10	2587,5	11,84	16	17,5	23,2	25,38	2,5	MUN216A
C12	2760	12,63	16	17,5	23,2	25,38	2,5	MUN216
C14	150,5	0,69	6	13	8,7	18,85	1,5	MUN206
C15	172,5	0,79	6	13	8,7	18,85	1,5	MUN206

Tabla 32. Dimensionamiento de la protección de cada uno de los circuitos de las viviendas dúplex.

Siendo:

- Ib: Corriente de diseño de circuito, calculada según la previsión de carga.
- In: Corriente asignada del dispositivo de protección.
- Iz: Corriente admisible por el cable en función del tipo de instalación utilizada.
- If: Corriente que asegura el correcto funcionamiento del fusible.

En cada una de las tablas de cada circuito se comprueba que en efecto $I_f \leq 1,45 \cdot I_z$.

3.5.4. Cuadro de los servicios generales

Para la realización del dimensionamiento de los PIAs pertenecientes a los circuitos de los servicios generales se procede a realizar unos cálculos idénticos a los del apartado anterior.

Circuito	P (W)	Ib (A)	In (A)	Iz (A)	If (A)	Iz*1,45 (A)	Sf (mm ²)	Tipo de fusible
C1	448	2,05	6	21	8,7	30,45	1,5	MUN206A
C2	560	2,56	6	21	8,7	30,45	1,5	MUN206A
C3	78	0,36	6	21	8,7	30,45	1,5	MUN206A
C4	50	0,23	6	21	8,7	30,45	1,5	MUN206A
C5	4500	7,22	10	18	14,5	26,10	1,5	MUN410A
C6	13200	60,41	63	91	91,35	131,95	16	MUN263A

Tabla 33. Dimensionamiento de la protección de cada uno de los circuitos de los servicios generales.

Siendo:

- Ib: Corriente de diseño de circuito, calculada según la previsión de carga.

- In: Corriente asignada del dispositivo de protección.
- Iz: Corriente admisible por el cable en función del tipo de instalación utilizada.
- If: Corriente que asegura el correcto funcionamiento del fusible.

En cada una de las tablas de cada circuito se comprueba que en efecto $I_f \leq 1,45 \cdot I_z$.

3.5.5. Cuadro del garaje

Para el cálculo de los PIAs en los circuitos del garaje utilizamos el método empleado en el caso de las viviendas y de los servicios generales.

Circuito	P (W)	Ib (A)	In (A)	Iz (A)	If (A)	Iz*1,45 (A)	Sf (mm ²)	Tipo de fusible
C1	2088	9,56	10	24	14,5	34,80	25	MUN210A
C1 BIS	1728	7,91	10	24	14,5	34,80	25	MUN210A
C2	754	3,45	6	24	8,7	34,80	10	MUN206A
C3	13200	60,41	63	76	91,35	110,20	50	MUN263A
C4	504	2,31	6	24	8,7	34,80	10	MUN206A
C5	1955	8,95	10	24	14,5	34,80	4	MUN210A
C5 BIS	1610	7,37	10	24	14,5	34,80	4	MUN210A
C6	1360	6,22	10	24	14,5	34,80	4	MUN210A
C6 BIS	1120	5,13	6	24	8,7	34,80	2,5	MUN206A

Tabla 34. Dimensionamiento de la protección de cada uno de los circuitos del garaje 1.

Circuito	P (W)	Ib (A)	In (A)	Iz (A)	If (A)	Iz*1,45 (A)	Sf (mm ²)	Tipo de fusible
C2 BIS	13200	60,41	63	76	91,35	110,20	50,00	MUN263A
C7	1600	2,57	6	21	8,7	30,45	1,50	MUN406A
C8	33000	52,92	10	68	14,5	98,60	35,00	MUN410A
C2 BIS 2	8800	14,11	16	24	23,2	34,80	25,00	MUN216A

Tabla 35. Dimensionamiento de la protección de cada uno de los circuitos del garaje 2.

Siendo:

- Ib: Corriente de diseño de circuito, calculada según la previsión de carga.
- In: Corriente asignada del dispositivo de protección.
- Iz: Corriente admisible por el cable en función del tipo de instalación utilizada.
- If: Corriente que asegura el correcto funcionamiento del fusible.

En cada una de las tablas de cada circuito se comprueba que en efecto $I_f \leq 1,45 \cdot I_z$.

3.6. CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

Para la realización de los cálculos pertenecientes a este apartado habrá que basarse en lo explicado anteriormente en el apartado 1.8., también se tendrá en cuenta que la resistencia que presenta un conductor se calcula por medio de la siguiente ecuación extraída del REBT:

$$R = \frac{2 * L}{\sigma * S_c}$$

Ecuación 11. Resistencia de un conductor [1].

Con:

- S_c : Sección del conductor (mm^2).
- L: Longitud de la línea (m).
- σ : Conductividad del conductor a 20°C ($\text{m}/\Omega\text{mm}^2$).
- R: Resistencia (Ω).

El procedimiento empleado será realizar el cálculo de las resistencias de los tramos sucesivos e ir acumulando estas por medio de una suma en los tramos sucesivos de la instalación, es decir, de la LGA a la DI y de esta a cada circuito independiente de la instalación. Una vez realizado el cálculo, se emplea la ecuación 1, referente al cálculo de la intensidad de cortocircuito, comprobando así que dicha intensidad es superior a la necesaria para activar la protección. Este método será el utilizado para proceder en los siguientes subapartados que se encuentran dentro de este apartado.

Nota: Para la obtención de la máxima tensión de cortocircuito se ha empleado la conductividad del cobre a una temperatura de 20°C, la cual tiene un valor $\sigma=58 \text{ m}/\Omega\text{mm}^2$.

3.6.1. Corriente de cortocircuito al final de la LGA

Las corrientes de cortocircuito para cada una de las LGA se muestran de forma tabulada a continuación, siendo el orden el mismo que se utilizó en el cálculo del apartado 2.2. :

Ul (V)	Sc (mm^2)	L (m)	σ ($\text{m}/\Omega\text{mm}^2$)	R (Ω)	Icc (A)	In (A)
400	95	50	58	0,01814882	17632	200

Tabla 36. Intensidad de cortocircuito de la LGA del garaje.

Ul (V)	Sc (mm ²)	L (m)	σ (m/ Ω mm ²)	R (Ω)	Icc (A)	In (A)
400	150	50	58	0,01149425	27840	315

Tabla 37. Intensidad de cortocircuito de la LGA que da servicio a los servicios generales y viviendas de 3 portales.

Ul (V)	Sc (mm ²)	L (m)	σ (m/ Ω mm ²)	R (Ω)	Icc (A)	In (A)
400	240	50	58	0,00718391	44544	400

Tabla 38. Intensidad de cortocircuito de la LGA que da servicio a los servicios generales y viviendas de 4 portales.

Siendo:

- Ul: Tensión de línea (V).
- Sc: Sección de conductores (mm²).
- L: Longitud de la línea (m).
- σ : Conductividad del cobre a 20°C (m/ Ω mm²).
- R: Resistencia de la LGA (Ω).
- Icc: Intensidad de cortocircuito (A).
- In: Intensidad nominal de activación de la protección (A).

Como se observa en cada uno de los casos, la intensidad de activación de la protección es muy inferior a la intensidad de cortocircuito, por tanto, podemos dar por válida el dimensionamiento.

3.6.2. Corriente de cortocircuito al final de las DI

DI	U (V)	Sc (mm ²)	L (m)	σ (m/ Ω mm ²)	R LGA (Ω)	R DI (Ω)	Rt (Ω)	Icc (A)	In (A)
Servicios generales	400	6	11,96	58	0,0115	0,0687	0,0802	3988,25	25
Planta Baja A	230	25	11,88	58	0,0115	0,0164	0,0279	6598,24	50
Planta Baja B	230	25	12,05	58	0,0115	0,0166	0,0281	6543,23	50
Planta 1 A	230	25	15,45	58	0,0115	0,0213	0,0328	5607,99	50
Planta 1 B	230	25	15,03	58	0,0115	0,0207	0,0322	5708,78	50
Planta 2 A	230	25	16,07	58	0,0115	0,0222	0,0337	5465,53	50
Planta 2 B	230	25	15,72	58	0,0115	0,0217	0,0332	5545,05	50
Garaje	400	50	11,76	58	0,0181	0,0081	0,0262	12208,92	200

Tabla 39. Intensidad de cortocircuito de las derivaciones individuales.

Siendo:

- Ul: Tensión de línea (V).
- Sc: Sección de conductores (mm²).

- L: Longitud de la línea (m).
- σ : Conductividad del cobre a 20°C (m/Ωmm²).
- R LGA: Resistencia de la LGA (Ω).
- R DI: Resistencia de la DI (Ω).
- Rt: Resistencia resultado de la suma de las dos anteriores (Ω).
- Icc: Intensidad de cortocircuito (A).
- In: Intensidad nominal de activación de la protección (A).

En este caso también se observa que la intensidad de activación de la protección es muy inferior a la intensidad de cortocircuito, por tanto, podemos dar por válida el dimensionamiento.

3.6.3. Corriente de cortocircuito en cada vivienda

Para llevar a cabo los cálculos en las viviendas se ha cogido una de ellas como ejemplo (en este caso la 1-A) ya que todas ellas arrojan resultados muy parecidos en cuanto a intensidades de cortocircuito y por tanto es complicado elegir el caso más desfavorable.

Circuito	U (V)	L (m)	Sc (mm ²)	σ (m/Ωmm ²)	Rc (Ω)	Rt (Ω)	Rcarga (Ω)	Icc (A)	In (A)
C1	230	104	6	58	0,59770115	0,0166	0,61430115	299,527358	10
C2	230	37,42	4	58	0,32258621	0,0166	0,33918621	542,474889	16
C3	230	10,86	1,5	58	0,24965517	0,0166	0,26625517	691,066387	20
C4	230	14,47	1,5	58	0,33264368	0,0166	0,34924368	526,852772	20
C5	230	15,14	1,5	58	0,34804598	0,0166	0,36464598	504,599013	16
C7	230	27	1,5	58	0,62068966	0,0166	0,63728966	288,722716	10
C10	230	11,12	1,5	58	0,25563218	0,0166	0,27223218	675,893634	16
C12	230	13,57	1,5	58	0,31195402	0,0166	0,32855402	560,029667	16
C14	230	11,4	1,5	58	0,26206897	0,0166	0,27866897	660,281634	6
C15	230	8,88	1,5	58	0,20413793	0,0166	0,22073793	833,567657	6

Tabla 40. Intensidad de cortocircuito de los circuitos de la vivienda 1-A.

Siendo:

- Ul: Tensión de línea (V).
- Sc: Sección de conductores (mm²).
- L: Longitud de la línea (m).
- σ : Conductividad del cobre a 20°C (m/Ωmm²).
- Rc: Resistencia del circuito (Ω).
- Rt: Resistencia suma de la R DI y la R LGA (Ω).

- R_{carga}: Resistencia resultado de la suma de las dos anteriores (Ω).
- I_{cc}: Intensidad de cortocircuito (A).
- I_n: Intensidad nominal de activación de la protección (A).

Al igual que en los apartados anteriores, al comparar la intensidad de cortocircuito con la de activación de la protección vemos que está es muy inferior a la primera, lo cual nos indica que el dimensionamiento es correcto.

3.6.4. Corriente de cortocircuito en los servicios generales

Circuito	U (V)	L (m)	Sc (mm ²)	σ (m/ Ω mm ²)	R _c (Ω)	R _t (Ω)	R _{carga} (Ω)	I _{cc} (A)	I _n (A)
C1	230	81,84	1,5	58	1,88137931	0,0802	1,96157931	93,8019682	6
C2	230	65,25	1,5	58	1,5	0,0802	1,5802	116,440957	6
C3	230	46,56	1,5	58	1,07034483	0,0802	1,15054483	159,924234	6
C4	230	6,79	1,5	58	0,15609195	0,0802	0,23629195	778,697695	6
C5	400	10,81	1,5	58	0,24850575	0,0802	0,32870575	973,515075	10
C6	230	36,59	16	58	0,07885776	1,0802	1,15905776	158,749638	63

Tabla 41. Intensidad de cortocircuito de los circuitos de los servicios generales.

Siendo:

- U: Tensión de línea (V).
- Sc: Sección de conductores (mm²).
- L: Longitud de la línea (m).
- σ : Conductividad del cobre a 20°C (m/ Ω mm²).
- R_c: Resistencia del circuito (Ω).
- R_t: Resistencia suma de la R_{DI} y la R_{LGA} (Ω).
- R_{carga}: Resistencia resultado de la suma de las dos anteriores (Ω).
- I_{cc}: Intensidad de cortocircuito (A).
- I_n: Intensidad nominal de activación de la protección (A).

En el caso de los servicios generales los cálculos también son válidos, como se observa en la tabla, debido a que como en los anteriores casos las intensidades de cortocircuito son superiores a las de activación de la protección.

3.6.5. Corriente de cortocircuito en el garaje

Circuito	U (V)	L (m)	Sc (mm ²)	σ (m/ Ω mm ²)	R _c (Ω)	R _t (Ω)	R _{carga} (Ω)	I _{cc} (A)	I _n (A)
C1	230	351,93	25	58	0,48542069	0,0262	0,51162069	359,641437	10

C1 BIS	230	384,13	25	58	0,52983448	0,0262	0,55603448	330,914729	10
C2	230	367,06	10	58	1,26572414	0,0262	1,29192414	142,423223	6
C3	230	182,98	50	58	0,1261931	0,0262	0,1523931	1207,40372	63
C4	230	601,91	10	58	2,07555172	0,0262	2,10175172	87,5460207	6
C5	230	233,71	4	58	2,01474138	0,0262	2,04094138	90,1544757	10
C5 BIS	230	218,59	4	58	1,88439655	0,0262	1,91059655	96,3049995	10
C6	230	233,44	4	58	2,01241379	0,0262	2,03861379	90,2574095	10
C6 BIS	230	219,42	2,5	58	3,02648276	0,0262	3,05268276	60,2748515	6

Tabla 42. Intensidad de cortocircuito de los circuitos del garaje 1.

Circuito	U (V)	L (m)	Sc (mm ²)	σ (m/ Ω mm ²)	Rc (Ω)	Rt (Ω)	Rcarga (Ω)	Icc (A)	In (A)
C2 BIS	230	163,64	50,00	58	0,11285517	0,0262	0,13905517	1323,21579	63
C7	400	23,62	1,50	58	0,54298851	0,0262	0,56918851	562,203904	6
C8	400	371,64	35,00	58	0,36614778	0,0262	0,39234778	815,602926	10
C2 BIS 2	230	128,12	25,00	58	0,17671724	0,0262	0,20291724	906,773612	16

Tabla 43. Intensidad de cortocircuito de los circuitos del garaje 2.

Siendo:

- U: Tensión de línea (V).
- Sc: Sección de conductores (mm²).
- L: Longitud de la línea (m).
- σ : Conductividad del cobre a 20°C (m/ Ω mm²).
- Rc: Resistencia del circuito (Ω).
- Rt: Resistencia suma de la R DI y la R LGA (Ω).
- Rcarga: Resistencia resultado de la suma de las dos anteriores (Ω).
- Icc: Intensidad de cortocircuito (A).
- In: Intensidad nominal de activación de la protección (A).

3.7. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA DEL EDIFICIO

Para la realización de este apartado nos basaremos en lo que dictamina la ITC-BT-26, en la cual se explica la forma de proceder para realizar los cálculos de puesta a tierra de un edificio de viviendas.

En nuestro caso tenemos una urbanización, la cual es una agrupación de edificios (exactamente 7) y que tiene un garaje comunitario subterráneo. Todos los edificios tienen la misma altura total sobre el suelo, siendo esta 16,10 m, la normativa específica que solo es obligatoria la existencia de pararrayos en aquellas estructuras que superen los 43 m, cosa la cual no ocurre en el presente proyecto. El perímetro total de la

urbanización es de 454 m, la cual coincidirá con la longitud del anillo de tierras, el cual estará enterrado. También sabemos que la urbanización se levantará sobre un terreno orgánico compuesto por arcillas y margas. Con todos estos datos podemos entrar en la tabla que se muestra en la imagen que se muestra a continuación, la cual ha sido extraída del REBT:

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

^ aumentar la longitud de los conductores enterrados del anillo.
 Σ L = longitud en planta de la conducción enterrada, en m

Ilustración 20. Número de electrodos en función del terreno y la longitud del anillo [1].

En esta misma ITC se menciona que en el caso de estructuras sin pararrayos la resistencia a tierra (RT), deberá ser menor a 37Ω. Para obtener el valor de la resistencia a tierra se deben utilizar los requisitos que se exponen sobre esto en la ITC-BT-18, en dicha ITC se encuentra una tabla con los valores medios de resistividad por metro (Ω*m) de los diferentes terrenos según su naturaleza. El terreno de nuestra urbanización se puede encuadrar como terreno cultivable y fértil, por lo que su resistividad media será ρ=50 Ω*m.

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

Ilustración 21. Valor medio de la resistividad en función del terreno [1].

Por tanto, y con los datos ya definidos, aplicamos la fórmula para la obtención de la resistencia de un conductor enterrado horizontalmente:

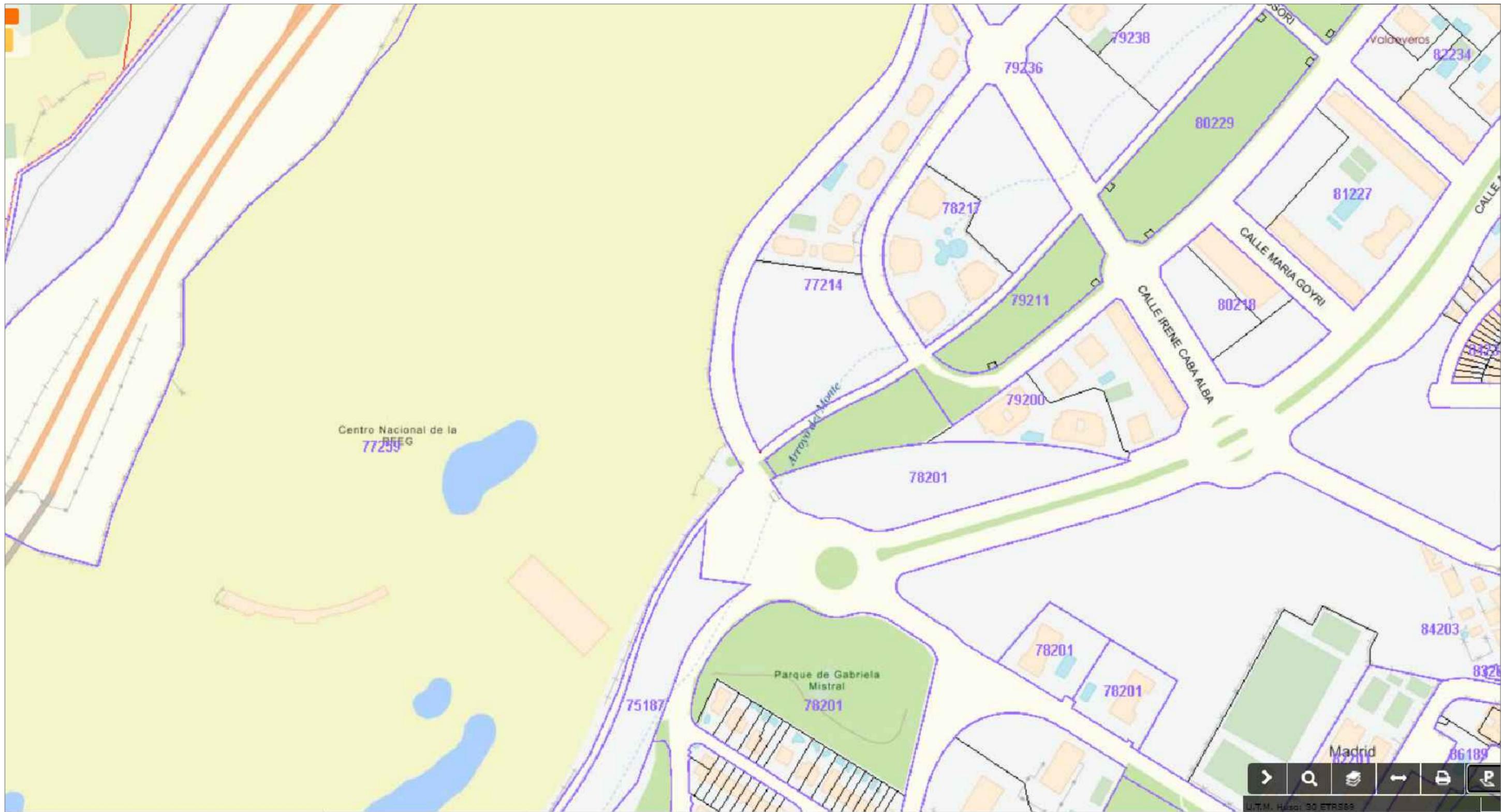
$$R_{cond} = 2 * \frac{\rho}{L} = 2 * \frac{50}{454} = 0,11\Omega$$

Ecuación 12. Resistencia de un conductor.

Considerando que $R_{cond} = RT$, podemos verificar la correcta puesta a tierra de esta urbanización al quedar $RT < 37\Omega$.

4.

4. PLANOS



INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN
DE UNA URBANIZACIÓN RESIDENCIAL

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

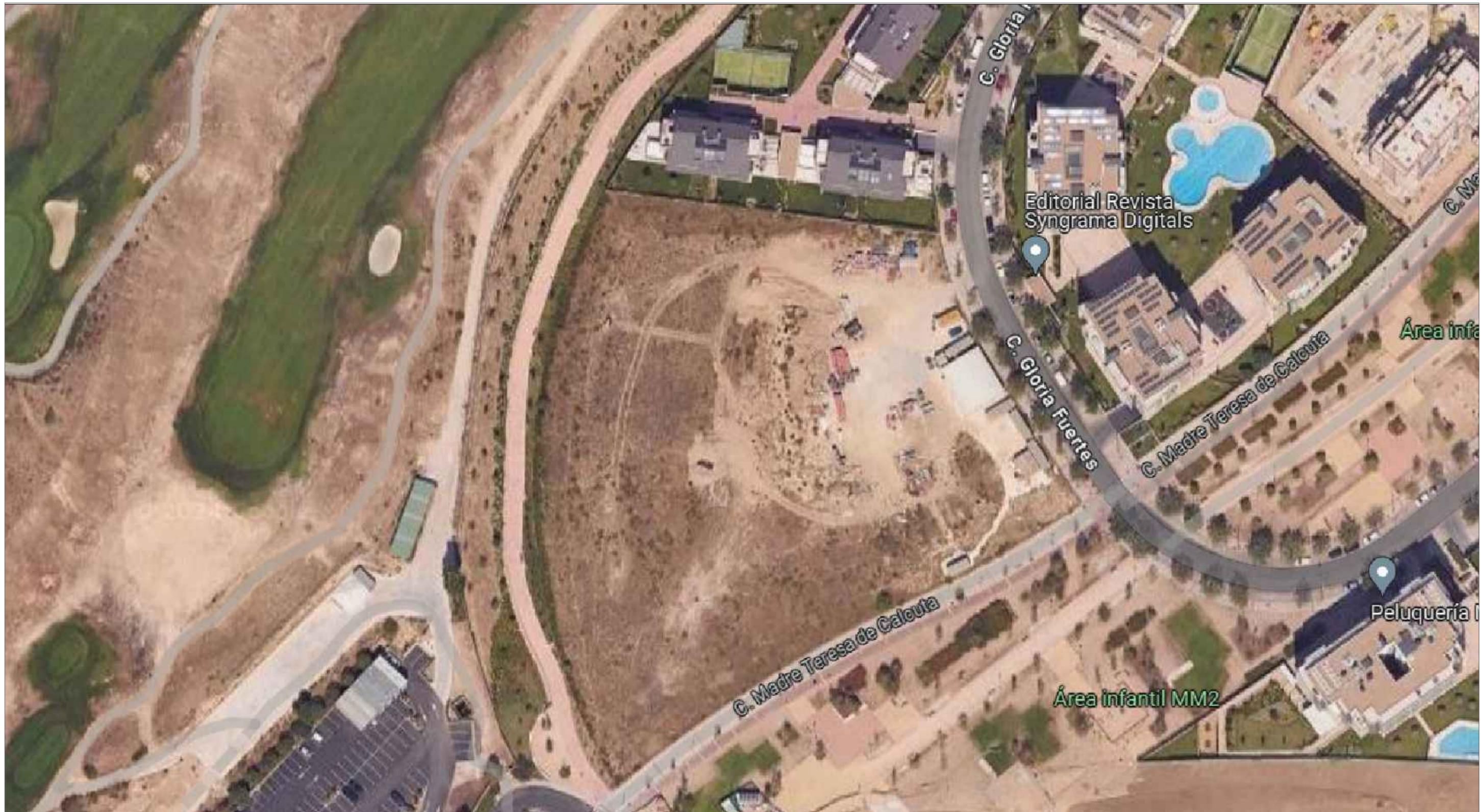
Parcela catastral donde se ejecutará el proyecto.

Autor:
JORGE MARTÍNEZ GARCÍA

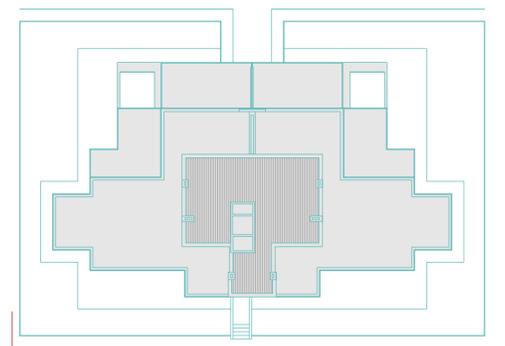
Julio 2024

Tamaño ISO A3

PLANO CATASTRO



INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN RESIDENCIAL		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Vista satelital de la parcela.		Autor: <i>JORGE MARTÍNEZ GARCÍA</i>	
Julio 2024	Tamaño ISO A3	PLANO SATELITAL	

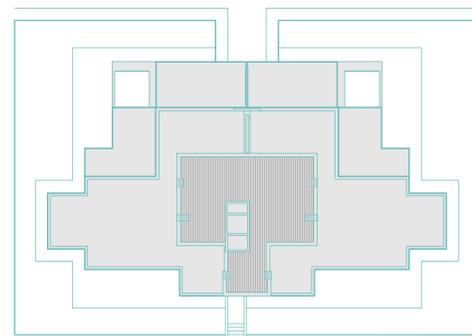


ALZADO 2

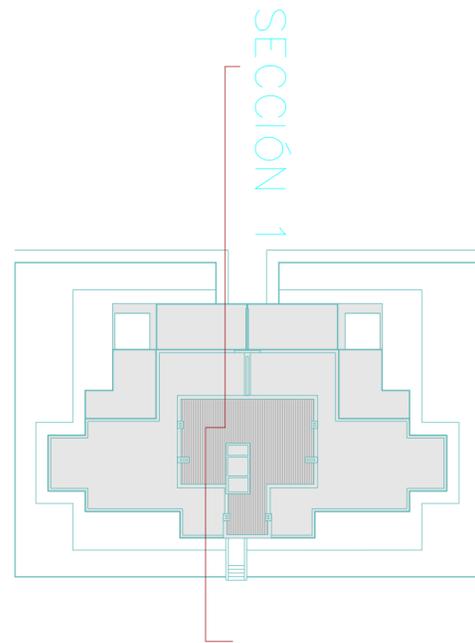
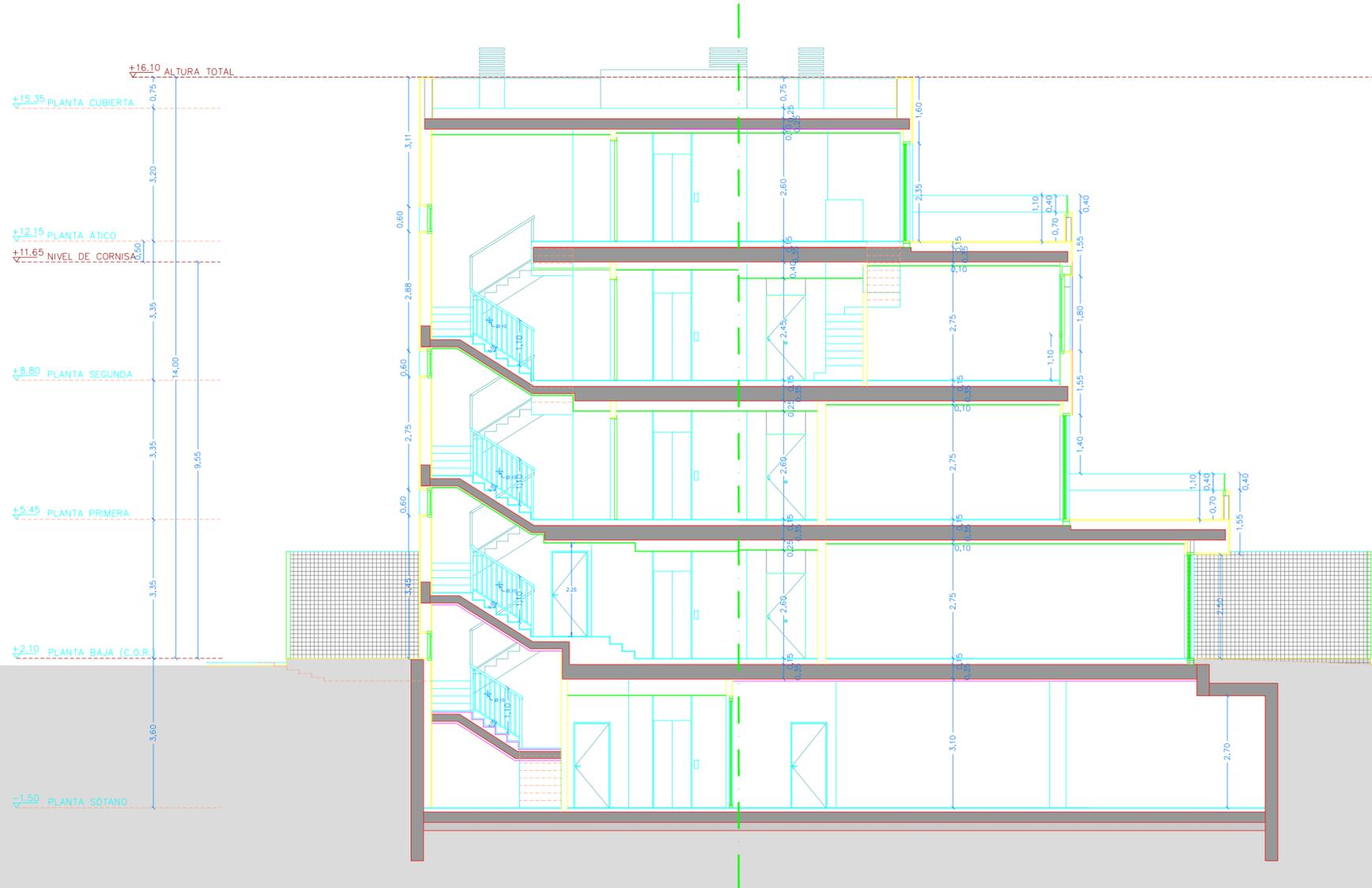
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN RESIDENCIAL		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Alzados de los edificios.		Autor: JORGE MARTÍNEZ GARCÍA	
Julio de 2024	Tamaño ISO A3	ESCALA 1:100	ALZADO II



ALZADO 3



INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN RESIDENCIAL		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Alzados de los edificios.		Autor: JORGE MARTÍNEZ GARCÍA	
Julio de 2024	Tamaño ISO A3	ESCALA 1:100	ALZADO III



INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN
DE UNA URBANIZACIÓN RESIDENCIAL

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Alzados de los edificios

Autor:

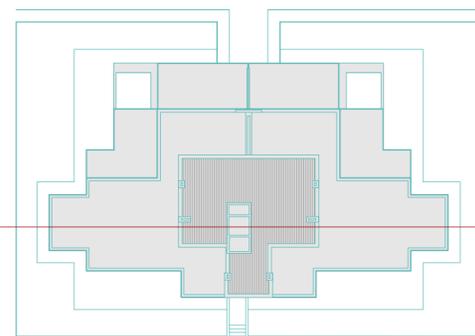
JORGE MARTÍNEZ GARCÍA

Julio de 2024

Tamaño ISO A3

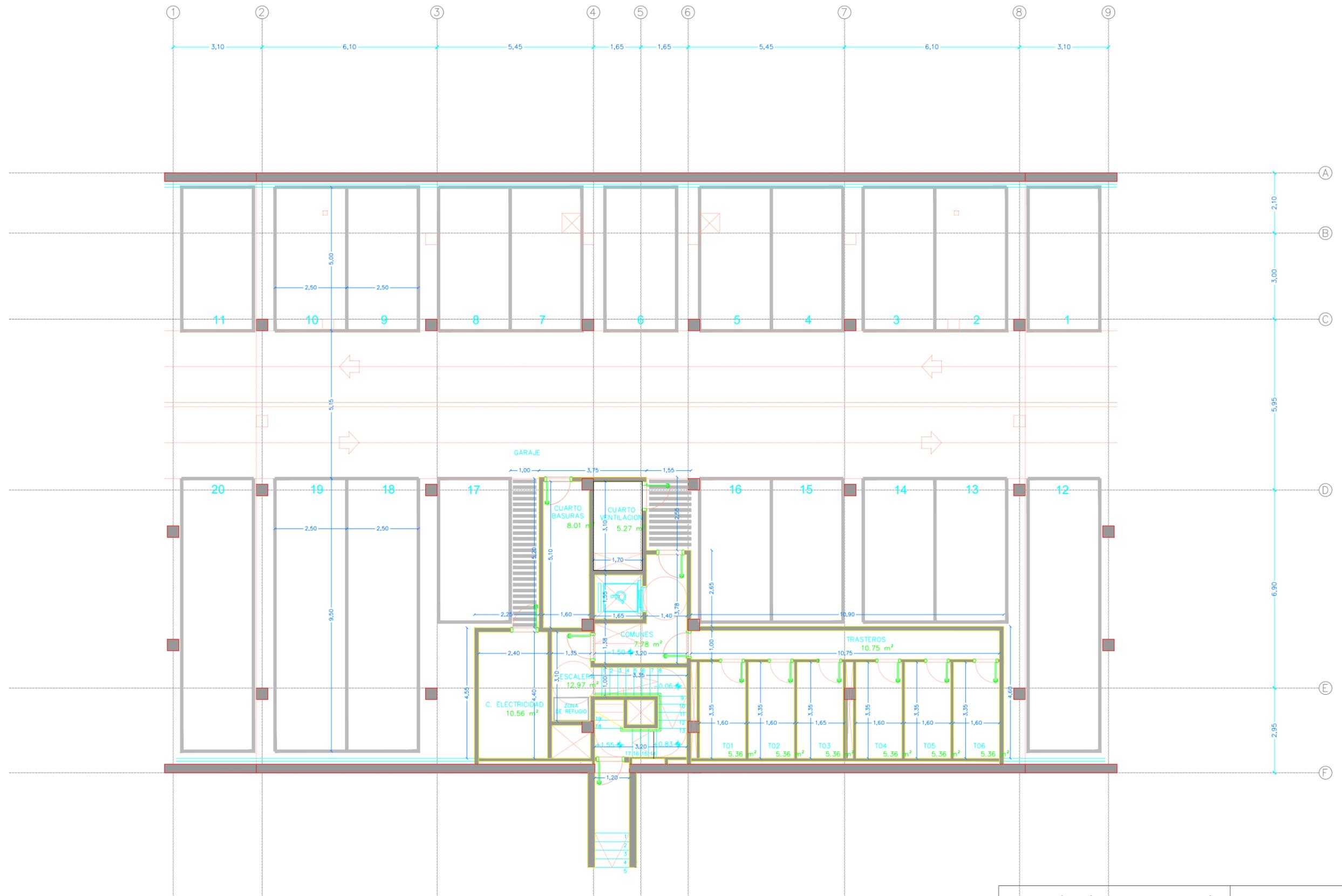
ESCALA 1:100

ALZADO IV

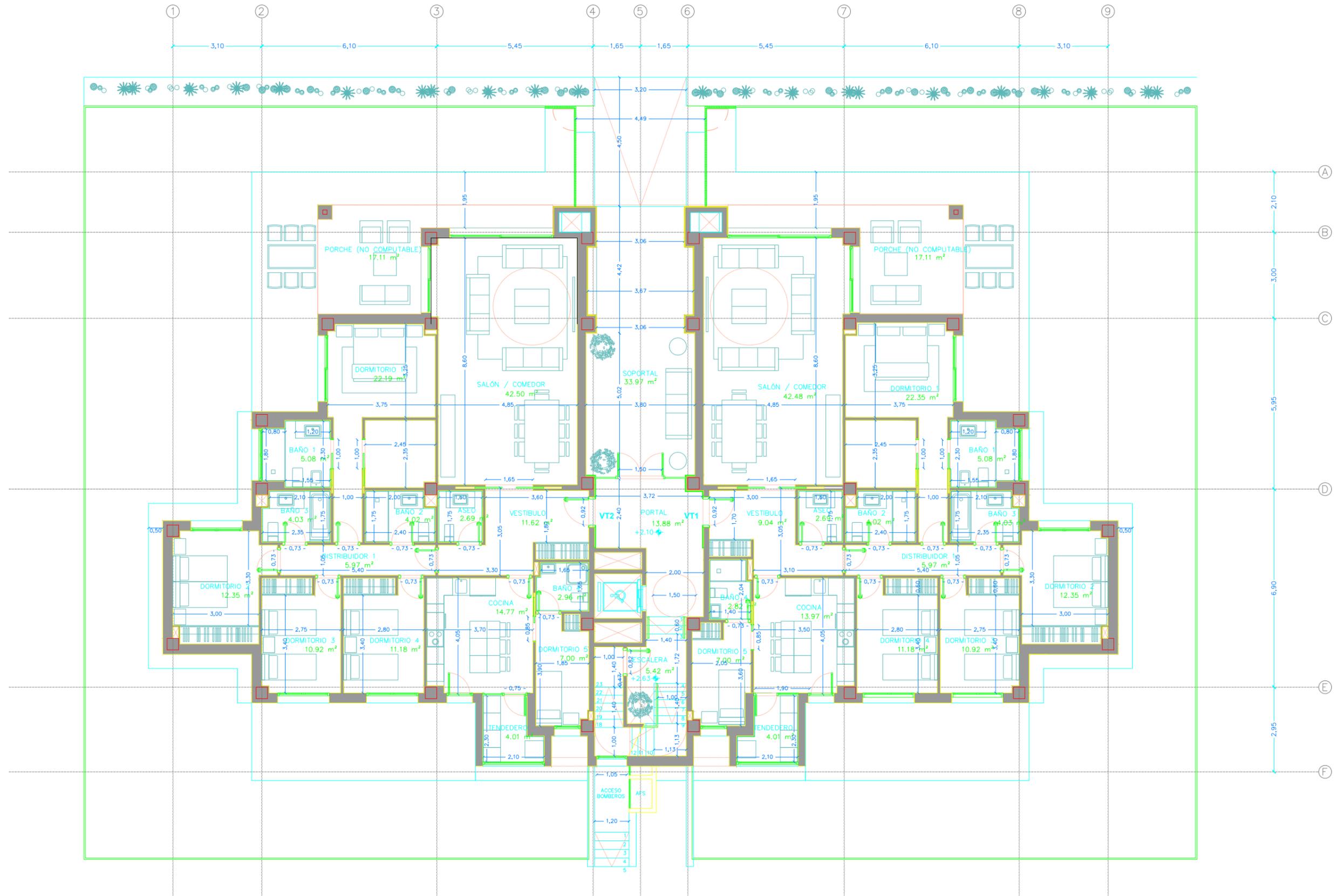


SECCIÓN 2

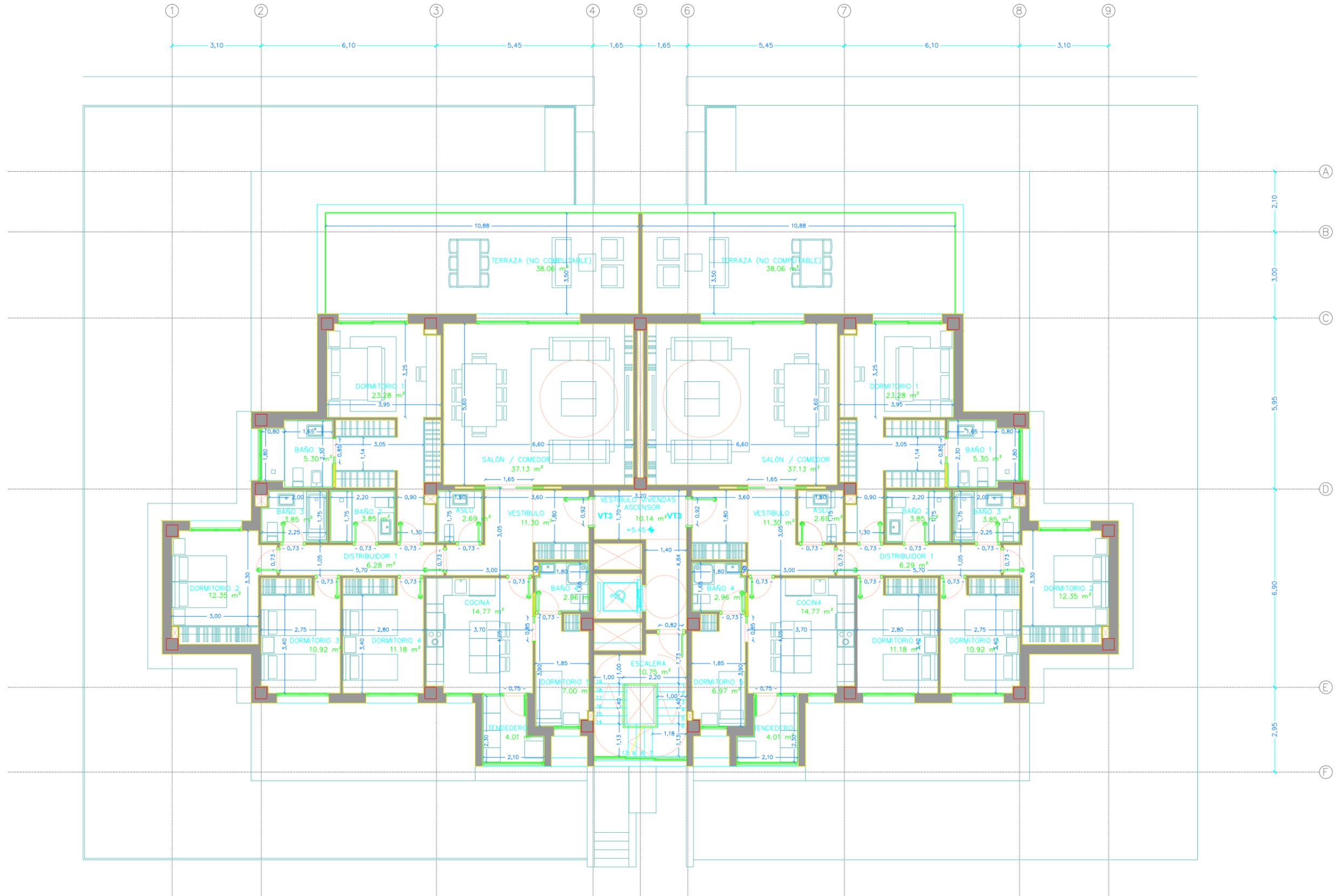
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN RESIDENCIAL		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Alzados de los edificios		Autor: JORGE MARTÍNEZ GARCÍA	
Julio de 2024	Tamaño ISO A3	ESCALA 1:100	ALZADO V



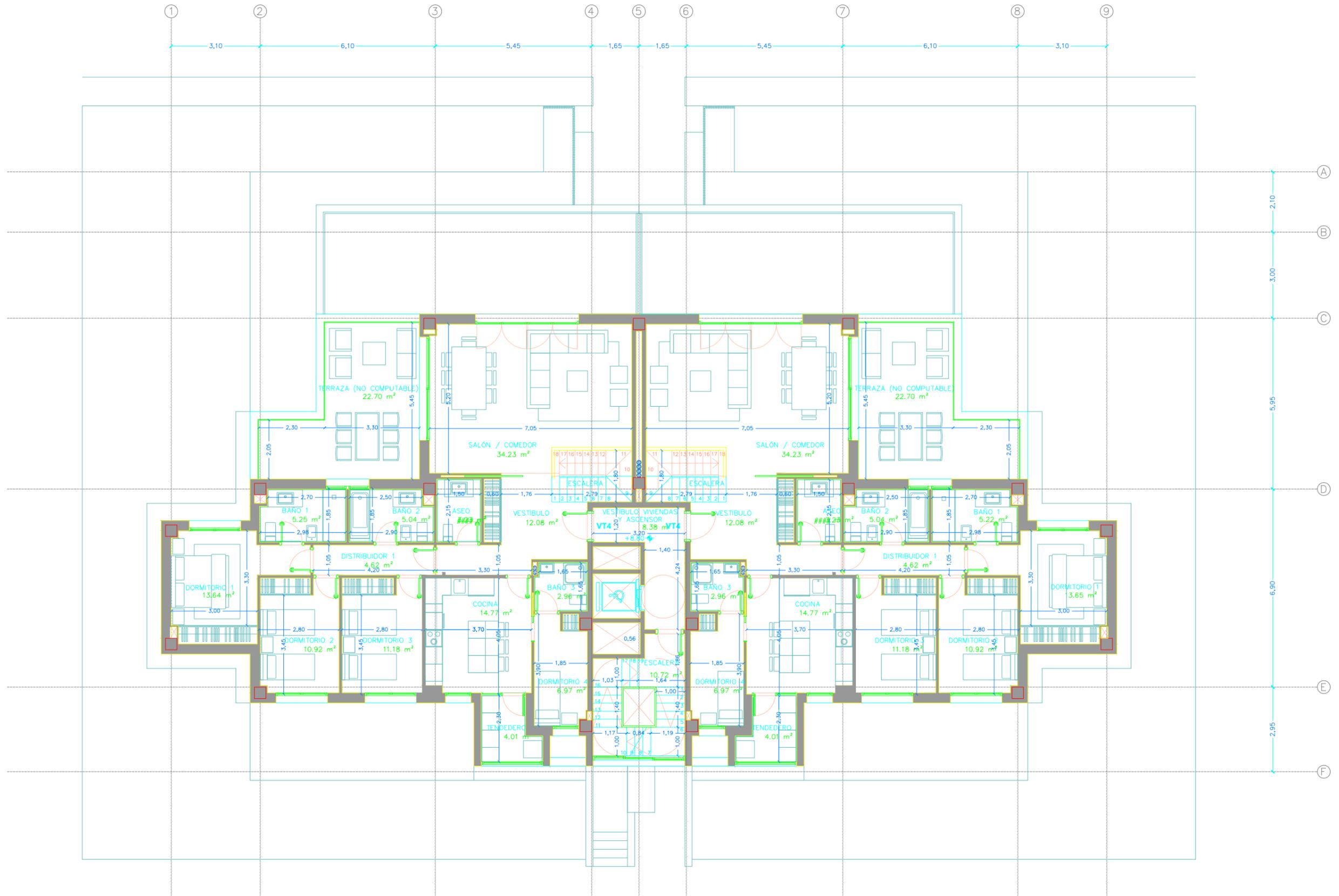
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN RESIDENCIAL		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Planos de las dimensiones de las plantas.		Autor: <i>JORGE MARTÍNEZ GARCÍA</i>	
Julio de 2024	Tamaño ISO A3	ESCALA 1:100	PLANO Nº1



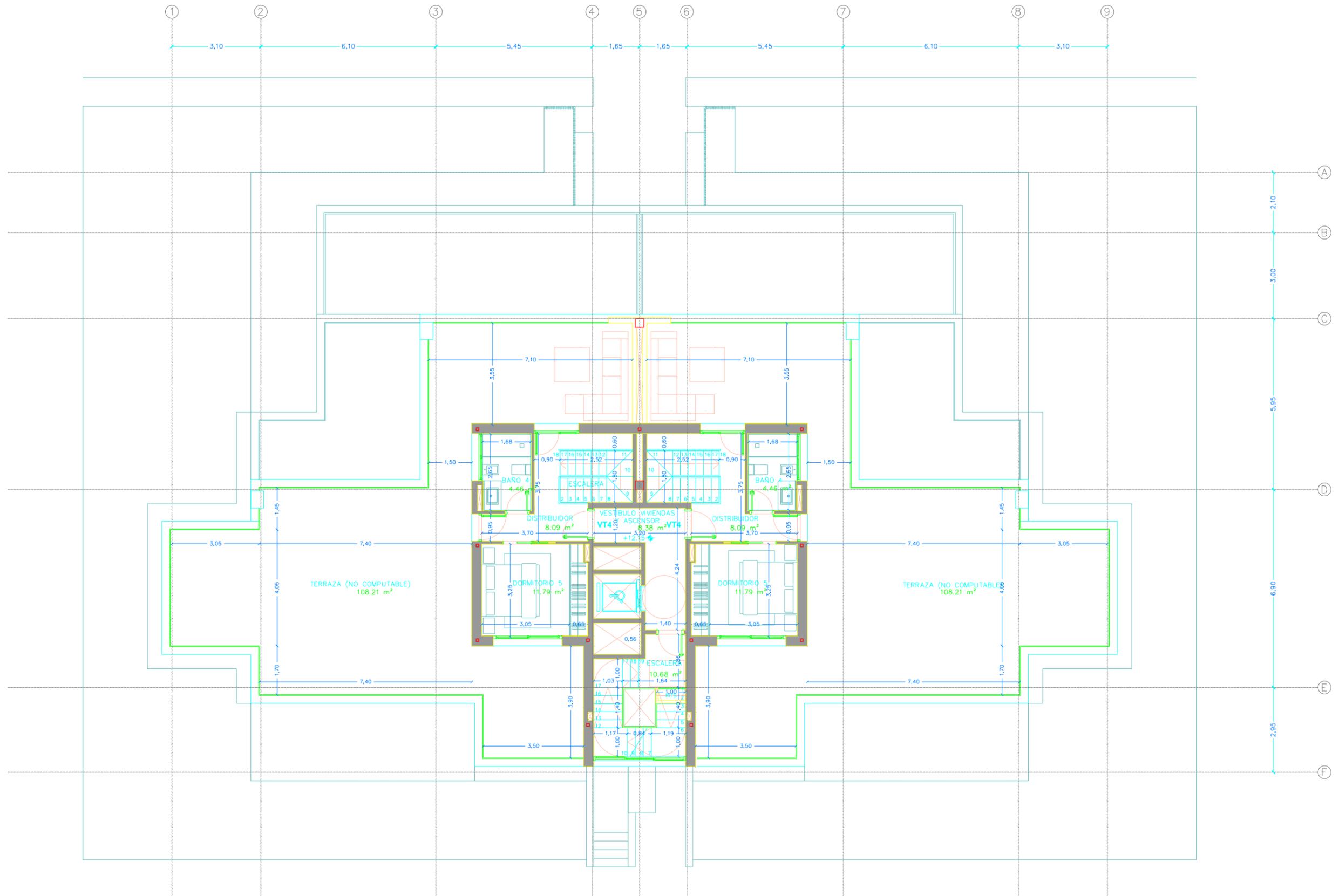
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN RESIDENCIAL		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Planos de las dimensiones de las plantas.		Autor: <i>JORGE MARTÍNEZ GARCÍA</i>	
Julio de 2024	Tamaño ISO A3	ESCALA 1:100	PLANO Nº2



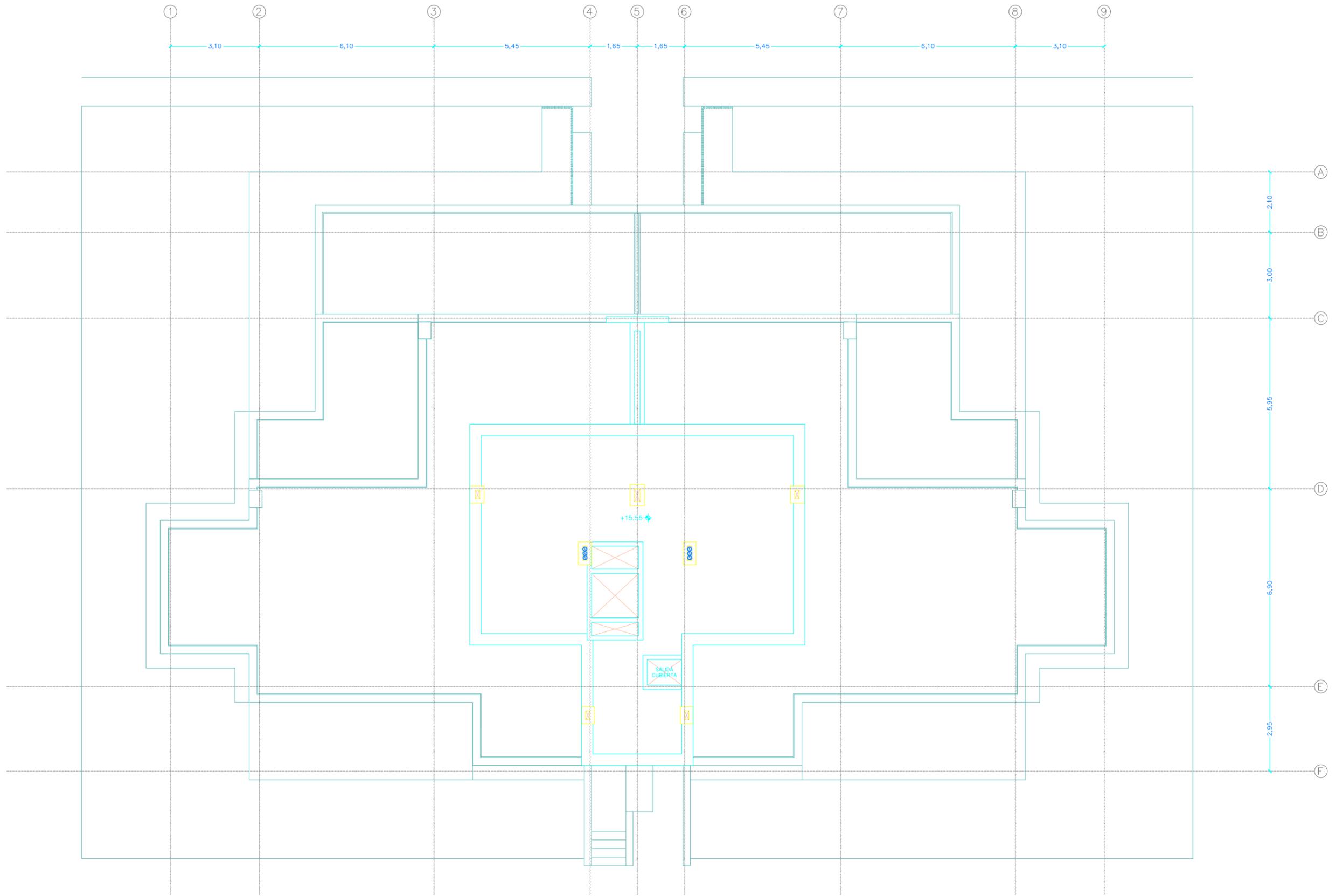
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN RESIDENCIAL		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Planos de las dimensiones de las plantas.		Autor: <i>JORGE MARTÍNEZ GARCÍA</i>	
Julio de 2024	Tamaño ISO A3	ESCALA 1:100	PLANO Nº3



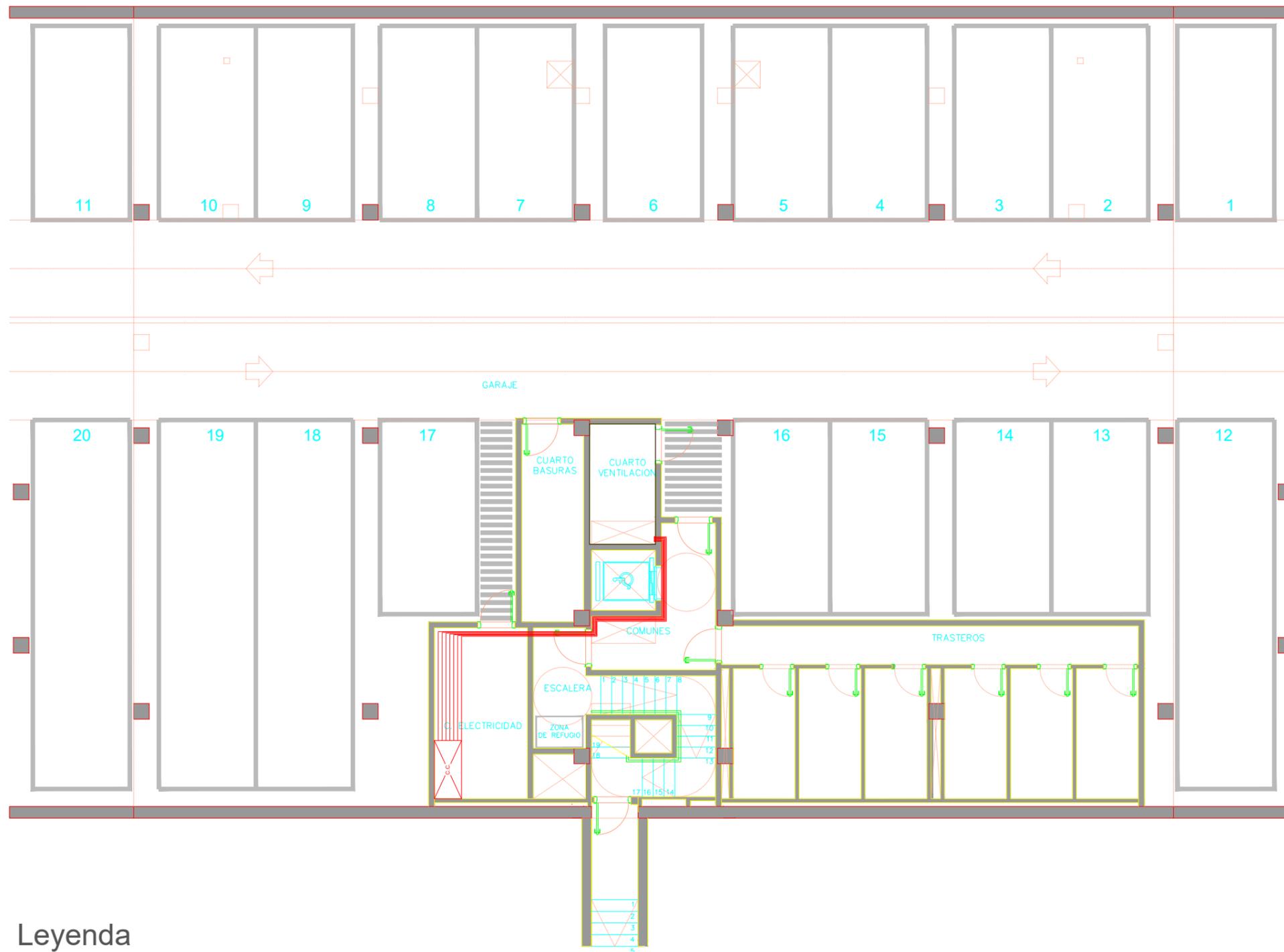
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN RESIDENCIAL		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Planos de las dimensiones de las plantas.		Autor: <i>JORGE MARTÍNEZ GARCÍA</i>	
Julio de 2024	Tamaño ISO A3	ESCALA 1:100	PLANO Nº4



INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN RESIDENCIAL		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Planos de las dimensiones de las plantas.		Autor: <i>JORGE MARTÍNEZ GARCÍA</i>	
Julio de 2024	Tamaño ISO A3	ESCALA 1:100	PLANO Nº5



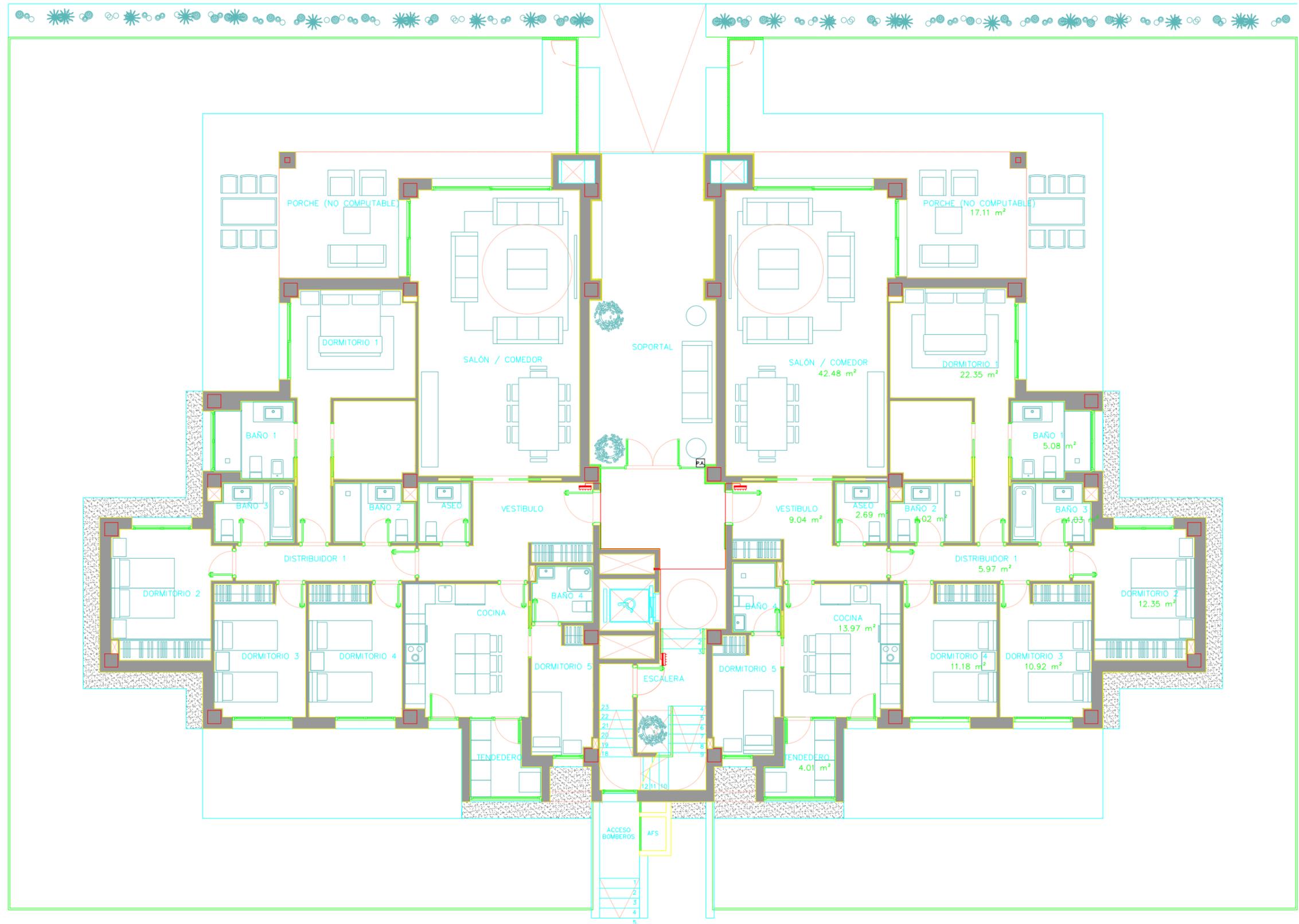
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN RESIDENCIAL		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Planos de las dimensiones de las plantas.		Autor: <i>JORGE MARTÍNEZ GARCÍA</i>	
Julio de 2024	Tamaño ISO A3	ESCALA 1:100	PLANO N°6



Leyenda

-  Cuadro general de mando y protección
-  Derivación individual
-  Canalización a nivel inferior
-  Canalización a nivel superior
-  Concentración de Contadores

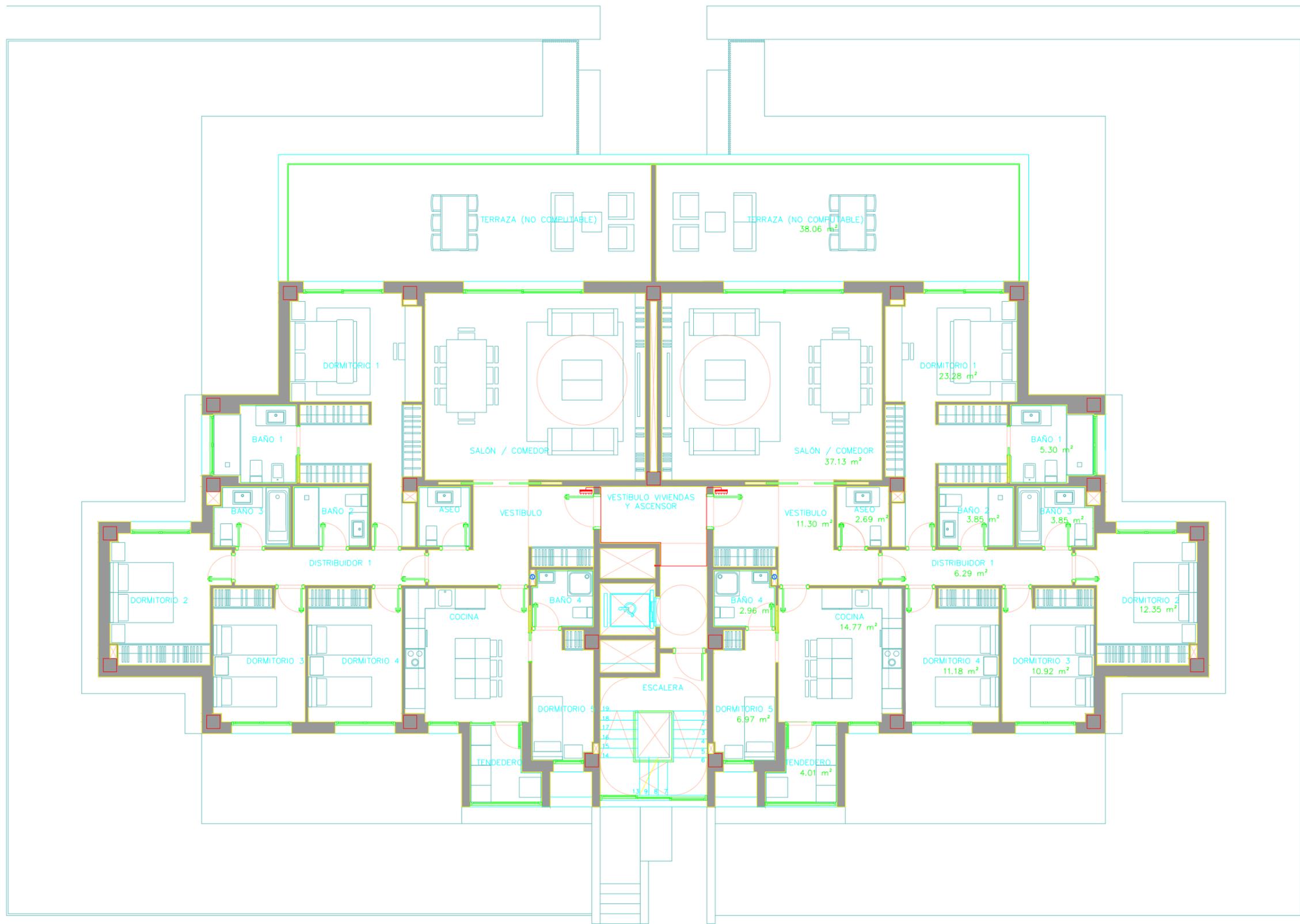
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN RESIDENCIAL		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Esquema de los circuitos de las DI. Planta subterránea		Autor: <i>JORGE MARTÍNEZ GARCÍA</i>	
Julio de 2024	Tamaño ISO A3	ESCALA 1:100	PLANO DI Nº1



Legenda

-  Cuadro general de mando y protección
-  Derivación individual
-  Canalización a nivel inferior
-  Canalización a nivel superior
-  Concentración de Contadores

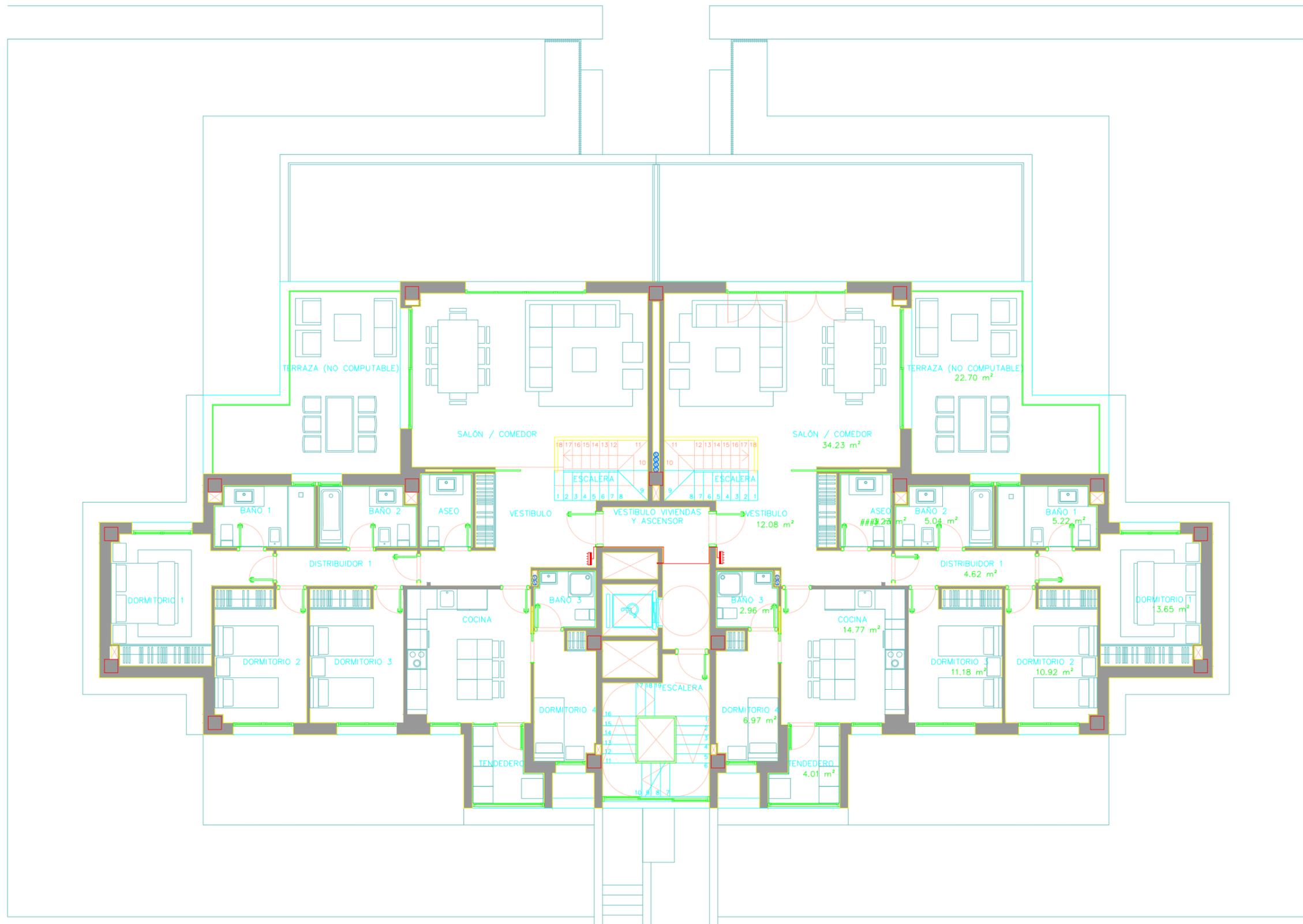
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN RESIDENCIAL		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Esquema de los circuitos de las DI. Planta baja.		Autor: <i>JORGE MARTÍNEZ GARCÍA</i>	
Julio de 2024	Tamaño ISO A3	ESCALA 1:100	PLANO DI Nº2



Leyenda

-  Cuadro general de mando y protección
-  Derivación individual
-  Canalización a nivel inferior
-  Canalización a nivel superior
-  Concentración de Contadores

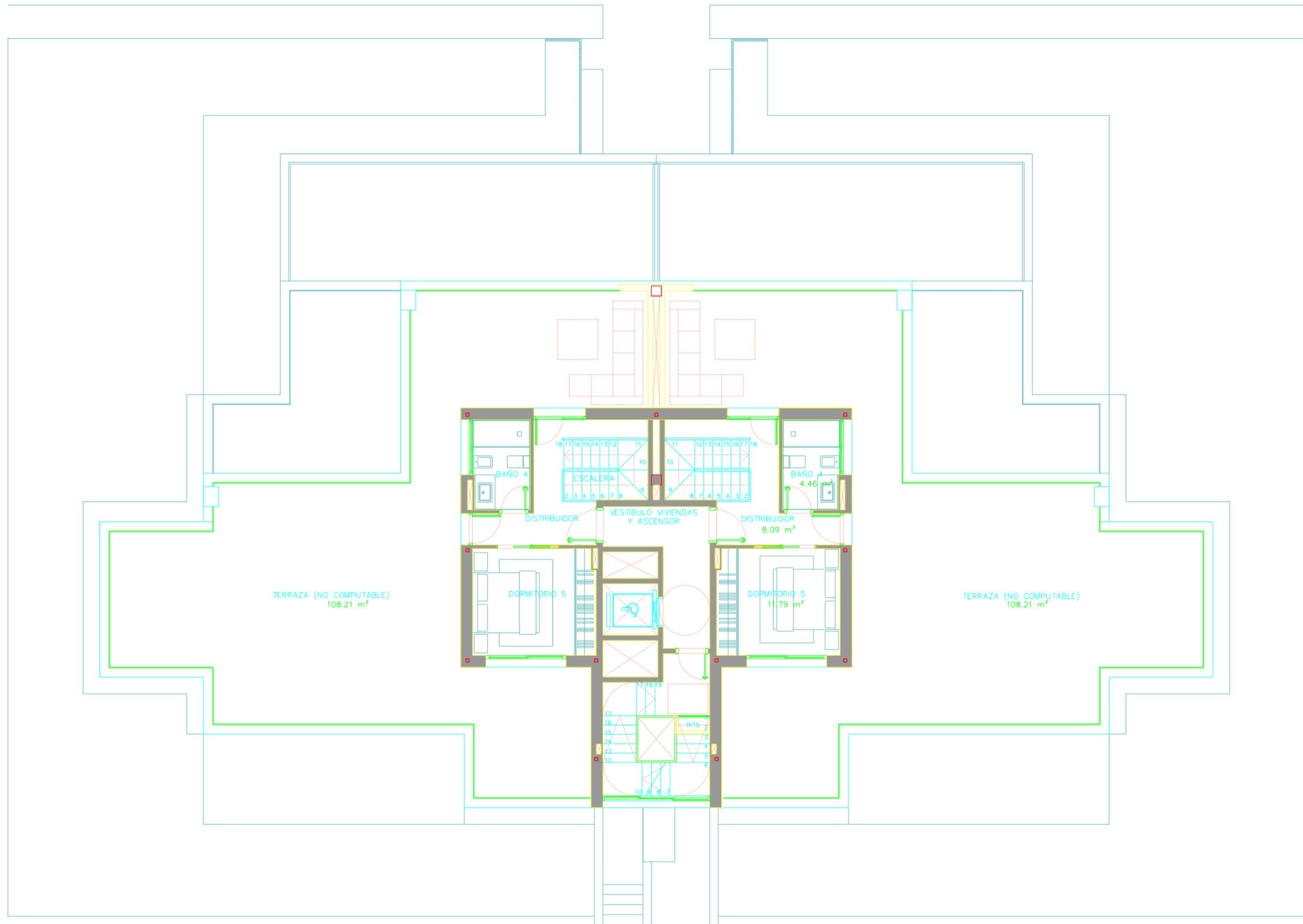
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN RESIDENCIAL		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Esquema de los circuitos de las DI. Planta primera.		Autor: <i>JORGE MARTÍNEZ GARCÍA</i>	
Julio de 2024	Tamaño ISO A3	ESCALA 1:100	PLANO DI Nº3



Leyenda

-  Cuadro general de mando y protección
-  Derivación individual
-  Canalización a nivel inferior
-  Canalización a nivel superior
-  Concentración de Contadores

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN RESIDENCIAL		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Esquema de los circuitos de las DI. Planta segunda.		Autor: <i>JORGE MARTÍNEZ GARCÍA</i>	
Julio de 2024	Tamaño ISO A3	ESCALA 1:100	PLANO DI N°4



Leyenda

-  Cuadro general de mando y protección
-  Derivación individual
-  Canalización a nivel inferior
-  Canalización a nivel superior
-  Concentración de Contadores

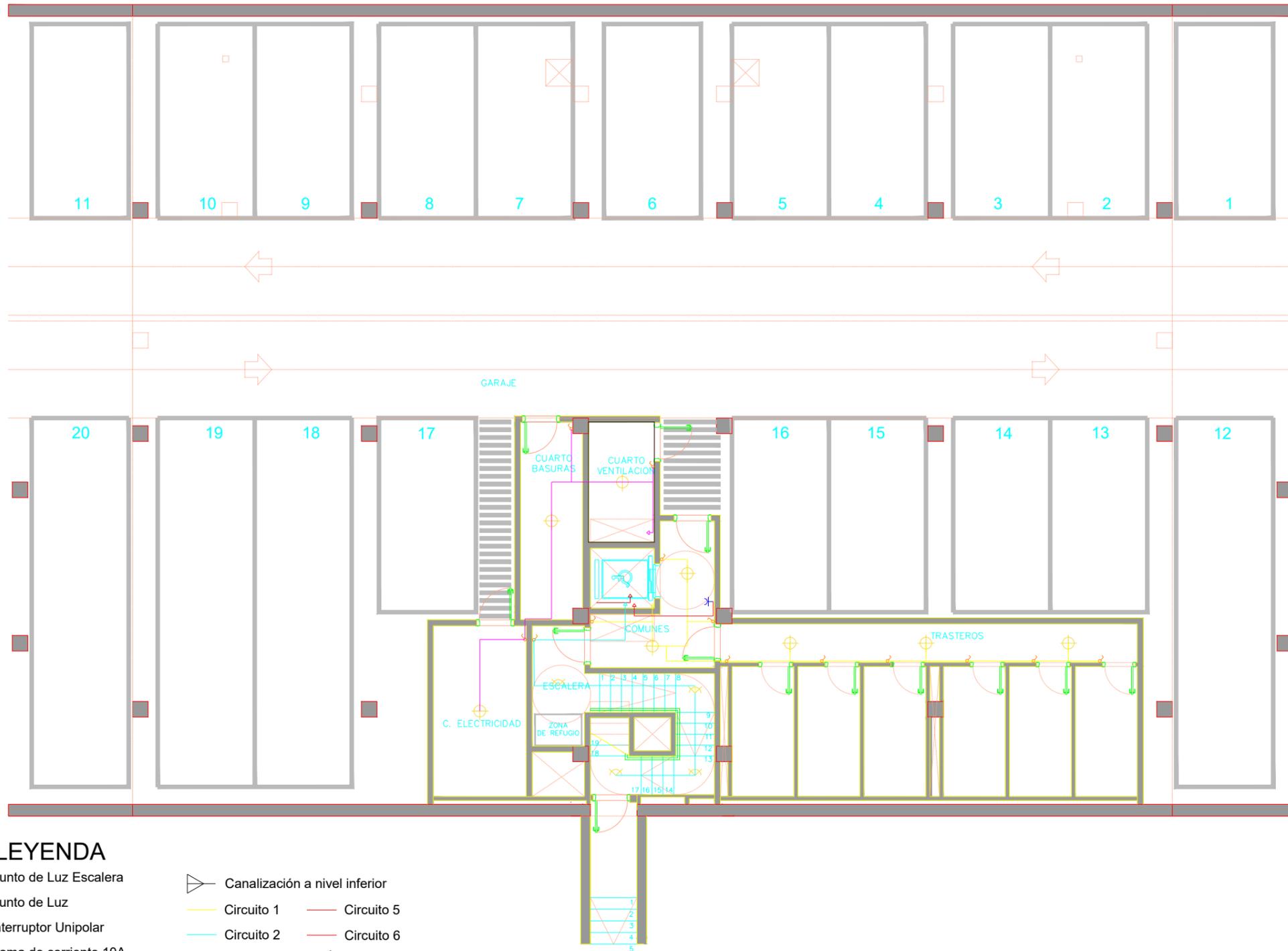
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN RESIDENCIAL		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Esquema de los circuitos de las DI. Planta tercera		Autor: <i>JORGE MARTÍNEZ GARCÍA</i>	
Julio de 2024	Tamaño ISO A3	ESCALA 1:100	PLANO DI Nº5



Legenda

-  Cuadro general de mando y protección
-  Derivación individual
-  Concentración de Contadores

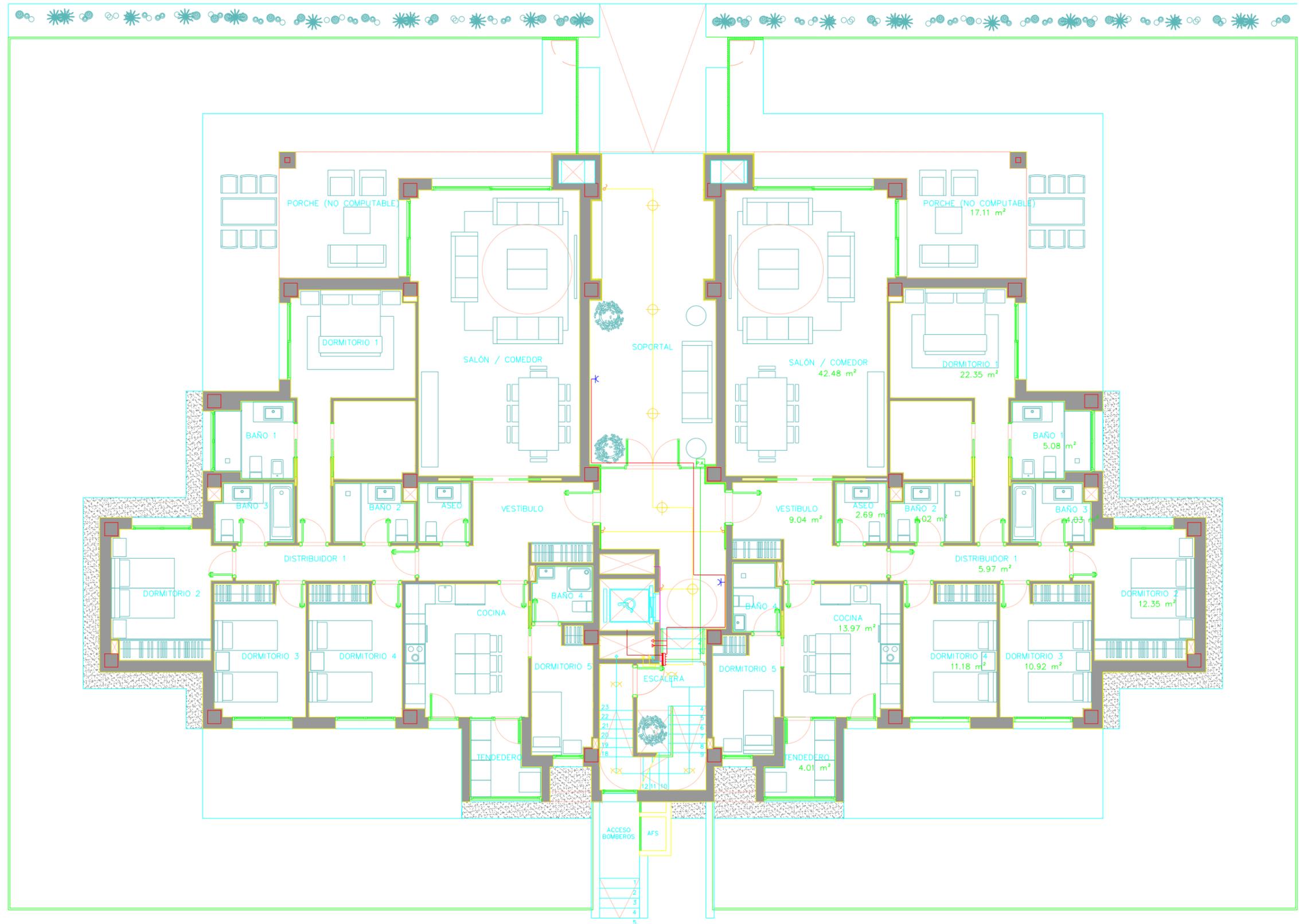
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN RESIDENCIAL		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Esquema de los circuitos de las DI. Garaje comunitario.		Autor: <i>JORGE MARTÍNEZ GARCÍA</i>	
Julio de 2024	Tamaño ISO A3	ESCALA 1:100	PLANO DI Nº6



LEYENDA

- | | | | |
|---|-----------------------|---|-------------------------------|
| ⊗ | Punto de Luz Escalera | ↳ | Canalización a nivel inferior |
| ⊕ | Punto de Luz | — | Circuito 1 |
| ⌚ | Interruptor Unipolar | — | Circuito 2 |
| ★ | Toma de corriente 10A | — | Circuito 3 |
| ⚡ | CGMP | ↳ | Canalización a nivel super |
| ⚡ | Portero Automático | — | Circuito 4 |
| | | — | Circuito 5 |
| | | — | Circuito 6 |

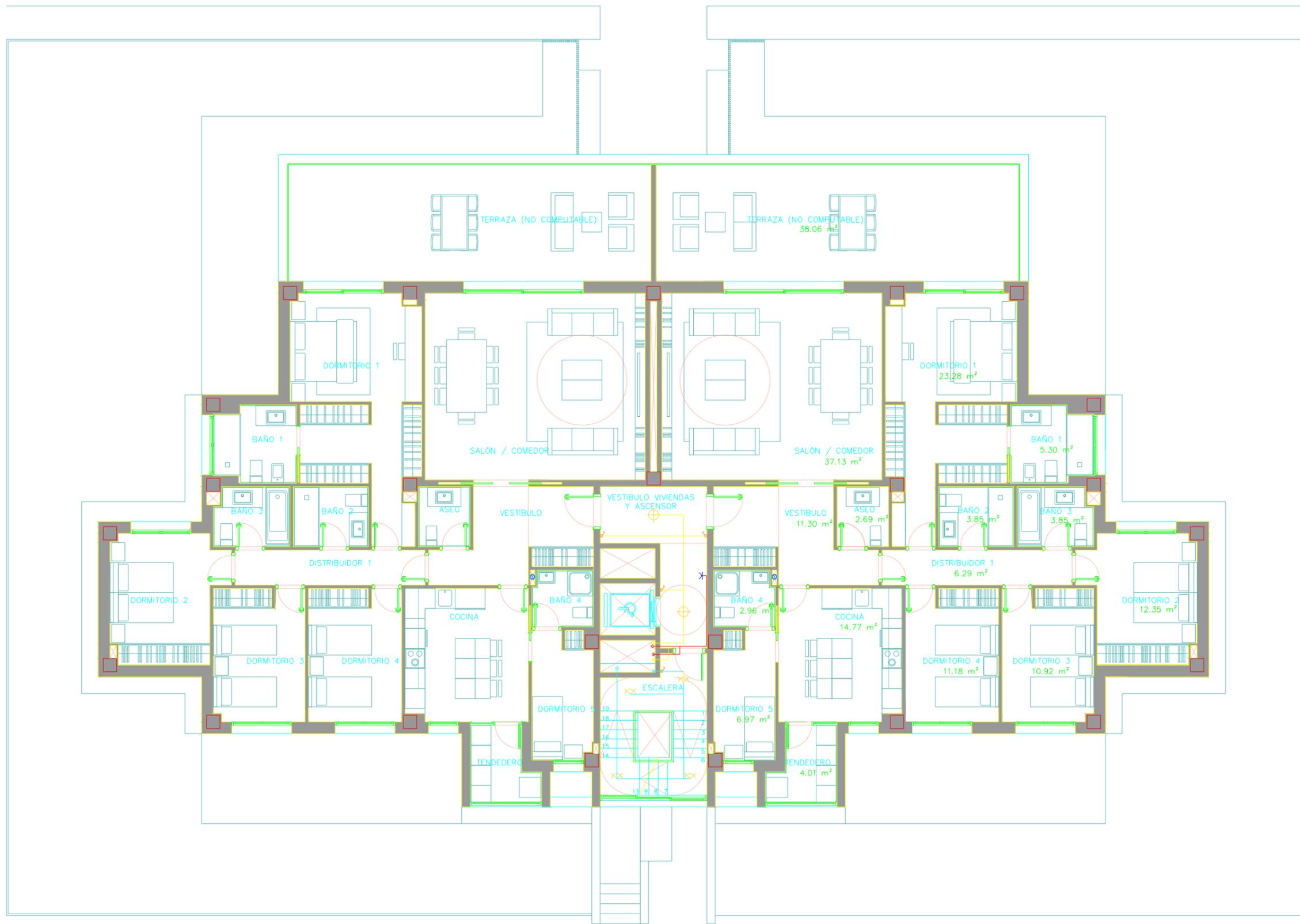
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN RESIDENCIAL		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Esquema de los circuitos de las zonas comunes. Planta subterránea		Autor: <i>JORGE MARTÍNEZ GARCÍA</i>	
Julio de 2024	Tamaño ISO A3	ESCALA 1:100	PLANO ZONAS COMUNES Nº1



LEYENDA

- ✕ Punto de Luz Escalera
- ⊕ Punto de Luz
- ⏏ Interruptor Unipolar
- ★ Toma de corriente 10A
- CGMP
- Portero Automático
- Canalización a nivel inferior
- Circuito 1
- Circuito 2
- Circuito 3
- Circuito 4
- Circuito 5
- Circuito 6
- Canalización a nivel superior

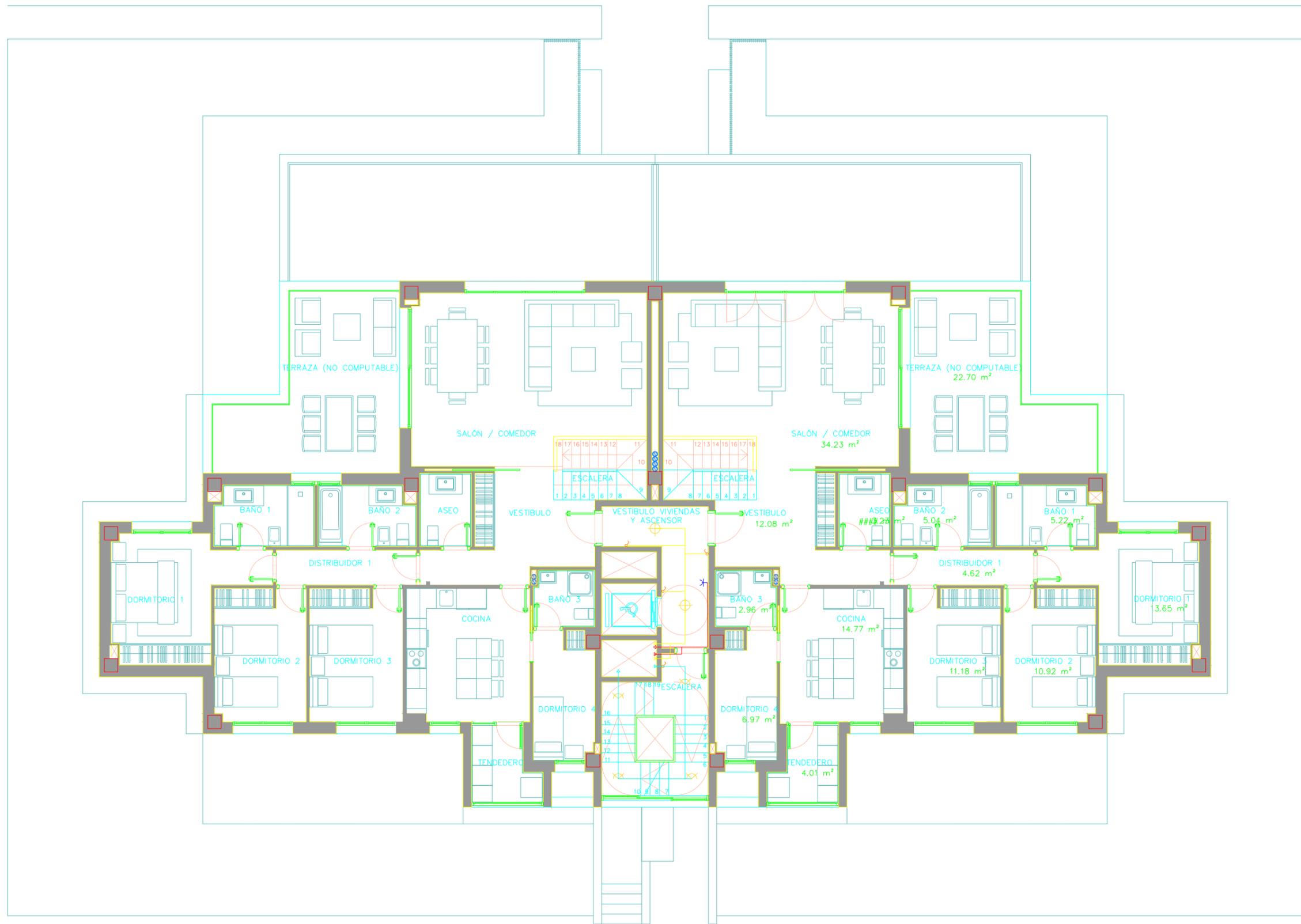
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN RESIDENCIAL		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Esquema de los circuitos de las zonas comunes. Planta baja.		Autor: <i>JORGE MARTÍNEZ GARCÍA</i>	
Julio de 2024	Tamaño ISO A3	ESCALA 1:100	PLANO ZONAS COMUNES Nº2



LEYENDA

- Punto de Luz Escalera
- Punto de Luz
- Interruptor Unipolar
- Toma de corriente 10A
- CGMP
- Portero Automático
- Canalización a nivel inferior
- Circuito 1
- Circuito 2
- Circuito 3
- Circuito 4
- Circuito 5
- Circuito 6
- Canalización a nivel superior

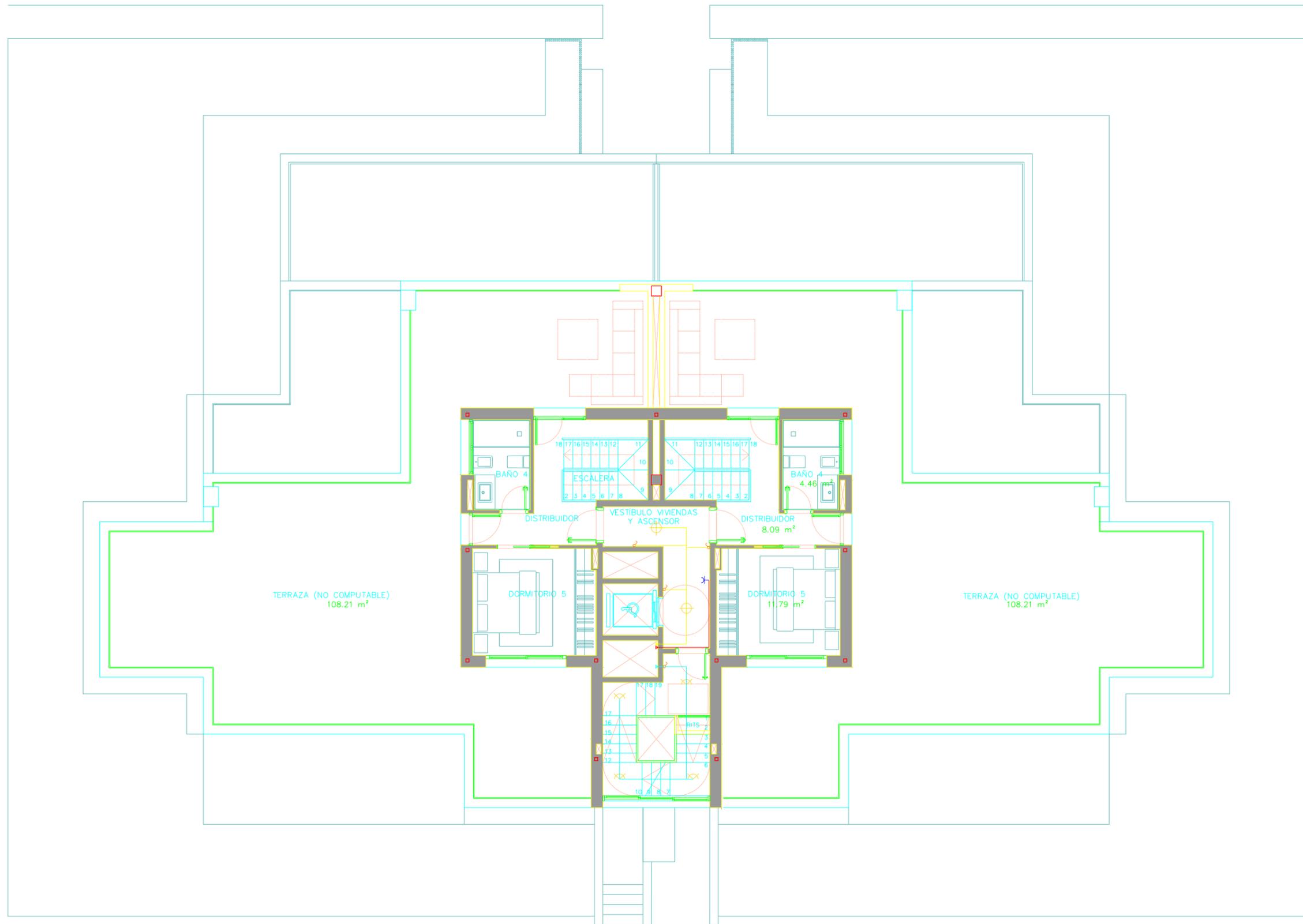
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN RESIDENCIAL		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Esquema de los circuitos de las zonas comunes. Planta primera.		Autor: <i>JORGE MARTÍNEZ GARCÍA</i>	
Julio de 2024	Tamaño ISO A3	ESCALA 1:100	PLANO ZONAS COMUNES Nº3



LEYENDA

-  Punto de Luz Escalera
-  Punto de Luz
-  Interruptor Unipolar
-  Toma de corriente 10A
-  CGMP
-  Portero Automático
-  Canalización a nivel inferior
-  Canalización a nivel superior
-  Circuito 1
-  Circuito 2
-  Circuito 3
-  Circuito 4
-  Circuito 5
-  Circuito 6

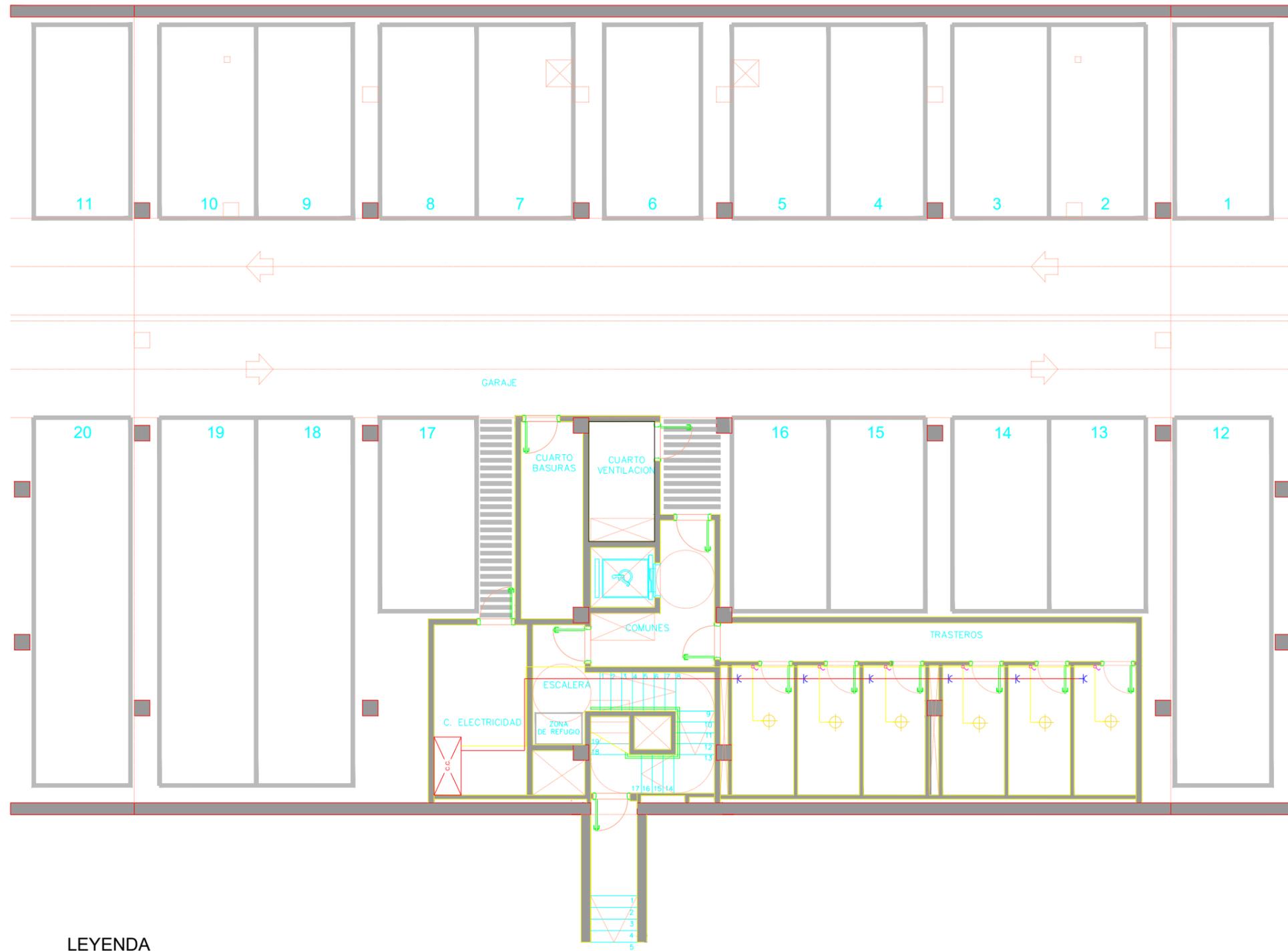
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN RESIDENCIAL		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Esquema de los circuitos de las zonas comunes. Planta segunda.		Autor: <i>JORGE MARTÍNEZ GARCÍA</i>	
Julio de 2024	Tamaño ISO A3	ESCALA 1:100	PLANO ZONAS COMUNES Nº4



LEYENDA

- | | | | |
|--|-----------------------|--|-------------------------------|
| | Punto de Luz Escalera | | Canalización a nivel inferior |
| | Punto de Luz | | Circuito 1 |
| | Interruptor Unipolar | | Circuito 2 |
| | Toma de corriente 10A | | Circuito 3 |
| | CGMP | | Circuito 4 |
| | Portero Automático | | Circuito 5 |
| | | | Circuito 6 |
| | | | Canalización a nivel superior |

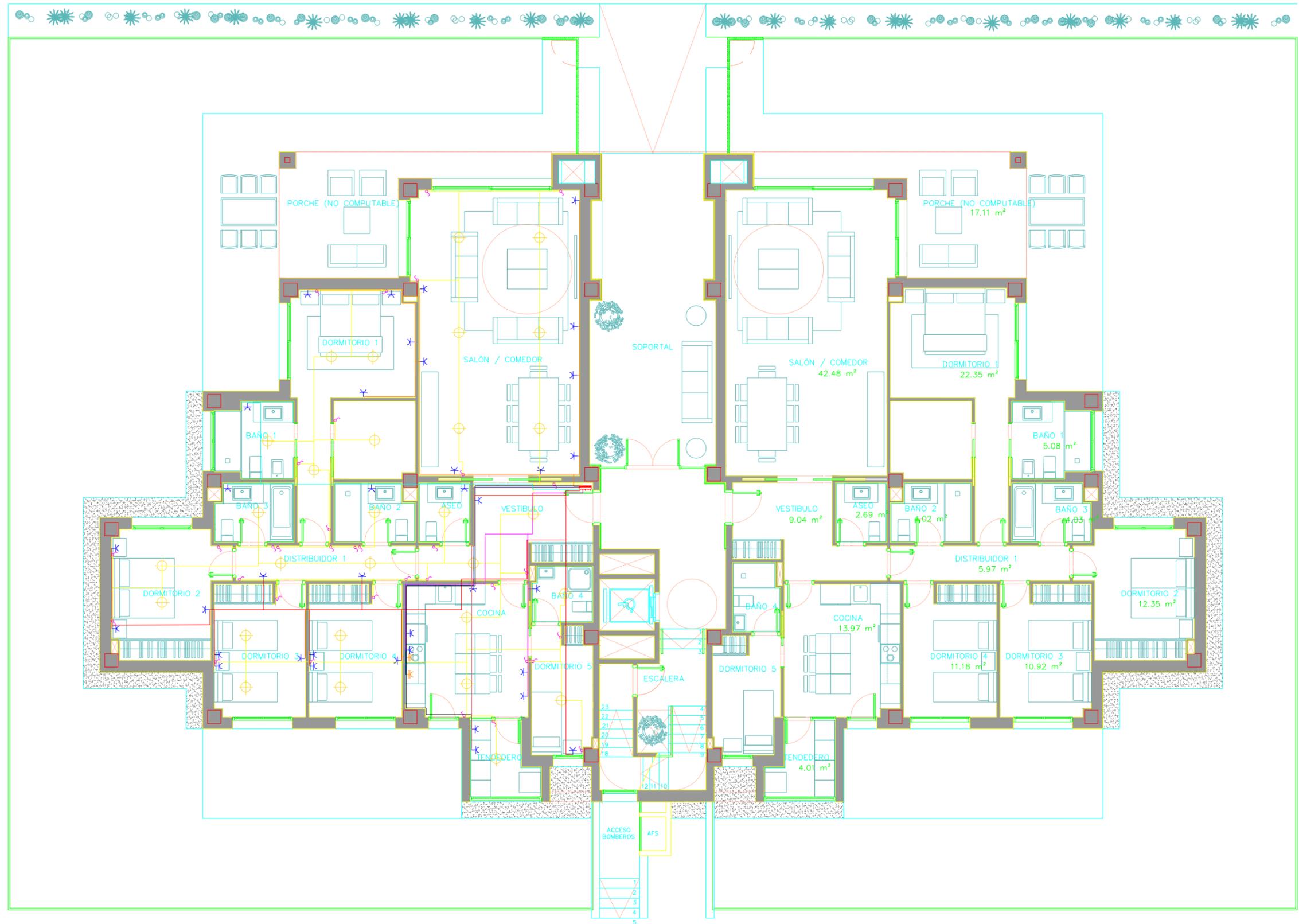
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN RESIDENCIAL		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Esquema de los circuitos de las zonas comunes. Planta tercera		Autor: <i>JORGE MARTÍNEZ GARCÍA</i>	
Julio de 2024	Tamaño ISO A3	ESCALA 1:100	PLANO ZONAS COMUNES N°5



LEYENDA

	Punto de Luz		Circuito 1		Circuito 6		Circuito 15
	Interruptor Unipolar		Circuito 2		Circuito 7		
	Toma de corriente 25A		Circuito 3		Circuito 10		
	Toma de corriente 16A		Circuito 4		Circuito 12		
	CGMP		Circuito 5		Circuito 14		

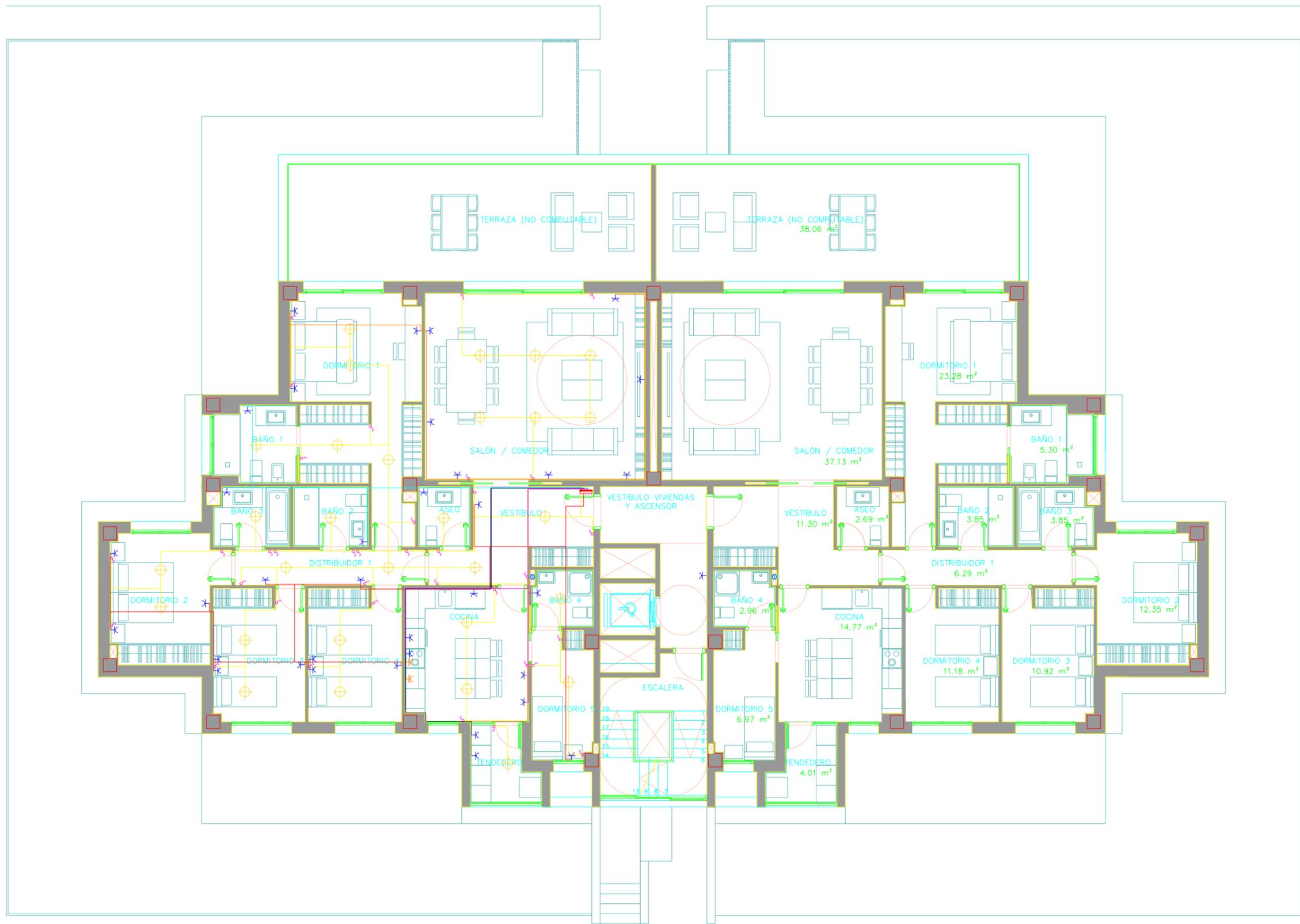
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN RESIDENCIAL		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Esquema de los circuitos de las viviendas. Planta subterránea		Autor: <i>JORGE MARTÍNEZ GARCÍA</i>	
Julio de 2024	Tamaño ISO A3	ESCALA 1:100	PLANO VIVIENDAS Nº1



LEYENDA

	Punto de Luz		Circuito 1		Circuito 6		Circuito 15
	Interruptor Unipolar		Circuito 2		Circuito 7		
	Toma de corriente 25A		Circuito 3		Circuito 10		
	Toma de corriente 16A		Circuito 4		Circuito 12		
	CGMP		Circuito 5		Circuito 14		

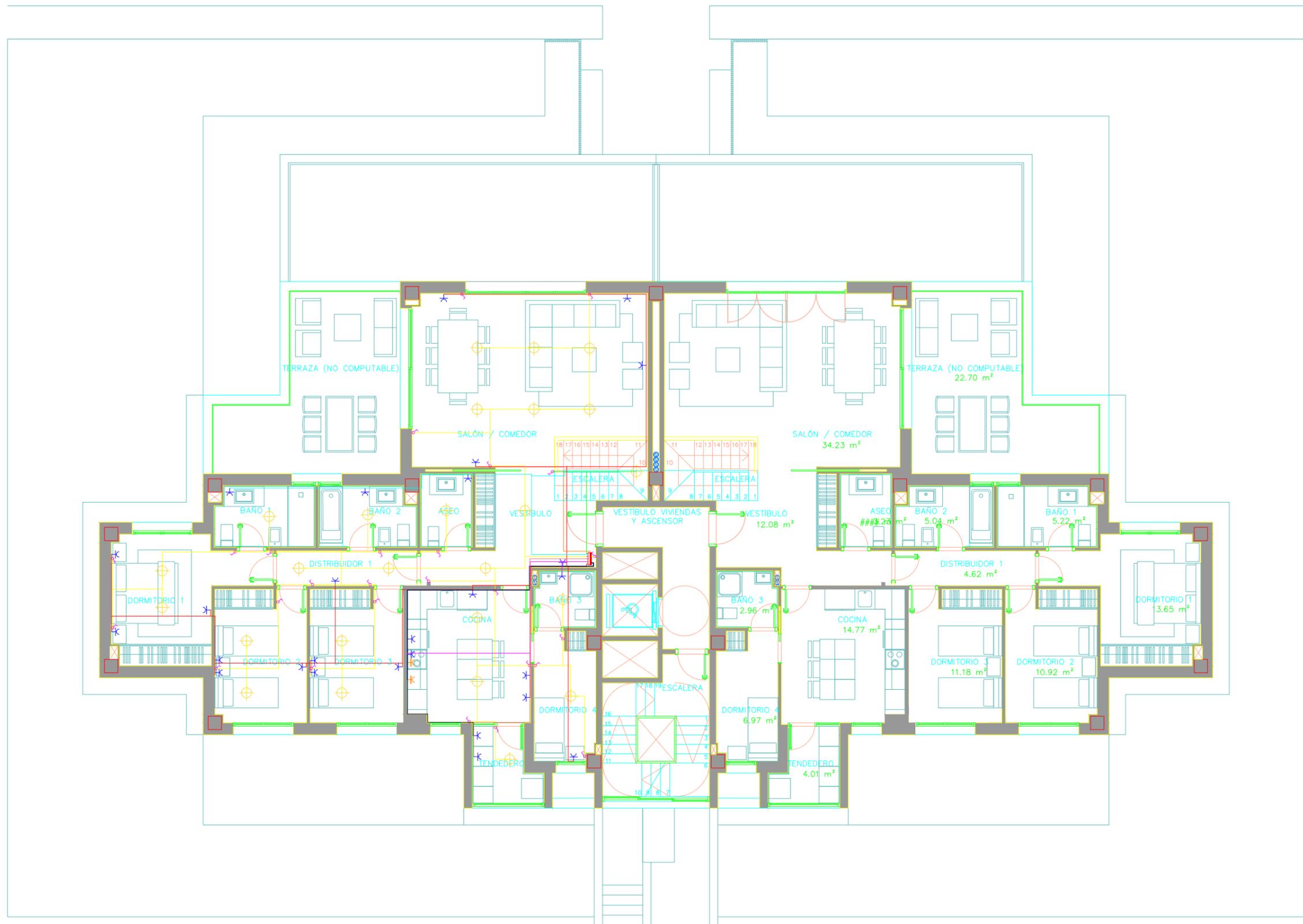
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN RESIDENCIAL		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Esquema de los circuitos de las viviendas. Planta baja.		Autor: <i>JORGE MARTÍNEZ GARCÍA</i>	
Julio de 2024	Tamaño ISO A3	ESCALA 1:100	PLANO VIVIENDAS Nº2



LEYENDA

- | | | | | | | | |
|--|-----------------------|--|------------|--|-------------|--|-------------|
| | Punto de Luz | | Circuito 1 | | Circuito 6 | | Circuito 15 |
| | Interruptor Unipolar | | Circuito 2 | | Circuito 7 | | |
| | Toma de corriente 25A | | Circuito 3 | | Circuito 10 | | |
| | Toma de corriente 16A | | Circuito 4 | | Circuito 12 | | |
| | CGMP | | Circuito 5 | | Circuito 14 | | |

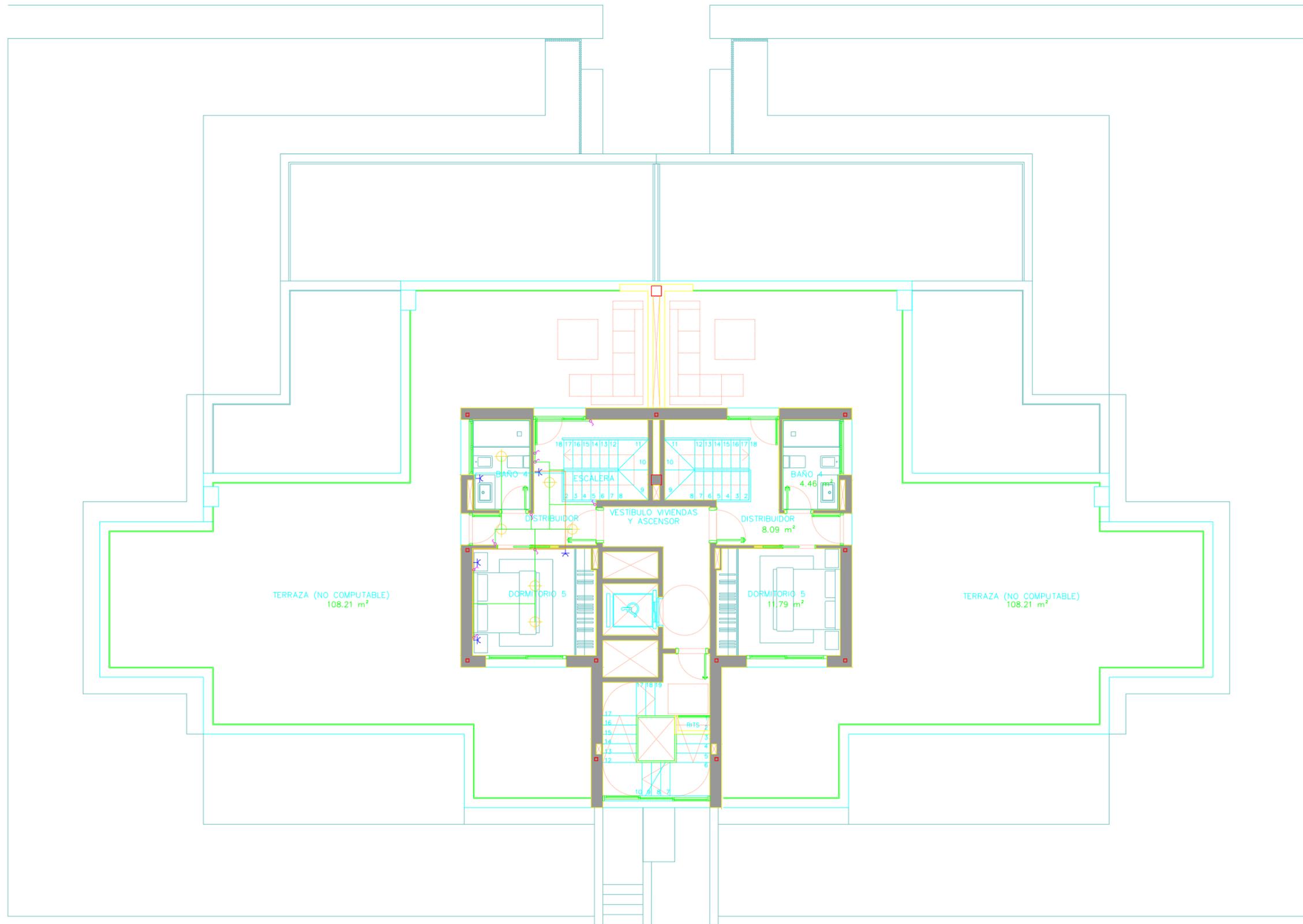
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN RESIDENCIAL		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Esquema de los circuitos de las viviendas. Planta primera.		Autor: <i>JORGE MARTÍNEZ GARCÍA</i>	
Julio de 2024	Tamaño ISO A3	ESCALA 1:100	PLANO VIVIENDAS Nº3



LEYENDA

	Punto de Luz		Circuito 1		Circuito 6		Circuito 15
	Interruptor Unipolar		Circuito 2		Circuito 7		
	Toma de corriente 25A		Circuito 3		Circuito 10		
	Toma de corriente 16A		Circuito 4		Circuito 12		
	CGMP		Circuito 5		Circuito 14		

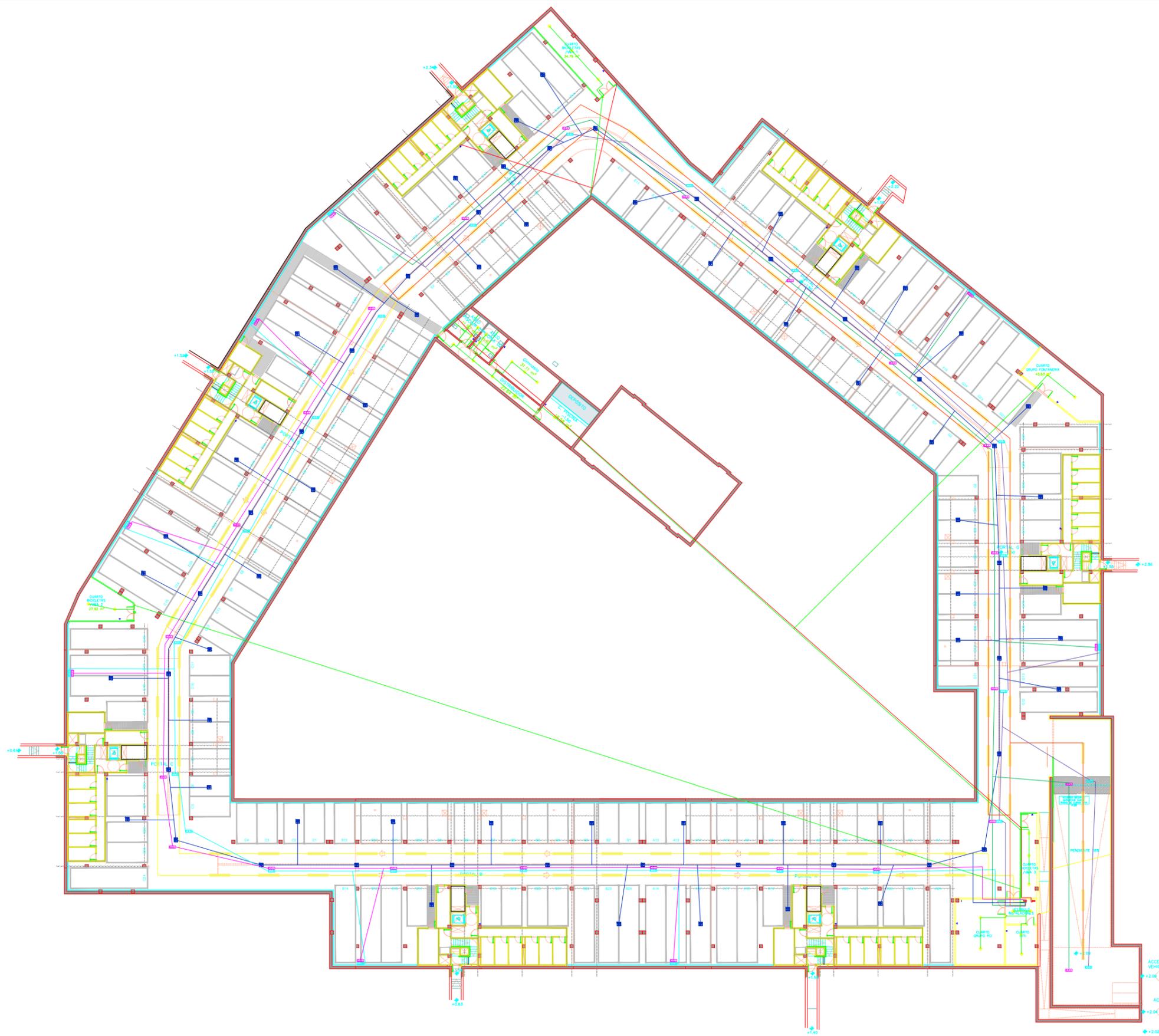
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN RESIDENCIAL		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Esquema de los circuitos de las viviendas. Planta segunda.		Autor: JORGE MARTÍNEZ GARCÍA	
Julio de 2024	Tamaño ISO A3	ESCALA 1:100	PLANO VIVIENDAS Nº4



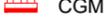
LEYENDA

- | | | | | | | | |
|--|-----------------------|--|------------|--|-------------|--|-------------|
| | Punto de Luz | | Circuito 1 | | Circuito 6 | | Circuito 15 |
| | Interruptor Unipolar | | Circuito 2 | | Circuito 7 | | |
| | Toma de corriente 25A | | Circuito 3 | | Circuito 10 | | |
| | Toma de corriente 16A | | Circuito 4 | | Circuito 12 | | |
| | CGMP | | Circuito 5 | | Circuito 14 | | |

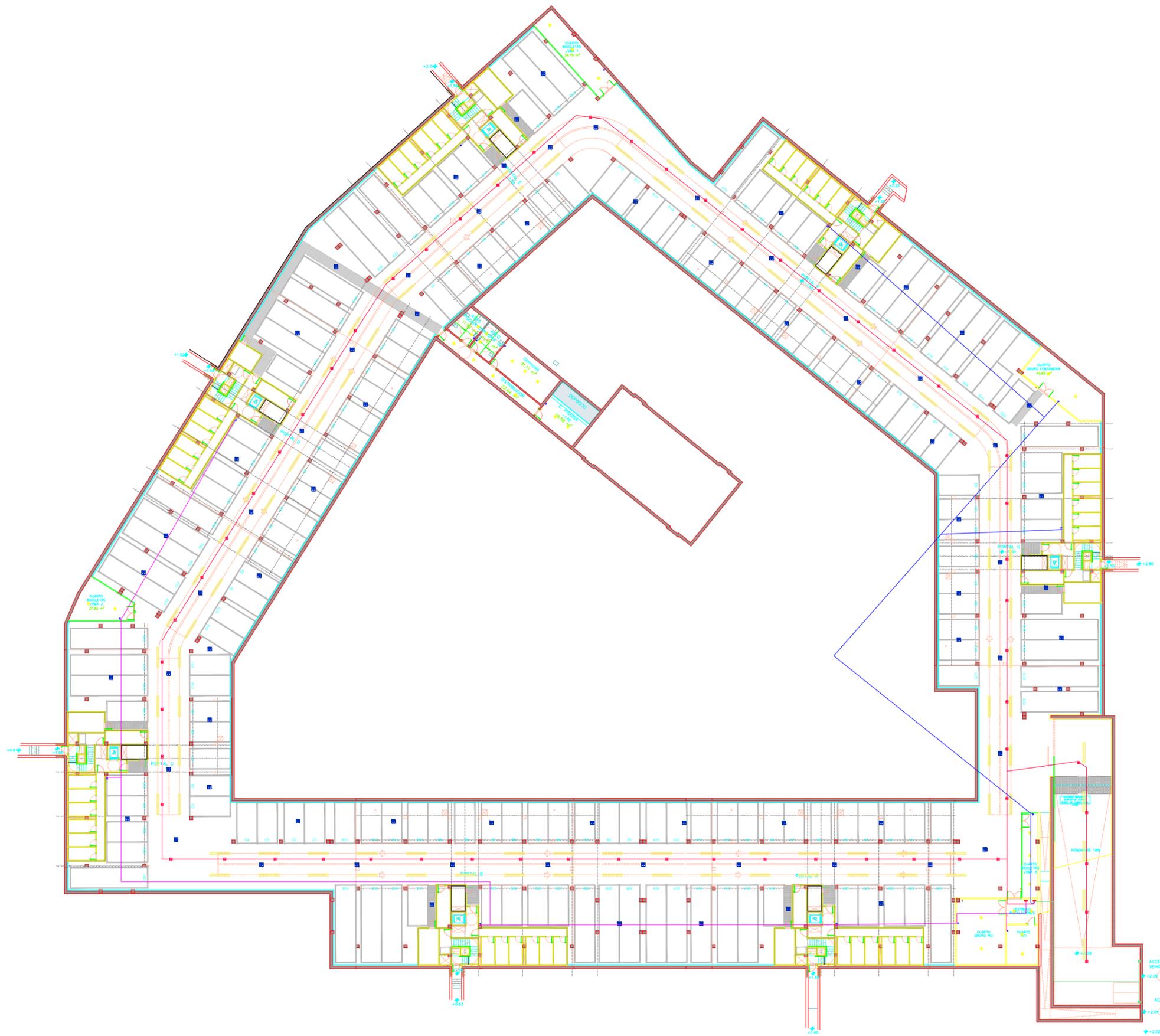
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN RESIDENCIAL		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Esquema de los circuitos de las viviendas. Planta tercera		Autor: <i>JORGE MARTÍNEZ GARCÍA</i>	
Julio de 2024	Tamaño ISO A3	ESCALA 1:100	PLANO VIVIENDAS Nº5



LEYENDA

-  Punto de Luz
-  Pantalla LED Garaje
-  Luminaria de emergencia
-  Toma de corriente 10A
-  CGMP
-  Equipo de control de incendios
-  Interruptor Unipolar
-  Equipo de control de CO
-  Motor de la compuerta
-  Motor del ventilador
-  Circuito 1
-  Circuito 1 Bis
-  Circuito 2
-  Circuito 3
-  Circuito 3 Bis
-  Circuito 3 Bis 2
-  Circuito 4
-  Circuito 5
-  Circuito 5 Bis
-  Circuito 6
-  Circuito 6 Bis
-  Circuito 7
-  Circuito 8

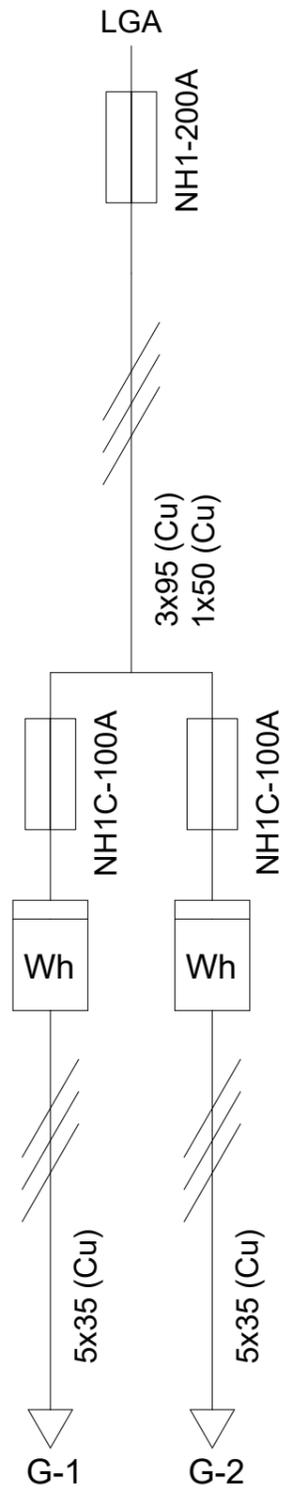
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN RESIDENCIAL		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Esquema de los circuitos del garaje I. Garaje comunitario.		Autor: JORGE MARTÍNEZ GARCÍA	
Julio de 2024	Tamaño ISO A3	ESCALA 1:100	PLANO CIRCUITOS Nº6



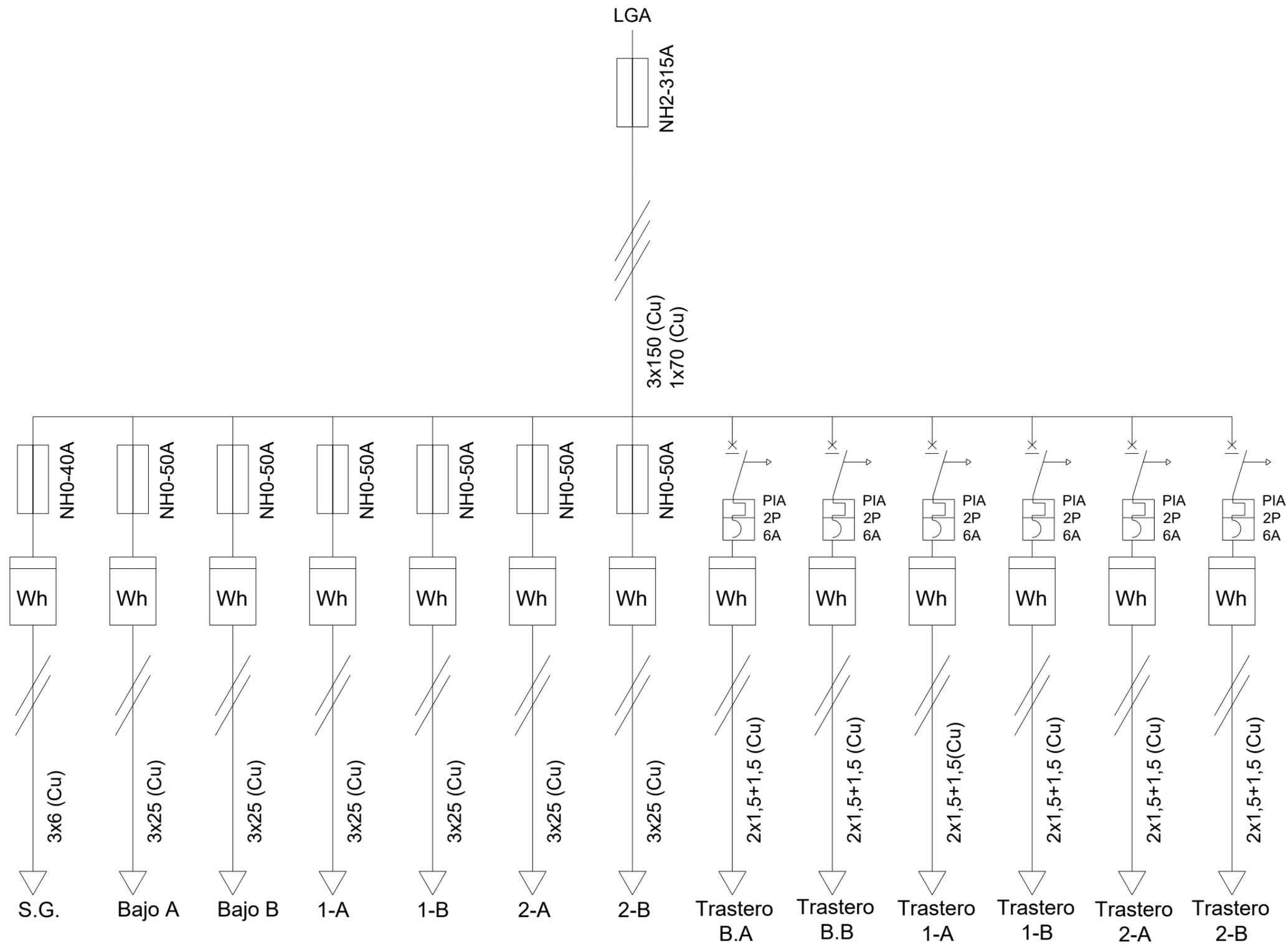
LEYENDA

- Punto de Luz
- Pantalla LED Garaje
- Luminaria de emergencia
- Toma de corriente 10A
- CGMP
- Equipo de control de incendios
- Interruptor Unipolar
- Equipo de control de CO
- Motor de la compuerta
- Motor del ventilador
- Circuito 1
- Circuito 1 Bis
- Circuito 2
- Circuito 3
- Circuito 3 Bis
- Circuito 3 Bis 2
- Circuito 4
- Circuito 5
- Circuito 5 Bis
- Circuito 6
- Circuito 6 Bis
- Circuito 7
- Circuito 8

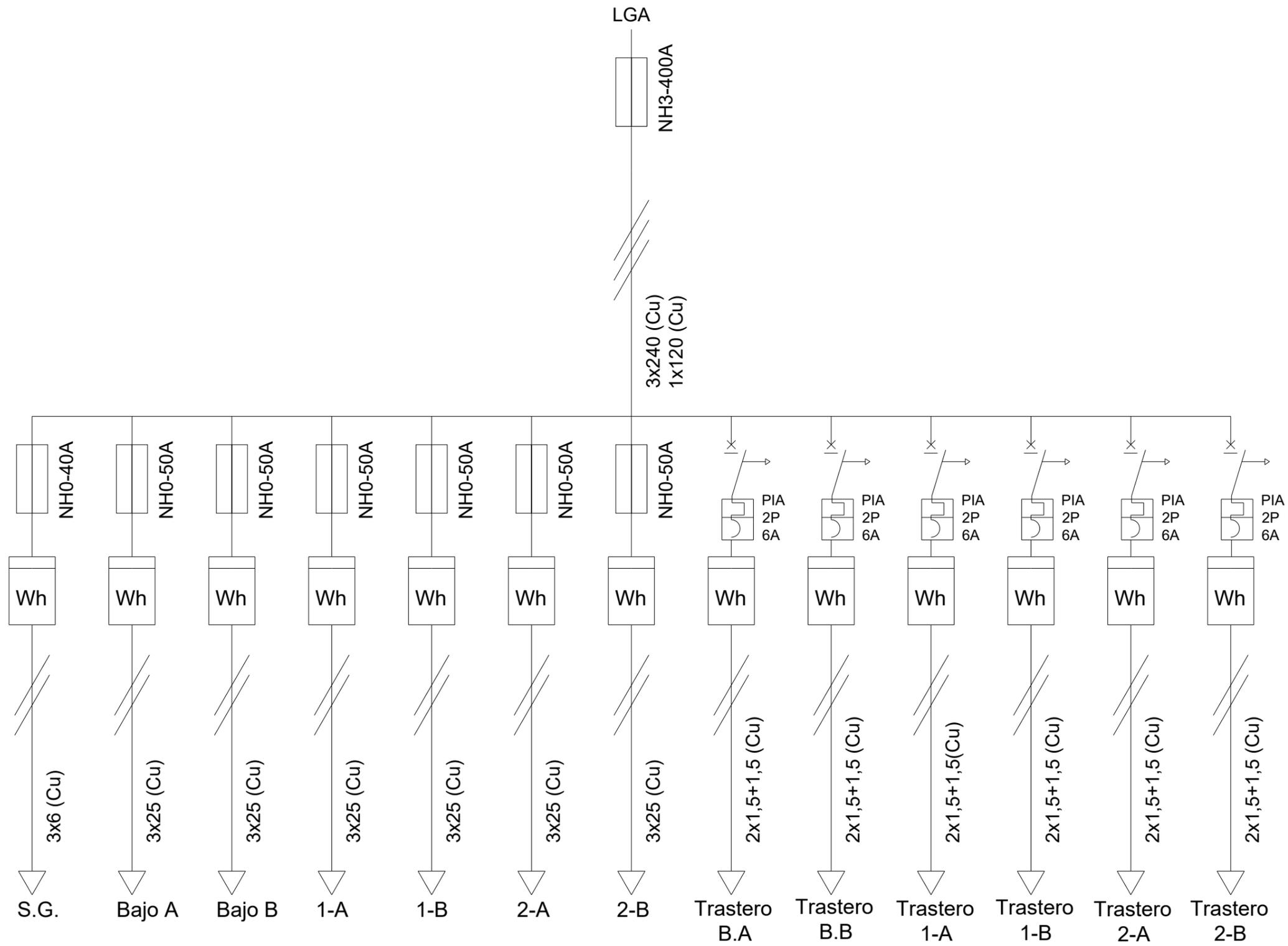
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN RESIDENCIAL		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Esquema de los circuitos del garaje II. Garaje comunitario.		Autor: <i>JORGE MARTÍNEZ GARCÍA</i>	
Julio de 2024	Tamaño ISO A3	ESCALA 1:100	PLANO CIRCUITOS Nº7



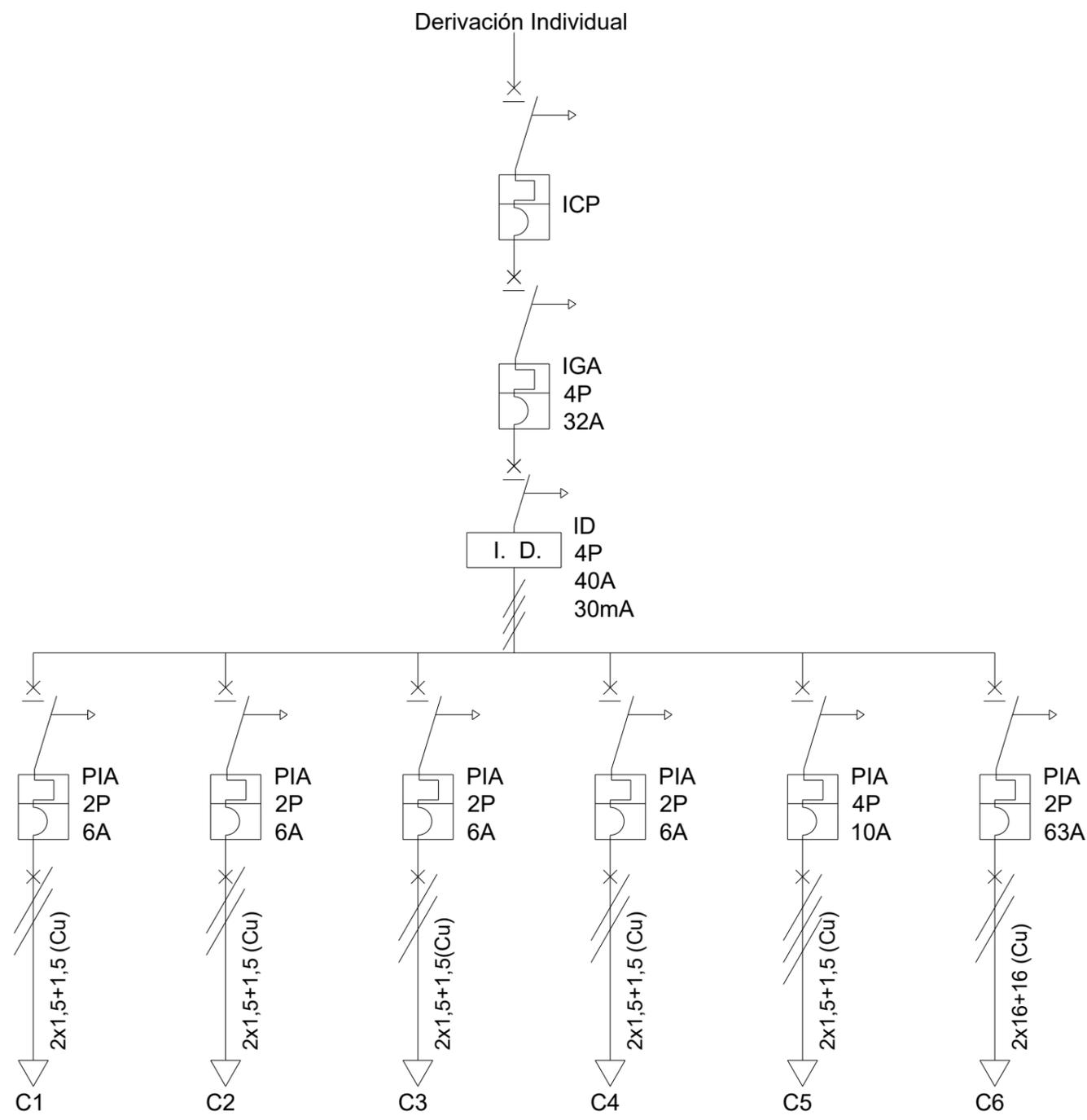
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN RESIDENCIAL		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Esquemas unifilares del proyecto.		Autor: <i>JORGE MARTÍNEZ GARCÍA</i>	
Julio 2024	Tamaño ISO A3		PLANO UNIFILARES Nº1



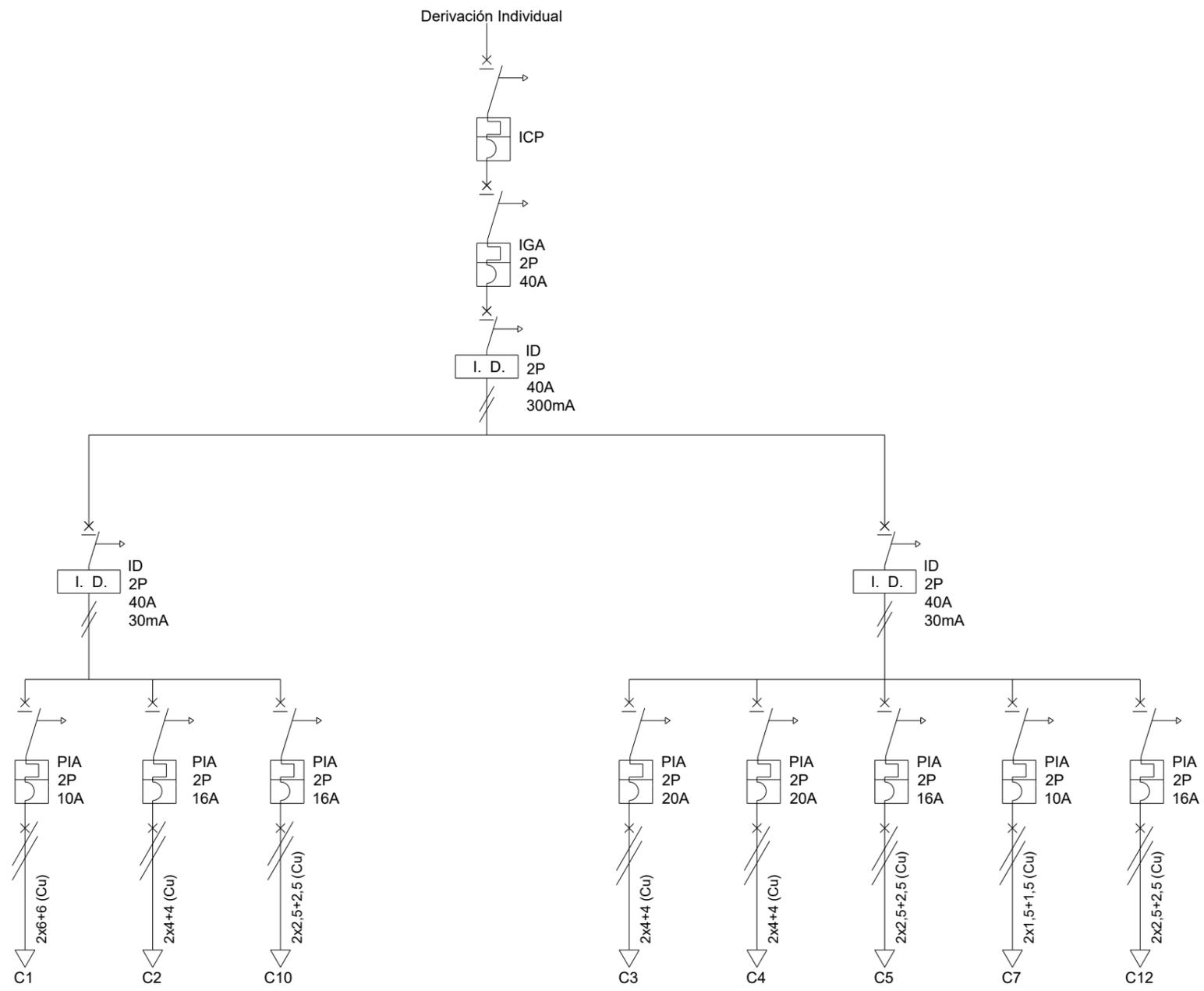
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN RESIDENCIAL		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Esquemas unifilares del proyecto. Ejemplo de un portal.		Autor: <i>JORGE MARTÍNEZ GARCÍA</i>	
Julio 2024	Tamaño ISO A3	PLANO UNIFILARES Nº2	



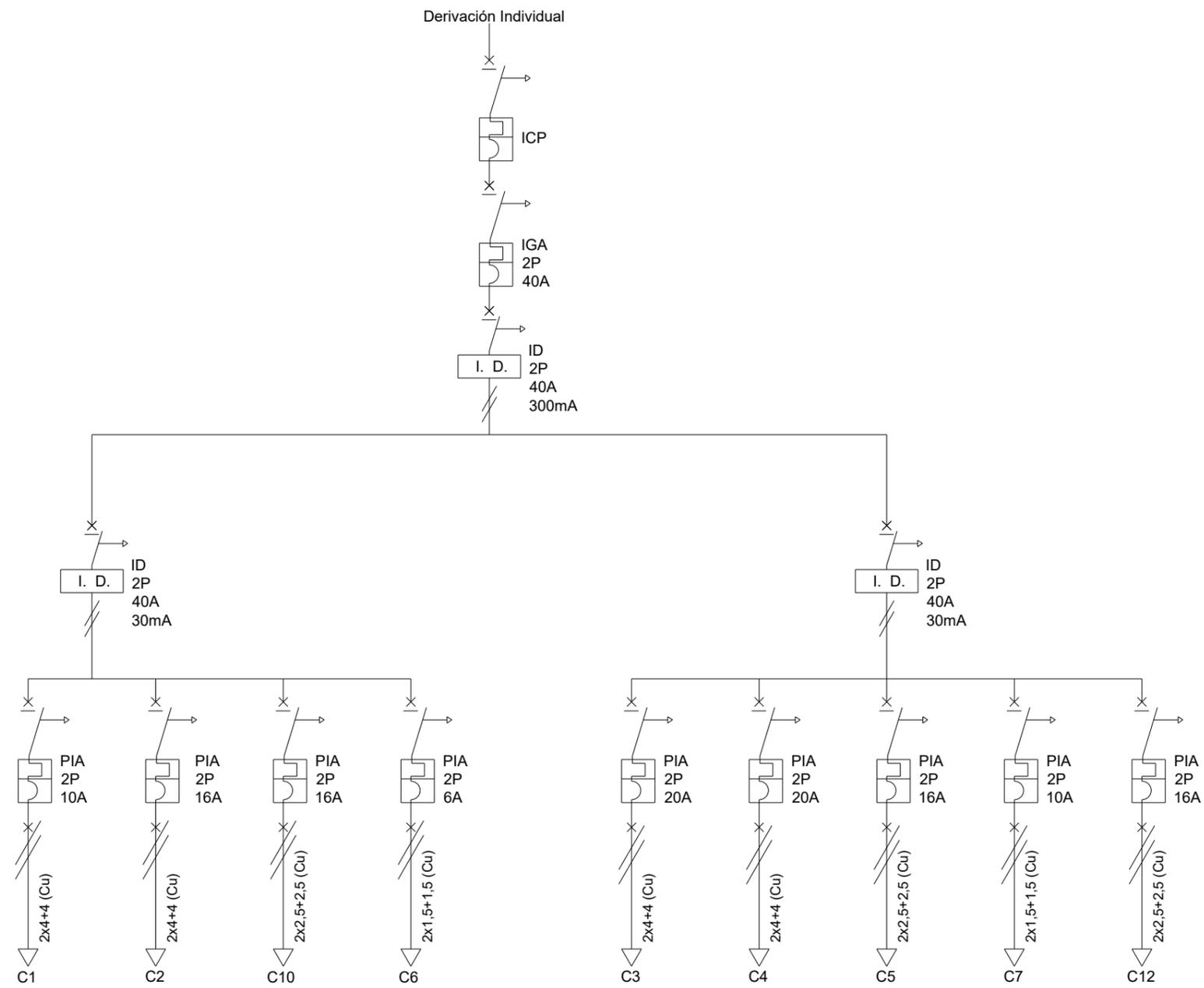
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN RESIDENCIAL		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Esquemas unifilares del proyecto. Ejemplo de un portal.		Autor: JORGE MARTÍNEZ GARCÍA	
Julio 2024	Tamaño ISO A3		PLANO UNIFILARES Nº3



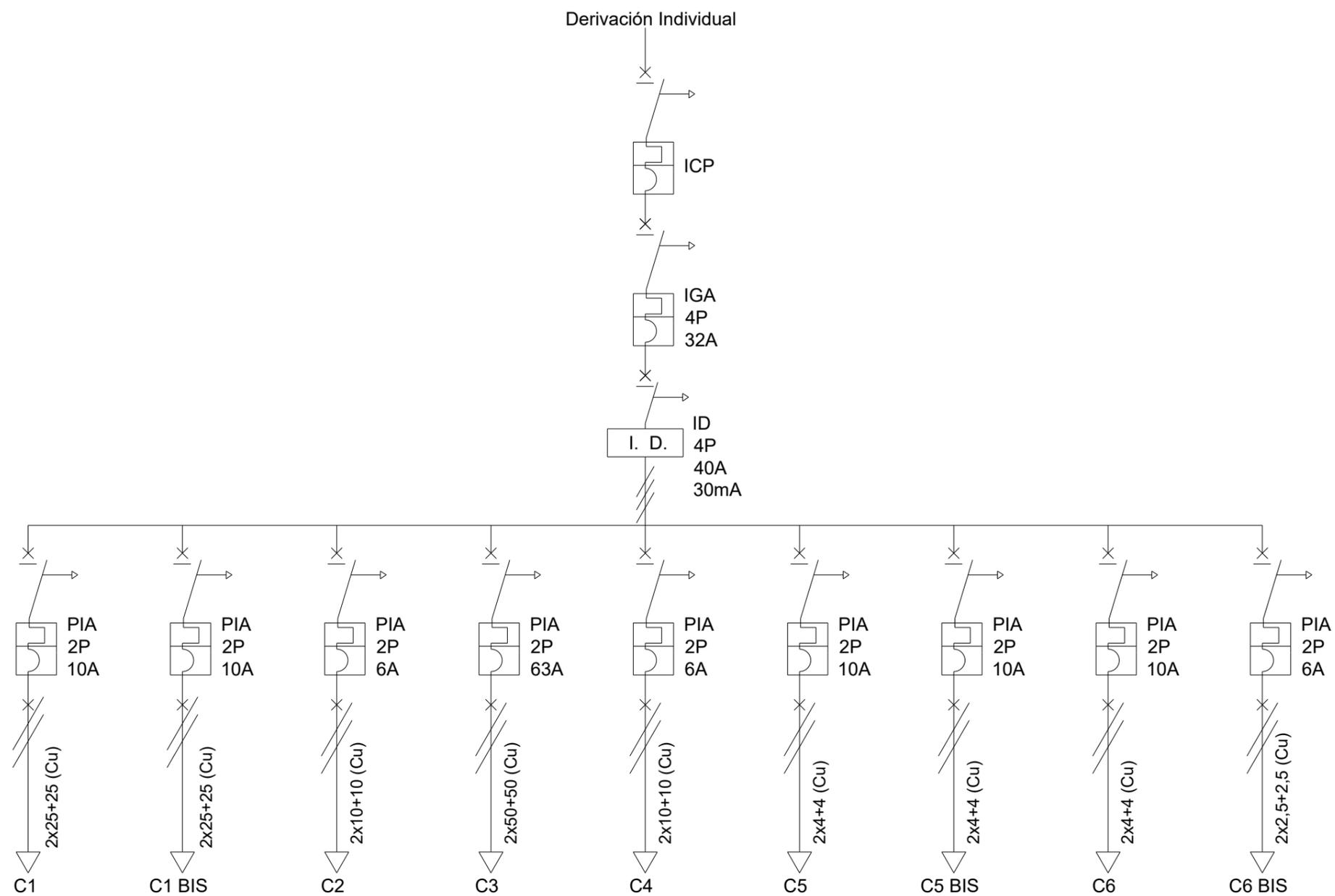
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN RESIDENCIAL		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Esquemas unifilares del proyecto. Ejemplo de servicios generales de un portal		Autor: <i>JORGE MARTÍNEZ GARCÍA</i>	
Julio 2024	Tamaño ISO A3	PLANO UNIFILARES Nº4	



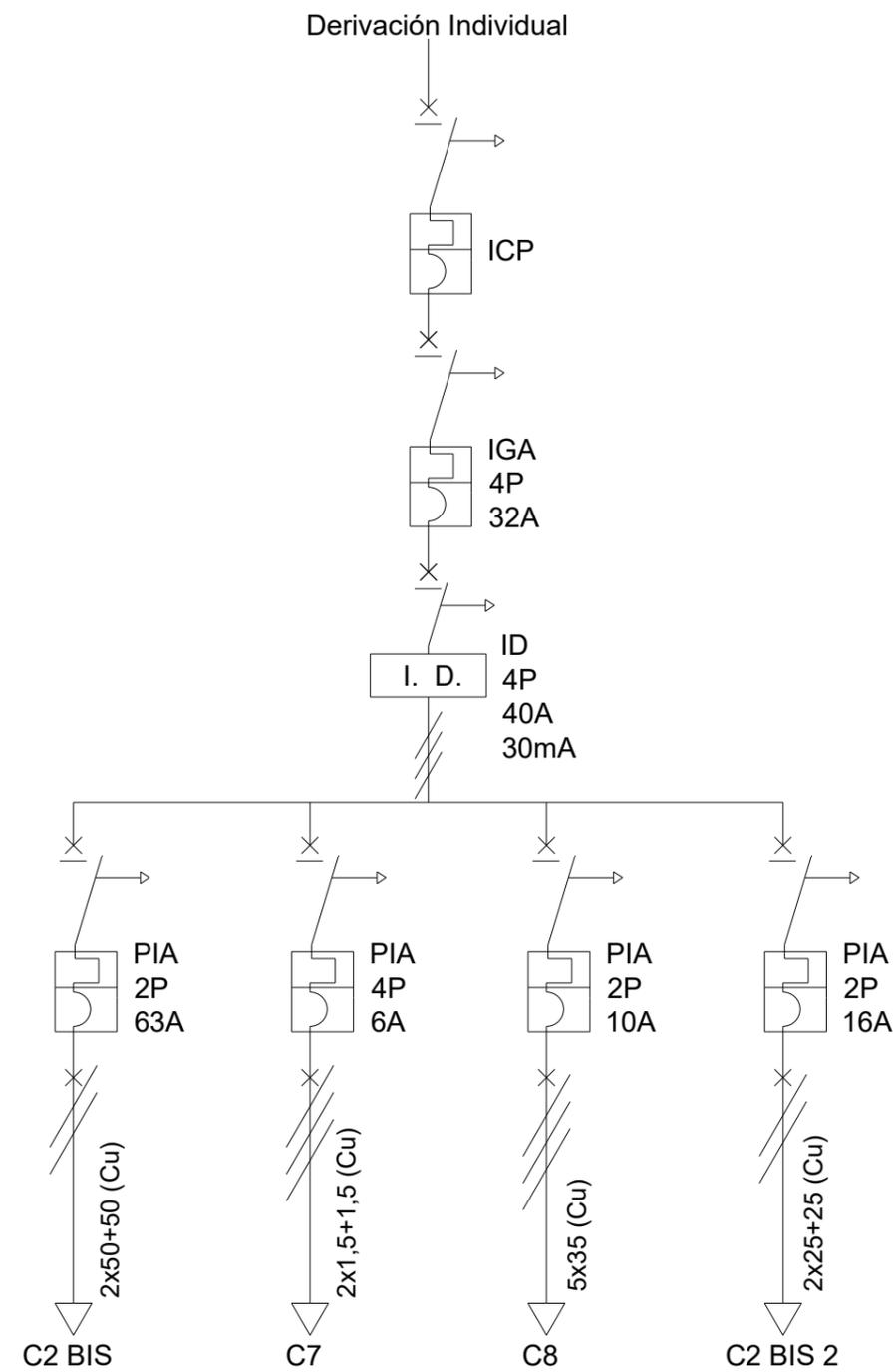
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN RESIDENCIAL		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Esquemas unifilares del proyecto. Viviendas de las plantas baja y primera.		Autor: JORGE MARTÍNEZ GARCÍA	
Julio 2024	Tamaño ISO A3	PLANO UNIFILARES N°5	



INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN RESIDENCIAL		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Esquemas unifilares del proyecto. Viviendas dúplex de la segunda y tercera planta.		Autor: <i>JORGE MARTÍNEZ GARCÍA</i>	
Julio 2024	Tamaño ISO A3	PLANO UNIFILARES N°6	



INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN RESIDENCIAL	UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Esquemas unifilares del proyecto. Garaje 1	Autor: JORGE MARTÍNEZ GARCÍA	
Julio 2024	Tamaño ISO A3	PLANO UNIFILARES Nº7



INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN RESIDENCIAL		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ETS DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	
Esquemas unifilares del proyecto. Garaje 2.		Autor: <i>JORGE MARTÍNEZ GARCÍA</i>	
Julio 2024	Tamaño ISO A3	PLANO UNIFILARES N°8	

5. PLIEGOS DE CONDICIONES

5. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

ÍNDICE DE LOS PLIEGOS DE CONDICIONES GENERALES

5. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES	143
5.1. Pliego de condiciones generales	145
5.1.1. Ámbito de aplicación	145
5.1.2. Disposiciones generales	145
5.1.3. Condiciones facultativas generales.....	145
5.1.4. Seguridad en el trabajo	146
5.1.5. Seguridad pública	147
5.1.6. Datos de obra	147
5.1.7. Replanteo de obra	147
5.1.8. Condiciones generales	148
5.1.9. Planificación y coordinación	148
5.1.10. Acopio de materiales	149
5.1.11. Inspección y medidas previas al montaje	149
5.1.12. Planos, catálogos y muestras	149
5.1.13. Variaciones de proyecto y cambio de materiales	150
5.2. Pliego de condiciones técnicas.....	150
5.2.1. Generalidades.....	150
5.2.2. Instalaciones eléctricas.....	150
5.2.3. Sistemas de instalación	154
5.2.4. Red de Tierra	157
5.2.5. Protección contra incendios (Alumbrado de emergencia).....	158
5.3. PLIEGOS DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.....	159
5.3.1. Cooperación entre instaladores	159
5.3.2. Protección de los materiales.....	159
5.3.3. Limpieza en obra	160
5.3.4. Andamios y aparejos	160
5.3.5. Obras de albañilería.....	160
5.3.6. Energía eléctrica y agua.....	161
5.3.7. Ruidos y vibraciones	161
5.3.8. Accesibilidad	162
5.3.9. Canalizaciones.....	162
5.3.10. Tubos pasamuros	163

5.3.11.	Protección de elementos sometidos a temperaturas elevadas.....	164
5.3.12.	Cuadros y líneas eléctricas.....	164
5.3.13.	Pinturas y colores	164
5.3.14.	Identificación	165
5.3.15.	Pruebas a los trabajos realizados	165
5.3.16.	Pruebas finales	166
5.3.17.	Recepción provisional	166
5.3.18.	Periodos de garantía	167
5.3.19.	Recepción definitiva	168
5.4.	PLIEGO DE CONDICIONES ECONÓMICAS	168
5.4.1.	Permisos.....	168
5.4.2.	Repuestos, herramientas y útiles específicos	168
5.4.3.	Subcontratación de las obras.....	168
5.4.4.	Riesgos	169
5.4.5.	Rescisión del contrato.....	169
5.4.6.	Pago de obra	170
5.4.7.	Disposiciones finales.....	170

5.1. Pliego de condiciones generales

5.1.1. Ámbito de aplicación

En el presente pliego de condiciones se procederá a determinar los requisitos a los que se deberá ajustar la ejecución de las instalaciones, las cuales, tendrán especificadas en el presente proyecto sus respectivas características técnicas.

5.1.2. Disposiciones generales

Por parte del instalador, se deberá asegurar el correcto cumplimiento de la Reglamentación del Trabajador correspondiente a los trabajos realizados, la contratación de un seguro obligatorio, subsidio familiar y vejez, seguro de enfermedad y todas las demás reglamentaciones de carácter social vigentes a fecha de firma del contrato. Concretamente, el instalador deberá asegurar cumplir lo dispuesto en la norma UNE24042 “Contratación de obras. Condiciones generales”, siempre y cuando el presente pliego de condiciones generales no indique nada contrario. De igual manera el instalador deberá estar provisto del correspondiente documento de calificación empresarial.

5.1.3. Condiciones facultativas generales

Las instalaciones del proyecto, además de lo prescrito en el presente pliego, deberán cumplir lo indicado en:

- R.D. N.º 8442/2002, por el que se aprueba el REBT.
- R.D. 1955/2000, del 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades referentes a el transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Decreto 363/2004, del 24 de agosto, por el cual se regula el procedimiento administrativo para la aplicación del REBT.
- Normas particulares y normalización de la empresa suministradora de energía eléctrica.
- Normas tecnológicas de la edificación, instalaciones de baja tensión, alumbrado interior y puestas a tierra.

- R.D. 1942/1993, reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- R.D. 314/2006, del 17 de marzo, por el cual se aprueba el código técnico de la edificación (CTE).
- Ley 31/1995, del 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales (PRL).
- R.D. 1927/1997, del 27 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo.
- R.D. 485/1997, del 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad en el trabajo.
- R.D. 1215/1997, del 18 de julio, sobre disposiciones mínimas en materia de uso de los equipos de trabajo por parte de los trabajadores.
- R.D. 773/1997, del 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas en materia de utilización de las protecciones individuales por parte de los trabajadores.

5.1.4. Seguridad en el trabajo

El instalador deberá cumplir las condiciones que se indican en la ley 31/1995, del 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación, tanto leyes como reglamentación.

Por otro lado, es responsabilidad también de este llevar a cabo el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y otros útiles de trabajo para que estos estén en las condiciones adecuadas para su uso en el trabajo.

Por parte de los operarios que trabajen en circuitos o en la proximidad de equipos en tensión, deberán usar ropas con ausencia de elementos metálicos, así como evitarán el uso de herramientas u objetos, de uso innecesario, los cuales tengan partes fabricadas con este material. Los elementos que si tengan que ser usados se llevarán en bolsas adecuadas y se utilizarán calzados aislantes.

En caso de no cumplir estas condiciones por parte del personal de la contrata, el director de obra estará en su pleno derecho de suspender los trabajos, obligando a el personal

de la contrata a corregir esas partes que les exponen a peligros. Por otro lado, el director de obra tiene la potestad de exigir al instalador, siempre que se haga por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador, o en su extensión, la de sus compañeros.

Es también competencia del director de obra la exigencia al instalador, en cualquier momento, la presentación de los documentos acreditativos de formalización de los regímenes de Seguridad Social.

5.1.5. Seguridad pública

El instalador deberá tomar las precauciones máximas en todas las operaciones y usos de equipos con la finalidad de la protección de las personas, animales y objetos, corriendo de su cuenta las responsabilidades que se puedan generar por los accidentes que se ocasionen.

El instalador deberá tener una póliza de seguros que proteja tanto a él como a sus empleados frente a las responsabilidades ocasionadas por daños en los cuales se puedan incurrir por culpa de los trabajos realizados.

5.1.6. Datos de obra

Se entregarán al instalador una copia de los planos y de los pliegos de condiciones del proyecto. Este no podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la memoria, presupuesto o anexos del proyecto, todo ello deberá ser realizado con la correspondiente autorización del director de obra.

Por parte del instalador, salvo previa aprobación del director de obra, queda prohibido la realización de alteraciones, correcciones, omisiones o adiciones sustanciales de cualquiera de los datos fijados en el presente proyecto.

5.1.7. Replanteo de obra

Es responsabilidad del director de obra realizar el replanteo de las obras, esto siempre se realizará a posteriori de que el instalador esté en posesión del proyecto y previo inicio de los trabajos. Se deberá prestar atención especial a los puntos singulares, entregando

al instalador las referencias y datos necesarios para la fijación de la ubicación de estos. Se deberá levantar un acta por duplicado, en la cual constarán los datos entregados y que deberá estar firmado por ambas partes. Los gastos que originen estos trámites correrán por cuenta del instalador.

5.1.8. Condiciones generales

Es cometido del instalador realizar el suministro de los equipos y suministros indicados en planos, todo ello de acuerdo con el número, características, tipos y dimensiones fijados en el proyecto.

Si existiese una discordancia entre el número de unidades que aparecen en planos y la que aparece en presupuesto, prevalecerá siempre lo indicado en planos. Si las discordancias se originasen en el ámbito de la calidad, prevalecerá lo que aparezca definido en el presente proyecto. Si las dudas surgen sobre alguna interpretación técnica de cualquiera de los documentos del proyecto, prevalecerá el criterio de la dirección de obra.

5.1.9. Planificación y coordinación

A los diez días laborables de adjudicación de la obra y en una 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 los elementos.
- Montaje de los cuadros eléctricos, equipos de control, elementos de alumbrado y fuerza, sistema de PCI y de gestión de energía eléctrica.
- Puestas en marcha y pruebas finales.

La coordinación con otros instaladores que realicen otros trabajos en la misma zona correrá a cargo de la dirección facultativa, o en su defecto, de una persona designada por estos.

5.1.10. Acopio de materiales

De acuerdo con el plan de obra establecido, el instalador deberá de ir almacenando, en un lugar definido para tal fin, todos los materiales necesarios para la ejecución de la obra.

Esta zona de acopio de materiales deberá estar protegida contra los golpes y las condiciones climatológicas. Será responsabilidad del instalador la vigilancia de los materiales durante el almacenaje y el montaje. Dicha vigilancia incluye las 24 horas del día, así como los 365 días del año si el contrato no estipula lo contrario.

Se deberá dotar a la dirección facultativa de libre acceso a la zona de acopio de materiales para la inspección de los mismos, teniendo estos las capacidad de rechazar un material por su calidad o su estado. Siempre que un material represente dudas acerca de su calidad, la dirección facultativa tendrá todo el derecho de recabar muestras y enviarlas a un laboratorio para su comprobación.

5.1.11. Inspección y medidas previas al montaje

Antes del inicio de los trabajos de montaje, será competencia del instalador la realización del replanteo de todos los elementos de la instalación. Si existiese alguna discrepancia entre las medidas realizadas por el instalador y las que aparecen en los planos, será responsabilidad del instalador la notificación de estas diferencias a la dirección para las oportunas rectificaciones.

5.1.12. Planos, catálogos y muestras

Los planos de proyecto no deben ser considerados de carácter ejecutivo, sino indicativo de las posiciones. Para la situación exacta de los elementos el instalador deberá examinar atentamente los planos y detalles que componen el proyecto técnico de instalaciones. Será responsabilidad del instalador asegurar que no se producen interferencias entre los elementos de su competencia con los de los demás instaladores.

Los planos de detalle que deberá presentar el instalador a la dirección pueden ser sustituidos por folletos o catálogos del fabricante, siempre y cuando la información que aparezca en estos sea lo suficientemente clara. Ningún elemento podrá ser entregado

en obra hasta que se tenga la aprobación por escrito de la dirección. Esta documentación debe llegar a la dirección con la suficiente antelación para que estos la aprueben sin que esto ocasione retrasos en el trabajo.

5.1.13. Variaciones de proyecto y cambio de materiales

El instalador podrá proponer, en el momento de presentación de la oferta, cualquier variante sobre el proyecto que afecte al sistema o materiales, siempre y cuando esta sea debidamente justificada. La aprobación de las variantes presentadas por el instalador queda a criterio de la dirección.

Cualquier variación sobre el proyecto, la cual haya sido pedida por la dirección e incurra en un gasto extra sobre los trabajos, deberá ser efectuada por el instalador después de que este haya remitido a la dirección una oferta adicional en la cual se recogen los trabajos derivados de la petición efectuada por la dirección.

5.2. Pliego de condiciones técnicas

5.2.1. Generalidades.

El contratista se compromete a la utilización de los materiales que vienen especificados en proyecto, si por alguna causa se decide realizar un cambio respecto a lo que aparece en dicho documento, estos nuevos materiales deberán asegurar unas características similares a los prescritos previamente y, además, el contratista deberá de tener la autorización de la dirección facultativa.

Una vez se empiecen las obras de instalación, estas deberán de ser ejecutadas con continuidad salvo que el director de obra ordene el paro de alguna de las actividades.

El contratista deberá de disponer de todos los medios humanos y técnicos para una ejecución de las mismas dentro de los plazos acordados en contrato.

5.2.2. Instalaciones eléctricas.

Dispositivos generales e individuales

La colocación de los dispositivos generales de mando e individuales de mando y protección de los circuitos deberán estar a una altura, medida desde nivel de suelo, de

entre 1 y 2 m. Las envolventes de los cuadros deberán cumplir las normas UNE 60.670-1 y UNE-EN 60.439-3, con un grado de protección mínimo IP30 según UNE 60529 e IK07 según UNE-EN 62262.

La envolvente para el interruptor de control de potencia (ICP) deberá ser precintable y su dimensionamiento será de acuerdo con el tipo de suministro y tarifa a aplicar (corriendo esto a cargo de la empresa suministradora).

El instalador fijará de forma permanente sobre el cuadro de distribución una placa, en la que conste el nombre o marca comercial, fecha de realización de la instalación y la intensidad asignada del interruptor general automático.

Si se implanta un interruptor diferencial por circuito (ID), se podrá prescindir del general, siempre y cuando cada interruptor asignado a cada circuito proteja debidamente la instalación. En el caso de instalación de más de un interruptor diferencial en serie, se deberá de asegurar una selectividad entre ellos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección deberán de estar interconectadas y unidas por medio del conductor de protección a una misma toma de tierra.

Instalación interior.

La tensión asignada no será en ningún caso inferior a 450/750 V. La sección de los conductores a utilizar se determinará de tal forma que la caída de tensión entre el origen de la línea y cualquier punto terminal no sea superior al 3% en el caso de alumbrado y al 5% en el resto de los supuestos.

Dicho valor de caída de tensión máxima podrá ser compensado entre la de la instalación interior y la de la derivación individual, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores máximos especificados para ambas. Si existe alguna instalación que se alimente directamente con alta tensión, mediante el uso de un transformador propio, se considerará que el origen de la instalación interior está en la salida de dicho transformador.

Las intensidades máximas admisibles por los conductores estarán regidas por lo indicado en la norma UNE 60634-5-52. En las zonas donde exista un riesgo de incendio, dicha intensidad máxima admisible deberá verse reducida en un 15%.

En instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, la sección de conductor neutro tendrá una sección como mínimo igual a la de las fases. No se podrá utilizar el mismo neutro para varios circuitos.

Aparatos de protección.

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

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

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

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

Los interruptores diferenciales podrán proteger a uno o varios circuitos a la vez, provocando la apertura de estos cuando se produzca un defecto en alguno de ellos.

Identificación de los conductores.

Los conductores de la instalación deberán de ser fácilmente identificables, en especial, el conductor de protección y el neutro. Esta identificación se realizará por medio de los colores de los cuales estarán compuestos los aislantes. El código de colores de obligatoria utilización aparece definido en la ITC-BT-19, apartado 2.2.4, del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT).

Subdivisiones de las instalaciones.

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones que se puedan originar a causa de averías afecten a zonas localizadas y no se extiendan por la instalación de toda la urbanización. Para la cumplimentación de esto se deberá coordinar adecuadamente todos los dispositivos de protección, además, deberán de ser selectivos con los dispositivos de protección generales que les precedan.

Toda instalación se dividirá en varios circuitos a fin de:

- Evitar las interrupciones innecesarias de todo el circuito y limitar las consecuencias en caso de fallo.
- Facilitar las verificaciones, ensayos y mantenimientos.
- Evitar los riesgos que puedan surgir del fallo de un solo circuito, el cual pudiera ser dividido.

Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica

La rigidez dieléctrica será tal que, con la desconexión de los aparatos de utilización, resista durante 1 minuto una prueba de tensión de $2U + 1000$ V a frecuencia de 50 Hz, siendo la U la tensión máxima de servicio, y con un mínimo de 1500 V.

Las corrientes de fuga originadas no podrán ser superiores a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

Conexiones eléctricas

En ningún caso se podrá permitir la unión de dos o más conductores mediante conexiones y/o derivaciones realizadas por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, si no que deberán ser realizadas siempre utilizando bornes de

conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión, en alguno de los casos se puede permitir el uso de bridas de conexión. Todo esto deberá de ser realizado dentro de cajas de empalme o de derivación.

Si los conductores son del tipo de varios alambres cableados, las conexiones se realizarán de forma que la corriente se reparta por todos los alambres que componen el cableado.

5.2.3. Sistemas de instalación

Conductores aislados bajo tubos protectores

Los cables utilizados serán de una tensión asignada no inferior 450/750 V, los cuales deberán tener un aislante con mezclas termoplásticos o termoestables. Los tubos serán metálicos, rígidos o flexibles, con las siguientes características.

- Resistencia a compresión fuerte.
- Resistencia a impacto fuerte.
- Temperatura mínima de instalación -5°C.
- Temperatura máxima de instalación 60°C.
- Resistencia al curvado media.
- Propiedad eléctrica: Continuidad eléctrica/aislante.
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos.
- Resistencia a la penetración del agua.
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos.

El diámetro exterior mínimo de los tubos se obtendrá por medio de las tablas que se indican en la ITC-BT-21, en función del número y la sección de los conductores que irán por el interior de estos. Para la ejecución de las canalizaciones se deberán de tener en cuenta las siguientes prescripciones generales.

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

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

para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.

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

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

- Los tubos se fijarán a las paredes por medio de bridas o abrazaderas con protección contra la corrosión.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que sean instalados.
- En las alineaciones, las desviaciones del eje del tubo a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2%.
- Es conveniente disponer los tubos, a una altura mínima de 2,50 m sobre el suelo, debiendo ser estos protegidos contra daños mecánicos.

Conductores aislados bajo canales protectoras

Las canales protectoras están constituidas por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable.

Los cables, como ya se ha mencionado anteriormente, serán de tensión asignada 450/750 V, aislados con mezclas de termoplásticos o termoestables. Las canales serán metálicas y tendrán las siguientes características.

- Resistencia fuerte a impactos.
- Temperaturas mínimas de instalación y servicio de 15 °C para canales con $L < 16$ mm y 5°C para canales con $L > 16$ mm.
- Temperatura máxima de la instalación de 60°C.

- Propiedades eléctricas: canales aislantes para $L < 16$ mm y canales con continuidad eléctrica/aislante $L > 16$ mm.
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos de grado 4 para canales con una $L < 16$ mm y de grado 2 para canales con una $L > 16$ mm.

Las canales protectoras deberán tener un nivel de protección mínimo de IP4 y serán del tipo “Canales con tapa de acceso que solo puede abrirse con un útil”. En su interior se podrán colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corriente, dispositivos de mando y control, etc., siempre y cuando esto este fijado de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama. Dichas características serán conformes a las normas de la serie UNE-EN 50.085-2-3.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al local donde se efectúa la instalación. Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada. La tapa de las canales quedará siempre accesible.

5.2.4. Red de Tierra

Conductores de equipotencialidad

El conductor principal del circuito equipotencial no puede tener una sección inferior a la mitad de la del conductor de protección de sección mayor de la instalación, con un mínimo de 6 mm^2 , no obstante, se permite una reducción de la sección a $2,5 \text{ mm}^2$ si el conductor es de cobre.

La unión equipotencial suplementaria puede ser asegurada por medio de elementos conductores no desmontables, como por ejemplo estructuras metálicas no

desmontables, o bien por conductores suplementarios, incluso por una combinación de ambos.

Resistencia de las tomas de tierra

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

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

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

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

Cuadro de distribución de baja tensión

Deberá de tener las dimensiones calculadas en el proyecto, para que pueda albergar toda la aparamenta y dispositivos necesarios de la instalación eléctrica. Junto al cuadro se podrá colocar una batería de condensadores con la finalidad de mejorar el factor de potencia de la instalación, siempre sin excederse en esta operación ya que podría acabar en un sobrecoste en la factura de la luz para los usuarios.

5.2.5. Protección contra incendios (Alumbrado de emergencia)

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

- Será fija, estará provista de fuente propia de energía y entrará automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo de alimentación a la instalación de alumbrado normal, entendiéndose por

fallo el descenso de la tensión de alimentación por debajo del 70 % de su valor nominal.

- Mantendrá las condiciones de servicio que se relacionan a continuación, durante una hora, como mínimo, desde el momento en que se produzca el fallo.
- Proporcionará una iluminancia de 1 lux, como mínimo, en el nivel del suelo en los recorridos de evacuación.
- La iluminancia será, como mínimo, de 5 lux en los espacios definidos anteriormente.
- La uniformidad de la iluminación proporcionada en los distintos puntos de cada zona será tal que el cociente entre la iluminancia máxima y la mínima sea menor que 40.

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

5.3. PLIEGOS DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

5.3.1. Cooperación entre instaladores

El instalador deberá cooperar con los otros instaladores que se encuentren efectuando trabajos referentes a otras áreas. Si el instalador, sin previa coordinación por parte de la dirección, efectúa cualquier trabajo que conlleve un conflicto con otros oficios, será responsabilidad de este corregir su trabajo sin cargo alguno para la propiedad.

5.3.2. Protección de los materiales

Será competencia del instalador la protección de sus materiales contra los desperfectos durante el almacenamiento en obra y una vez instaladas, en particular, deberá asegurar que los materiales aislantes no se mojan o ni si quiera se humedecen.

Los aparatos y máquinas deberán estar debidamente protegidos durante el transporte, el almacenamiento y montaje, y más concretamente, sus aperturas de conexión. Las protecciones deberán impedir la entrada de cuerpos extraños dentro del aparato, así como los daños mecánicos que se puedan ocasionar en las superficies de acoplamiento. También se debe prestar especial atención a la oxidación, las partes susceptibles a sufrirla deberán recubrirse con pintura antioxidante, la cual se retirará cuando se realice el acoplamiento.

El instalador será responsable de los materiales y equipos hasta la recepción provisional de obra.

5.3.3. Limpieza en obra

Durante la ejecución de los trabajos el instalador deberá de asegurar la limpieza de las zonas de trabajo, esto será llevado a cabo mediante la evacuación de los materiales sobrantes que se generen en obra. Asimismo, se deberán de limpiar bien todas las unidades terminales al final de la obra.

La finalidad de la realización de estos trabajos es la de reducir la presencia de elementos en la zona de trabajo que puedan provocar caídas al personal, incurriendo esto en accidentes de obra.

5.3.4. Andamios y aparejos

Se deberán de suministrar, al igual que la mano de obra, los aparatos necesarios para el movimiento tanto horizontal como vertical de los materiales por la obra hasta el punto de trabajo que les corresponda.

El movimiento de aquellos materiales pesados o voluminosos se realizará bajo cargo y responsabilidad del instalador, a no ser, que haya otro documento que indique lo contrario.

5.3.5. Obras de albañilería

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

incluyen aperturas y cierres de rozas y pasos de muros, recibido a fábricas de soportes, cajas, rejillas, etc., perforación y cierres de elementos estructurales horizontales y verticales, ejecución y cierres de zanjas, ejecución de galerías, fosos, bancadas, forjados flotantes, pinturas, alicatados, etc. En cualquier caso, estos trabajos deberán realizarse bajo la responsabilidad del contratista que suministrará, cuando sea necesario, los planos de detalles.

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

5.3.6. Energía eléctrica y agua

Todos los gastos que sean relativos al consumo de energía eléctrica y agua, en los cuales incurra el instalador para la realización de sus trabajos, correrá a cargo de este, salvo que en otro documento se indique lo contrario.

También se incluyen en estos gastos los referentes a todas las pruebas que el instalador debiera realizar para asegurar el correcto funcionamiento de sus instalaciones, previo entrega de los trabajos. Será obligación de este dar a conocer al cliente las necesidades de potencia/caudal antes de comenzar los trabajos.

5.3.7. 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.

Todas las correcciones realizadas con la finalidad de la reducción de los ruidos provocados por los trabajos deberán ser aprobados por la dirección facultativa. Toda conexión que se realicen entre las canalizaciones y equipos con partes en movimiento deberán realizarse con elementos flexibles con la finalidad de reducir las vibraciones que se puedan originar y la propagación de estas.

5.3.8. Accesibilidad

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

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

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

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

El Instalador deberá situar todos los equipos que necesitan operaciones periódicas de mantenimiento en un emplazamiento que permita la plena accesibilidad de todas sus partes, ateniéndose a los requerimientos mínimos más exigentes entre los marcados por la Reglamentación vigente y los recomendados por el fabricante.

El Instalador deberá suministrar a la empresa constructora la información necesaria para el exacto emplazamiento de puertas o paneles de acceso elementos ocultos de la instalación, como válvulas, compuertas, unidades terminales, elementos de control, etc.

5.3.9. Canalizaciones

Antes de su colocación, todas las canalizaciones deberán reconocerse y limpiarse de cualquier cuerpo extraño, como rebabas, óxidos, suciedades, etc. La alineación de las canalizaciones en uniones, cambios de dirección o sección y derivaciones se realizará con los correspondientes accesorios o piezas especiales, centrando los ejes de las canalizaciones con los de las piezas especiales, sin tener que recurrir a forzar la canalización.

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

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

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

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

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

5.3.10. Tubos pasamuros

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

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

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

Los manguitos serán construidos con chapa de acero galvanizado de 6/10 mm de espesor o con tubería de acero galvanizado, con dimensiones suficientes para que pueda pasar con holgura la conducción con su aislamiento térmico. De otra parte, la holgura

no podrá ser superior a 3 cm a lo largo del perímetro de la conducción. No podrá existir ninguna unión de tuberías en el interior de manguitos pasamuros.

5.3.11. Protección de elementos sometidos a temperaturas elevadas

Toda superficie que se encuentre en la zona de trabajo, la cual pueda encontrarse en algún momento de este a una temperatura elevada, deberá estar debidamente protegida mediante un aislamiento térmico calculado para que la superficie, tras la colocación de dicha protección, no supere los 60°C.

5.3.12. Cuadros y líneas eléctricas

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

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

La instalación eléctrica cumplirá con las exigencias marcadas por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. La Empresa Instaladora Eléctrica será responsable de la alimentación eléctrica a todos los cuadros arriba mencionados, que estará constituida por 3 fases, neutro y tierra.

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

5.3.13. Pinturas y colores

Todas las conducciones de las instalaciones estarán señalizadas de acuerdo con lo que indican las normas UNE, dichas indicaciones recogen que estas señalizaciones deben

realizarse por medio de franjas, anillos y flechas dispuestos sobre las superficies exteriores de las mismas, o en su defecto, sobre el aislamiento térmico correspondiente.

Los colores asignados a los equipos y aparatos serán los de fábrica. Los desperfectos ocasionados deberán ser arreglados en obra con la consiguiente aprobación de la dirección facultativa.

5.3.14. Identificación

Al final de la obra, todos los aparatos, equipos y cuadros eléctricos deberán marcarse con una chapa de identificación, sobre la cual se indicarán nombre y número del aparato. La escritura deberá ser de tipo indeleble, pudiendo sustituirse por un grabado. Los caracteres tendrán una altura no menor de 50 mm. En los cuadros eléctricos todos los bornes de salida deberán tener un número de identificación que se corresponderá al indicado en el esquema de mando y potencia.

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

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

5.3.15. Pruebas a los trabajos realizados

El Instalador pondrá a disposición todos los medios humanos y materiales necesarios para efectuar las pruebas parciales y finales de la instalación, efectuadas según se indicará a continuación para las pruebas finales y, para las pruebas parciales, en otros capítulos de este pliego de condiciones. Las pruebas parciales estarán precedidas de una comprobación de los materiales al momento de su recepción en obra.

Cuando el material o equipo llegue a obra con Certificado de Origen Instalador, que acredite el cumplimiento de la normativa en vigor, nacional o extranjera, su recepción se realizará comprobando, únicamente sus características aparentes. Cuando el material o equipo esté instalado, se comprobará que el montaje cumple con las exigencias marcadas en la respectiva especificación (conexiones hidráulicas y eléctricas, fijación a la estructura del edificio, accesibilidad, accesorios de seguridad y funcionamiento, etc.).

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

5.3.16. Pruebas finales

Las pruebas finales se deberán realizar una vez se hayan realizado las pruebas antes mencionadas y se hayan realizado los ajustes necesarios, en caso de ser necesarios. Estas pruebas deberán ser realizadas bajo la supervisión de la dirección facultativa siempre y cuando esta así lo requiera.

5.3.17. Recepción provisional

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

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

- Una copia reproducible de los planos definitivos, debidamente puestos al día, comprendiendo como mínimo, el esquema de principio, el esquema de control y seguridad, el esquema eléctrico, los planos de ubicación de

los cuadros de control y eléctricos, y los planos de plantas donde se deberá indicar el recorrido de las conducciones de distribución de las instalaciones.

- Memoria de la instalación realizada, en la cual se expondrán las bases del proyecto y los criterios adoptados para la realización de la misma.
- Una relación de los materiales y equipos empleados, esto se puede realizar por medio de un dossier que incluya todas las fichas técnicas de los mismos.
- Manuales de instrucciones de las instalaciones.
- Certificado de las instalaciones presentado ante la consejería de industria y energía de la comunidad autónoma.
- Libro de mantenimiento.
- Lista de repuestos recomendados y planos de despiece de cada unidad.

La Dirección facultativa entregará los mencionados documentos al Titular de la instalación, junto con las hojas 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 cumplierse estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

5.3.18. Periodos de garantía

El periodo de garantía será el indicado en el contrato y empezará a correr desde el día de entrega del acta de recepción. Hasta la entrega del acta de recepción definitiva, será el instalador el responsable de la conservación de las instalaciones ejecutadas en obra, corriendo de su cargo las reparaciones que se estimen oportunas realizar por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

5.3.19. Recepción definitiva

Al término del plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los seis meses desde la recepción provisional de obra, se procederá a la recepción definitiva, con el levantamiento de acta correspondiente en presencia del director de obra y del representante del instalador. Ambos firmarán dicho acta, la cual deberá ser ratificada por la dirección facultativa.

5.4. PLIEGO DE CONDICIONES ECONÓMICAS

5.4.1. Permisos

El instalador junto con la dirección facultativa deberá encargarse de gestionar la obtención de todos los permisos necesarios relativos a las instalaciones que va a ejecutar del presente proyecto. Todo esto se realizará con la redacción de los documentos necesarios, los cuales deberán estar visados por el colegio oficial correspondiente.

5.4.2. Repuestos, herramientas y útiles específicos

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

5.4.3. Subcontratación de las obras

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la Obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra.

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

- Que se dé conocimiento por escrito a la Dirección facultativa del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.

- Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no excedan del 50% del presupuesto total de la obra principal.

Todas las empresas subcontratadas en la realización de los trabajos deberán aparecer en el libro de subcontratación que deberá tener el administrativo de la obra.

5.4.4. Riesgos

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

El Instalador será responsable de los daños causados a instalaciones y materiales en caso de incendio, robo, cualquier clase de catástrofes atmosféricas, etc., debiendo cubrirse de tales riesgos mediante un seguro. Asimismo, el Instalador deberá disponer también de seguro de responsabilidad civil frente a terceros, por los daños y perjuicios que, directa o indirectamente, por omisión o negligencia, se puedan ocasionar a personas, animales o bienes como consecuencia de los trabajos por ella efectuados o por la actuación del personal de su plantilla o subcontratado.

5.4.5. Rescisión del contrato

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

Serán asimismo causas de rescisión el incumplimiento repetido de las condiciones técnicas, la demora en la entrega de la obra por un plazo superior a tres meses y la manifiesta desobediencia en la ejecución de la obra. La apreciación de la existencia de las circunstancias enumeradas en los párrafos anteriores corresponderá a la Dirección facultativa. En los supuestos previstos en los párrafos anteriores, la Propiedad podrá unilateralmente rescindir el contrato sin pago de indemnización alguna y solicitar indemnización por daños y perjuicios, que se fijará en el arbitraje que se practique.

El Instalador tendrá derecho a rescindir el contrato cuando la obra se suspenda totalmente y por un plazo de tiempo superior a tres meses. En este caso, el Instalador

tendrá derecho a exigir una indemnización del cinco por ciento del importe de la obra pendiente de realización, aparte del pago íntegro de toda la obra realizada y de los materiales situados a pie de obra.

5.4.6. Pago de obra

El pago de obras realizadas se hará a término de estas 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 estas, con arreglo a las disposiciones vigentes, y los gastos que se originen por inspección y vigilancia facultativa, cuando la Dirección Técnica estime preciso establecerla.

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

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

5.4.7. Disposiciones finales

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.

6. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

6. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

ÍNDICE DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

6. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	172
6.1. INTRODUCCIÓN.....	174
6.2. FASES DE OBRA CON IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS.....	175
6.2.1. Instalaciones eléctricas	175
6.3. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LOS LUGARES DE TRABAJO 176	
6.3.1. Introducción	176
6.3.2. Obligaciones del empresario	176
6.4. DISPOSICIONES EN MATERIA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	180
6.4.1. Introducción	180
6.4.2. Obligaciones del empresario	181
6.4.3. Condiciones de señalización	181
6.5. DISPOSICIONES DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.	182
6.5.1. Introducción	182
6.5.2. Obligaciones del empresario	182
6.5.3. Disposiciones generales aplicables a los equipos de trabajo	183
6.5.4. Disposiciones generales aplicables a los equipos de trabajo móviles	184
6.5.5. Disposiciones generales aplicables a los equipos de trabajo para elevación de cargas 185	
6.5.6. Disposiciones adicionales aplicables a la maquinaria y herramienta.....	186
6.5.7. Disposiciones mínimas adicionales aplicables en medios auxiliares.....	187
6.6. DISPOSICIONES DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES FRENTE AL RIESGO ELÉCTRICO	189
6.6.1. Introducción	189
6.6.2. Obligaciones del empresario	189
6.6.3. Instalaciones eléctricas	190
6.6.4. Formación e información de los trabajadores	191
6.7. MEDIDAS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIS).....	191
6.7.1. Afecciones en la piel por dermatitis de contacto	192
6.7.2. Quemaduras físicas y químicas	192
6.7.3. Proyecciones de objetos y/o fragmentos	192

6.7.4.	Ambiente pulvígeno	192
6.7.5.	Aplastamientos	193
6.7.6.	Atrapamiento.....	193
6.7.7.	Caída de objetos y/o máquinas.....	193
6.7.8.	Caídas de personas a distinto nivel.....	193
6.7.9.	Contactos eléctricos directos	193
6.7.10.	Exposición a la soldadura	193
6.7.11.	Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria	194
6.7.12.	Pisada de objetos punzantes	194
6.7.13.	Sobreesfuerzos	194
6.7.14.	Ruido.....	194
6.8.	LEGISLACIÓN, NORMATIVAS Y CONVENIOS DE APLICACIÓN AL PRESENTE ESTUDIO	194
6.8.1.	Legislación	194
6.8.2.	Normativas	195
6.8.3.	Convenios.....	196
6.9.	CONCLUSIONES	196

6.1. INTRODUCCIÓN

El promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud, en aquellos proyectos de obras no incluidos en ninguno de los supuestos previstos en el apartado siguiente:

- Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.800 €.
- Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- Que el volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
- Que se trate de obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

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

El artículo 7 de dicho Real Decreto indica que, se debe elaborar un plan de seguridad y salud en el trabajo en el cual se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el presente documento. Dicho plan deberá ser aprobado antes del inicio de las obras por el coordinador de seguridad.

Otro artículo de interés perteneciente al ya nombrado Real Decreto es el número 10 que establece que se aplicarán todos los principios de acción preventiva recogidos en el artículo 15 de la "Ley de Prevención de Riesgos Laborales" (Ley 31/1995, de 8 de noviembre) durante la ejecución de la obra. Como ley, establece un marco legal a partir del cual las normas reglamentarias irán fijando y concretando los aspectos más técnicos de las medidas preventivas. Estas normas complementarias pueden ser resumidas de la siguiente manera:

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

6.2. FASES DE OBRA CON IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

6.2.1. Instalaciones eléctricas

- Afecciones en la piel en contacto.
- Quemaduras físicas y químicas.
- Proyecciones de objetos.
- Ambiente polvoriento.
- Animales y/o parásitos.
- Aplastamientos.
- Atropellos y/o colisiones.
- Caída de objetos y/o máquinas.
- Caída de personas al mismo y distinto nivel.
- Contactos eléctricos directos.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Desprendimientos.
- Exposición a fuentes luminosas.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Pisada sobre objetos punzantes.
- Sobreesfuerzos.
- Ruido.

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

6.3.1. Introducción

En este primer apartado se fijarán los aspectos más técnicos de las medidas preventivas, en cuanto a la garantía de la seguridad y salud en los puestos de trabajo, de tal forma que esto no derive en riesgos para los trabajadores.

Las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo se encuentran en el R.D. 486/1997. En dicho Real Decreto se define puesto de trabajo como aquel lugar, en zonas edificadas o no, en la que los trabajadores deberán de permanecer o acceder debido a su trabajo, sin incluir las obras de construcción temporal o móvil.

6.3.2. Obligaciones del empresario

Será obligación del empresario asegurar la correcta cumplimentación de las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, para ello este deberá de tomar todas las medidas preventivas necesarias.

Estas disposiciones mínimas se agrupan en seis grandes divisiones en función del tema al que vayan referidas:

- Condiciones constructivas.
- Orden, limpieza y mantenimiento.
- Condiciones ambientales.
- Condiciones de iluminación mínima.
- Servicios higiénicos y locales de descanso.
- Material y locales de primeros auxilios.

Condiciones constructivas

El diseño y características de los lugares de trabajo deberán de ofrecer seguridad frente a riesgos como, por ejemplo, resbalones o caídas. Asimismo, todos los lugares deberán

de ofrecer una facilitación del control de situaciones de emergencia, especialmente en el caso de incendios, asegurando la rápida actuación y evacuación de los trabajadores.

Para asegurar el cumplimiento de todo lo mencionado, se realizarán una serie de medidas:

- El pavimento será elaborado de un material consistente, anti-resbalones y será homogéneo y liso.
- Las paredes serán lisas, guarnecidas o pintadas en tonos claros.
- Los techos deberán proteger a los trabajadores de las inclemencias del tiempo y ser suficientemente consistentes.
- Todos los elementos estructurales deberán ser sólidos y resistentes de acuerdo con las cargas que tendrán que soportar.
- Las dimensiones de los locales de trabajo deberán permitir que los trabajadores realicen su trabajo sin riesgos para su seguridad y salud, en condiciones ergonómicas aceptables, adoptando una superficie libre superior a 2 m² por trabajador, un volumen mayor a 10 m³ por trabajador y una altura mínima desde el piso al techo de 2,50 m.
- En los lugares de trabajo en los que exista un riesgo de caída, de contacto o de exposición a elementos agresivos, serán debidamente señalizados.
- Las vías de circulación serán utilizadas conforme a su uso previsto con total seguridad. La anchura mínima de las puertas exteriores y los pasillos será de 100 cm.
- Las puertas de las escaleras no se abrirán directamente sobre un escalón, si no sobre un descansillo con una anchura mínima igual que la del escalón.
- Los escalones de las escaleras tendrán un pavimento no resbaladizo y con una pendiente que variará entre el 8 y el 12 %, la anchura mínima de estos será de 55 cm para escaleras de servicio y de 1 m para escaleras de uso general.

- Todas las vías de salida y evacuación estarán despejadas y limpias, a fin de facilitar una rápida evacuación de la zona de trabajo en caso de necesidad.
- La instalación eléctrica no deberá entrañar riesgos de explosión o incendio, para ello se deberán dimensionar los circuitos considerando sobreintensidades.
- Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas.
- Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará un sistema de puesta a tierra de las masas.

Orden, limpieza y mantenimiento.

Parámetros esenciales en todo el desarrollo de la obra, con la finalidad de que esta se desarrolle con total normalidad.

- Las zonas de paso, salidas y vías de circulación de los lugares de trabajo y, en especial, de las zonas de evacuación deberán permanecer libres de obstáculos.
- Las características de los suelos, paredes y techos serán tales que permitan la limpieza y mantenimiento de estos.
- Todos los lugares de trabajo serán objeto de un mantenimiento periódico.

Condiciones ambientales

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

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

- La temperatura de los locales donde se realicen trabajos sedentarios propios de oficinas o similares estará comprendida entre 17 y 27 °C.
- En los locales donde se realicen trabajos ligeros la deberán cumplirse las condiciones siguientes:
 - La temperatura estará comprendida entre 14 y 25 °C.

- La humedad relativa oscilará entre el 30 % y el 70 %, excepto en los locales donde existan riesgos por electricidad estática en los que el límite inferior será el 50 %.
- Los trabajadores no deberán estar expuestos de forma frecuente o continuada a corrientes de aire cuya velocidad exceda los siguientes límites: Trabajos en ambientes no calurosos: 0,25 m/s, trabajos sedentarios en ambientes calurosos: 0,5 m/s, trabajos no sedentarios en ambientes calurosos: 0,75 m/s.

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

Condiciones de iluminación mínima

La iluminación, en medida de lo posible, será natural con puertas y ventanas acristaladas, con uso de luz artificial en las horas donde la visibilidad sea deficiente. Además, los puestos de trabajo llevarán puntos de luz individuales con la finalidad de conseguir los niveles de iluminación exigidos por la normativa pertinente.

Toda la iluminación deberá estar distribuida de forma uniforme para evitar los deslumbramientos directos por equipos de alta luminancia. Se instalarán además el correspondiente alumbrado de emergencia y señalización con el fin de poder iluminar las vías de evacuación en caso de fallo del alumbrado general.

Servicios higiénicos y lugares de descanso

Las instalaciones contarán con una serie de instalaciones que ofrecerán los servicios de descanso e higiénicos para todos los trabajadores, estos emplazamientos son:

- Se contará con un espacio definido como vestuarios, provistos de asientos y de armarios o taquillas individuales con llave, con una capacidad suficiente para guardar la ropa y el calzado.
- Habrá aseos con retretes con descarga automática de agua y papel higiénico, lavabos con agua corriente, jabón y toallas individuales u otros sistemas de secado con garantías higiénicas.

- Todos los locales dispondrán de agua potable en cantidad suficiente y fácilmente accesible por los trabajadores.

Material y locales de primeros auxilios

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

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

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

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

6.4.1. Introducción

Esta norma complementaria hace referencia a las medidas que deberán ser dispuestas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo, siempre y cuando, los riesgos no puedan ser evitados o limitados por medios técnicos de protección colectiva.

En esta ley se entiende que las disposiciones mínimas de señalización para la seguridad en el trabajo son aquellas señalizaciones referidas a un objeto, actividad o situación, proporcionen una indicación u obligación relativa a la seguridad o salud en el trabajo.

6.4.2. Obligaciones del empresario

Para el cumplimiento de todas las disposiciones mínimas en materia de esta ley, será obligación del empresario adoptar las medidas necesarias para evitar que se originen riesgos perjudiciales para la seguridad y salud de los trabajadores.

La elección del tipo de señal, la cantidad y el emplazamiento de las señales o dispositivos a utilizar en cada caso, se realizará con el fin de que la señalización sea lo más eficaz posible, teniendo en cuenta:

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

6.4.3. Condiciones de señalización

La señalización puede ser definida como el conjunto de estímulos que tienen la misión de condicionar la actuación de un individuo frente a unas circunstancias que se resaltan y cuya finalidad es llamar la atención. Existen tres grupos de señales:

- Advertencia:
 - Incluye peligro por riesgo de incendio, materias inflamables, de explosión, materias explosivas, eléctrico, cargas suspendidas, caída de objetos, caídas al mismo nivel, caídas de distinto nivel, maquinaria pesada.
- Prohibición:
 - Incluye la prohibición a fumar, encender fuego o al paso de peatones.
- Obligación:
 - Incluye obligaciones al uso de los EPIS (casco, botas, guantes, gafas, etc.)

Las vías de circulación de vehículos deberán estar correctamente señalizadas y delimitadas con el objeto de alertar a los peatones cuando se acerquen a dichas zonas.

Los equipos de protección contra incendios, extintores, por ejemplo, deberán ser de color rojo. La señalización de la zonas de evacuación o de socorro (botiquines), será realizado por medio de una señal de forma cuadrada con un pictograma fácilmente diferenciable.

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

6.5.1. Introducción

Las disposiciones de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo van dedicadas a garantizar la utilización y presencia de dichos equipos de trabajo puestos a disposición de los trabajadores en la empresa o centros de trabajo.

6.5.2. Obligaciones del empresario

Será obligación del empresario adoptar todas las medidas necesarias para que los equipos de trabajo que se pongan a disposición de los trabajadores sean adecuados al trabajo que se vaya a realizar, de forma que garanticen la seguridad y salud de los trabajadores al utilizar dichos equipos.

Se deberán utilizar únicamente equipos que satisfagan las disposiciones legales que sean de aplicación. Para la elección de los mencionados equipos se deberán de tener en cuenta los siguientes factores:

- Condiciones específicas del trabajo que se van a realizar.
- Los riesgos existentes para la seguridad y salud de los trabajadores en el lugar de trabajo.
- En su caso, adaptaciones necesarias para la utilización por trabajadores con algún tipo de discapacidad.

En todos los elementos que conforman los equipos de trabajo, el empresario adoptará las medidas necesarias para que, mediante un mantenimiento adecuado, dichos elementos se conserven en unas condiciones adecuadas. Todas estas operaciones de

mantenimiento, ajuste, desbloqueo, revisión o reparación de los equipos de trabajo se realizarán tras haber parado o desconectado el equipo, siendo realizadas por personal especialmente capacitado para ello. Estas medidas se exponen en apartados sucesivos.

6.5.3. Disposiciones generales aplicables a los equipos de trabajo

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

- Los órganos de accionamiento de un equipo de trabajo que tengan alguna incidencia en la seguridad deberán ser claramente visibles e identificables y no deberán acarrear riesgos como consecuencia de una manipulación involuntaria.
 - Cada equipo de trabajo deberá estar provisto de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad.
 - Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo de caída de objetos o de proyecciones deberá estar provisto de dispositivos de protección adecuados a dichos riesgos.
 - Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo por emanación de gases, vapores o líquidos o por emisión de polvo deberá estar provisto de dispositivos adecuados de captación o extracción cerca de la fuente emisora correspondiente.
 - Cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgo de accidente por contacto mecánico, deberán ir equipados con resguardos o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas.
 - Las zonas y puntos de trabajo o mantenimiento de un equipo de trabajo deberán estar adecuadamente iluminadas en función de las tareas que deban realizarse.
 - Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas cuando corresponda contra los riesgos de contacto o la proximidad de los trabajadores.
 - Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgo de contacto directo o indirecto de
-

la electricidad y los que entrañen riesgo por ruido, vibraciones o radiaciones deberá disponer de las protecciones o dispositivos adecuados para limitar, en la medida de lo posible, la generación y propagación de estos agentes físicos.

- Las herramientas manuales deberán estar construidas con materiales resistentes y la unión entre sus elementos deberá ser firme, de manera que se eviten las roturas o proyecciones de estos.
- La utilización de todos los equipos en los centros de trabajo no podrá realizarse en contradicción con las instrucciones facilitadas por el fabricante, comprobándose antes del iniciar la tarea que todas sus protecciones y condiciones de uso son las adecuadas.
- Deberán tomarse las medidas necesarias para evitar atrapamientos del cabello, ropas de trabajo u otros objetos del trabajador, evitando, en cualquier caso, someter a los equipos a sobrecargas, sobrepresiones, velocidades o tensiones excesivas.

6.5.4. Disposiciones generales aplicables a los equipos de trabajo móviles

Las disposiciones aplicables a los equipos de trabajo móviles se enumeran ahora:

- Los equipos móviles con necesidad de maniobra por parte de un operario deberán evitar el contacto de éstos con ruedas y orugas y el aprisionamiento por las mismas. Para ello dispondrán de una estructura de protección que impida que el equipo de trabajo se incline más de un cuarto de vuelta o una estructura que garantice un espacio suficiente alrededor de los trabajadores transportados cuando el equipo pueda inclinarse más de un cuarto de vuelta.
- Las carretillas elevadoras deberán estar acondicionadas mediante la instalación de una cabina para el conductor con una estructura que impida que la carretilla vuelque o en caso de vuelco, que se garantice que queda espacio suficiente para el trabajador entre el suelo y las determinadas partes de dicha carretilla, igualmente esa estructura

deberá mantener al trabajador sobre el asiento de conducción en buenas condiciones.

- Los equipos de trabajo automotores deberán contar con:
 - Dispositivos de frenado y parada.
 - Dispositivos para garantizar una visibilidad adecuada.
 - Una señalización acústica de advertencia.

6.5.5. Disposiciones generales aplicables a los equipos de trabajo para elevación de cargas

A continuación, se puntualizan las disposiciones que deberán cumplir los diversos equipos utilizados para la elevación de cargas, en sus puestos de trabajo:

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

6.5.6. Disposiciones adicionales aplicables a la maquinaria y herramienta

Las últimas disposiciones que deben acatar los equipos de trabajo y concretamente las maquinas-herramientas se reflejan a continuación:

- Estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento y sus motores eléctricos estarán protegidos por la carcasa.
- Las que tengan capacidad de corte tendrán el disco protegido mediante una carcasa anti-proyecciones.
- Las que se utilicen en ambientes inflamables o explosivos estarán protegidas mediante carcasas anti-deflagrantes.
- Se prohíbe la utilización de máquinas accionadas mediante combustibles líquidos en lugares cerrados o de ventilación insuficiente.
- Se prohíbe trabajar sobre lugares encharcados, para evitar los riesgos de caídas y los eléctricos.
- En prevención de los riesgos por inhalación de polvo, se utilizarán en vía húmeda las herramientas que lo produzcan.
- Las mesas de sierra circular, cortadoras de material cerámico y sierras de disco manual no se ubicarán a distancias inferiores a tres metros del borde de los forjados, con la excepción de los que estén claramente protegidos (redes o barandillas, petos de remate, etc.).
- Con las pistolas fija-clavos no se realizarán disparos inclinados, se deberá verificar que no hay nadie al otro lado del objeto sobre el que se dispara y se asegurará el equilibrio de la persona antes de efectuar el disparo.
- Para la utilización de los taladros portátiles y rozadoras eléctricas se elegirán siempre las brocas y discos adecuados al material a taladrar, se evitará realizar taladros en una sola maniobra y taladros o rozaduras inclinadas a pulso y se tratará no recalentar las brocas y discos.
- Las pulidoras y abrillantadoras de suelos, lijadoras de madera y alisadoras mecánicas tendrán el manillar de manejo y control revestido de material

aislante y estarán dotadas de aro de protección anti-atrapamientos o abrasiones.

6.5.7. Disposiciones mínimas adicionales aplicables en medios auxiliares

En este apartado se hace referencia a todas las medidas que han de ser adoptadas cuando se empleen en los centros de trabajo medios auxiliares tales como vallas metálicas o de madera, escaleras de mano, andamios tubulares o contenedores de escombros.

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

- Los andamios se arriostrarán siempre para evitar movimientos indeseables al equilibrio del operario, se harán sobre puntos fuertes que se preverán en los paramentos verticales.
- Los andamios deberán ser inspeccionados diariamente antes del inicio de los trabajos por la persona que se designe al comienzo de la obra con la empresa constructora. Desde los andamios nunca se tirarán escombros, ni se fabricarán morteros.
- La separación entre el andamio y paramento vertical será como mínimo de 0,30m.
- Las plataformas de trabajo en los andamios tendrán un ancho mínimo de 60 cm y estarán perfectamente ancladas en los apoyos. Como mínimo la plataforma estará constituida por tres tablones que deberán estar unidos entre sí. A partir de 2 m de altura, las plataformas habrán de poseer barandillas de 0,90 m de altura con un listón entre medio y un rodapié. Los tablones de la plataforma estarán limpios, sin nudos y no deberán tener defectos visibles.
- Se tenderán cables de seguridad anclados a puntos fuertes de la estructura para poder utilizarlos como amarre del fiador del cinturón de seguridad.
- Para posicionar el contenedor de escombros, el encargado controlará los movimientos de descarga para que se realicen según las instrucciones de operaciones del camión de transporte.
- El contenedor se subirá y se bajará del camión por los lugares establecidos por el fabricante para este fin, para evitar los accidentes por caída.
- El contenedor se cargará sin colmo, enrasando la carga y se cubrirá con una lona para evitar los vertidos accidentales de la carga durante la retirada.

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

6.6.1. Introducción

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

6.6.2. Obligaciones del empresario

El empresario deberá adoptar las medidas necesarias para que de la utilización o presencia de la energía eléctrica en los lugares de trabajo no se deriven riesgos para la salud y seguridad de los trabajadores o, si ello no fuera posible, para que tales riesgos se reduzcan al mínimo. La adopción de estas medidas deberá basarse en la evaluación de los riesgos contemplada en el artículo 16 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y la sección 1ª del capítulo II del Reglamento de los Servicios de Prevención.

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

- Comprobar la adecuación de los equipos y/o instalaciones eléctricas a las condiciones en que se utilizan:
 - Condiciones de los locales: locales mojados, locales con superficies conductoras.
 - Condiciones de la actividad: posible presencia de atmósferas combustibles o explosivas, ambientes agresivos
 - Condiciones ambientales: instalaciones en interior o a la intemperie, altitud, sobretensiones y otras perturbaciones en la alimentación, etc.
- Tener en cuenta el cumplimiento de la normativa legal específica aplicable, en particular, la reglamentación electrotécnica y otras

disposiciones sobre seguridad industrial (máquinas, material eléctrico destinado a utilizarse en baja tensión, compatibilidad electromagnética, equipos aptos para uso en atmósferas explosivas, material médico, etc.).

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

6.6.3. Instalaciones eléctricas

El tipo de instalación eléctrica de un lugar de trabajo y las características de sus componentes deberán adaptarse a las condiciones específicas del propio lugar, de la actividad desarrollada en él y de los equipos eléctricos (receptores) que vayan a utilizarse. Para ello deberán tenerse particularmente en cuenta factores tales como las características conductoras del lugar de trabajo, la presencia de atmósferas explosivas, materiales inflamables o ambientes corrosivos y cualquier otro factor que pueda incrementar significativamente el riesgo eléctrico.

En los lugares de trabajo sólo podrán utilizarse equipos eléctricos para los que el sistema o modo de protección previstos por su fabricante sea compatible con el tipo de instalación eléctrica existente y los factores mencionados en el apartado anterior. Dichas instalaciones eléctricas deberán de tener un buen mantenimiento con la intención de evitar fallas durante su uso. Dicho uso y mantenimiento deberá cumplir lo establecido en la reglamentación electrotécnica, la normativa general de seguridad y salud sobre lugares de trabajo, equipos de trabajo y señalización en el trabajo, así como cualquier otra normativa específica que les sea de aplicación.

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

Todo trabajo en una instalación eléctrica, o en su proximidad, que conlleve un riesgo eléctrico deberá efectuarse sin tensión, salvo:

- Las operaciones elementales, tales como por ejemplo conectar y desconectar, en instalaciones de baja tensión con material eléctrico concebido para su utilización inmediata y sin riesgos por parte del público en general. En cualquier caso, estas operaciones deberán realizarse por el procedimiento normal previsto por el fabricante y previa verificación del buen estado del material manipulado.
- Los trabajos en instalaciones con tensiones de seguridad, siempre que no exista posibilidad de confusión en la identificación de estas y que las intensidades de un posible cortocircuito no supongan riesgos de quemadura.
- Las maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones cuya naturaleza así lo exija, tales como por ejemplo la apertura y cierre de interruptores o seccionadores, la medición de una intensidad, la realización de ensayos de aislamiento eléctrico, o la comprobación de la concordancia de fases.

6.6.4. Formación e información de los trabajadores

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

6.7. MEDIDAS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIS)

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

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

A continuación, en los sucesivos subapartados, se expondrán a modo de título el riesgo a solucionar y dentro de este se expondrán los diferentes EPIS que pueden ser usados para mitigar los riesgos.

6.7.1. Afecciones en la piel por dermatitis de contacto

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

6.7.2. Quemaduras físicas y químicas

- Guantes de protección frente a abrasión.
- Guantes de protección frente a agentes químicos.
- Guantes de protección frente a calor.
- Crema de protección solar (en caso de realizar trabajos los días soleados de verano al aire libre).

6.7.3. Proyecciones de objetos y/o fragmentos

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

6.7.4. Ambiente pulverígeno

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

6.7.5. Aplastamientos

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

6.7.6. Atrapamiento

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

6.7.7. Caída de objetos y/o máquinas

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

6.7.8. Caídas de personas a distinto nivel

- Cinturón de seguridad, de sujeción y caída, clase A.
- Arnese homologados.
- Líneas de vida para atarse con arnés.

6.7.9. Contactos eléctricos directos

- Calzado con protección contra descargas eléctricas
- Casco protector de la cabeza contra riesgos eléctricos
- Gafas de seguridad contra arco eléctrico
- Guantes dieléctricos
- Banqueta aislante de maniobra.

6.7.10. Exposición a la soldadura

- Gafas de oxicorte.
- Gafas de seguridad contra arco eléctrico.
- Gafas de seguridad contra radiaciones.
- Mandil de cuero.
- Manguitos.

- Pantalla facial para soldadura eléctrica, con arnés de sujeción sobre la cabeza y cristales con visor oscuro inactivo.
- Pantalla para soldador de oxicorte.
- Polainas de soldador cobre-calzado.

6.7.11. Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria

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

6.7.12. Pisada de objetos punzantes

- Bolsa portaherramientas.
- Calzado de protección con suela anti perforante.

6.7.13. Sobreesfuerzos

- Cinturón de protección lumbar.
- Faja elástica de sujeción de cintura.
- Cinturón anti vibratorio.

6.7.14. Ruido

- Protectores auditivos.

6.8. LEGISLACIÓN, NORMATIVAS Y CONVENIOS DE APLICACIÓN AL PRESENTE ESTUDIO

6.8.1. Legislación

- Ley de prevención de riesgos laborales (LEY 31/95 DE 8/11/95).
- Reglamento de los servicios de prevención (R.D. 39/97 DE 7/1/97).
- Orden de desarrollo del R.S.P. (27/6/97).
- Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo (R.D.485/97 DE 14/4/97).

- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo (R.D. 486/97 DE 14/4/97).
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación de cargas que entrañen riesgos, en particular, dorsolumbares, para los trabajadores (R.D. 487/97 DE 14/4/97).
- Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo (R.D. 664/97 DE 12/5/97).
- Exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo (R.D.665/97 DE 12/5/97).
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual (R.D. 773/97 DE 30/5/97).
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo (R.D. 1215/97 DE 18/7/97).
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción (RD. 1627/97 de 24/10/97).
- Ordenanza general de higiene y seguridad en el trabajo (O.M. DE 9/3/71) Exclusivamente su Capítulo VI, y art. 24 y 75 del Capítulo VII.
- Reglamento general de seguridad e higiene en el trabajo (OM de 31/1/40) Exclusivamente su Capítulo VII.
- Reglamento electrotécnico para baja tensión (R.D. 2413 de 20/9/73).
- O.M. 26/7/93 sobre el amianto.
- R.D. 1316/89 sobre el ruido.
- R.D. 53/92 sobre radiaciones ionizantes.

6.8.2. Normativas

- Norma NTE:
 - Norma UNE 131-1 Escaleras. Parte 1: Terminología, tipos y dimensiones funcionales.

- Norma UNE 352-1 Protectores auditivos. Requisitos generales. Parte 1: Orejeras.
- Norma UNE 166 Protección individual de los ojos. Especificaciones.
- Norma UNE 137 Equipos de protección respiratoria. Equipos de respiración autónomos de circuito abierto de aire comprimido con máscara completa. Requisitos, ensayos, marcado.
- Norma UNE 81 208 77 Filtros mecánicos. Clasificación. Características y requisitos.
- Norma UNE-EN ISO 21420 Guantes de protección. Requisitos generales y métodos de ensayo.

6.8.3. Convenios

Convenios de la Organización Internacional de los Trabajadores (OIT) que han sido ratificados por el gobierno español.

- Convenio nº 62 de la OIT de 23/6/37 relativo a prescripciones de seguridad en la industria de la edificación. Ratificado por Instrumento de 12/6/58. (BOE de 20/8/59).
- Convenio nº 167 de la OIT de 20/6/88 sobre seguridad y salud en la industria de la construcción.
- Convenio nº 119 de la OIT de 25/6/63 sobre protección de maquinaria.
- Ratificado por Instrucción de 26/11/71.(BOE de 30/11/72).
- Convenio nº 155 de la OIT de 22/6/81 sobre seguridad y salud de los trabajadores y medio ambiente de trabajo. Ratificado por Instrumento publicado en el BOE de 11/11/85.
- Convenio nº 127 de la OIT de 29/6/67 sobre peso máximo de carga transportada por un trabajador. (BOE de 15/10/70).

6.9. CONCLUSIONES

Con todo lo descrito en el presente estudio de seguridad y salud, quedan definidas las medidas de prevención que inicialmente se consideran necesarias para la ejecución de

los distintos trabajos que deberán ser realizados para llevar a cabo los objetivos expuestos en el presente proyecto.

Si se realizase alguna modificación del proyecto, es obligado constatar las interacciones de ambas circunstancias en las medidas de prevención contenidas en el presente estudio de seguridad y salud, debiéndose redactar, en su caso, las modificaciones necesarias.

7. MEDICIONES Y PRESUPUESTO

7. MEDICIONES Y PRESUPUESTO

INDICE DE LAS MEDICIONES Y PRESUPUESTO

7. MEDICIONES Y PRESUPUESTO	199
7.1. CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN Y LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN	199
7.2. DERIVACIONES INDIVIDUALES	202
7.3. CENTRALIZACION DE CONTADORES	203
7.4. VIVIENDAS.....	205
7.4.1. Protecciones de las viviendas	205
7.4.2. Conductores de las viviendas.....	206
7.4.3. Puntos de consumo y accesorios de las viviendas	207
7.4.4. Conductos y cajas de las viviendas	209
7.5. SERVICIOS GENERALES.....	210
7.5.1. Protecciones de las viviendas	210
7.5.2. Conductores de los servicios generales.....	211
7.5.3. Puntos de consumo y accesorios de los servicios generales	212
7.5.4. Conductos y cajas de los servicios generales	214
7.6. Garaje	215
7.6.1. Protecciones del garaje	215
7.6.2. Conductores del garaje	217
7.6.3. Puntos de consumo y accesorios del garaje.....	220
7.6.4. Conductos y cajas del garaje.....	223
7.7. PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL DE LA INSTALACION	224
7.8. PRESUPUESTO DE EJECUCION REAL DE LA INSTALACION.....	225
7.9. PRESUPUESTO A PONER EN CONOCIMIENTO DE LA PROPIEDAD.....	225

7.1. CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN Y LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN

CAJA GENERAL DE PROTECCION Y LGA				
Unidad	Descripción breve	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe total (€)
ud	Fusible de cartucho 200 A	3	14,87	44,61
ud	Fusible de cartucho 315 A	3	16,97	50,91

ud	Fusible de cartucho 400 A	3	17,45	52,35
ud	Caja de acometida CGP GL 250 A esquema 9 BUC	1	427,42	427,42
ud	Caja de acometida CGP GL 400 A esquema 9 BUC	2	519,92	1039,84
ud	Marco y puerta metálica con cerradura o precintable y resistencia IK10	3	104,58	313,74
m	Cable eléctrico unipolar, tipo RZ1-K (AS), tensión nominal de 0,6/1 kV, resistente al fuego y con una sección de 95 mm ²	150	20,09	3013,5
m	Cable eléctrico unipolar, tipo RZ1-K (AS), tensión nominal de 0,6/1 kV, resistente al fuego y con una sección de 50 mm ²	50	10,88	544
m	Cable eléctrico unipolar, tipo RZ1-K (AS), tensión nominal de 0,6/1 kV, resistente al fuego y con una sección de 150 mm ²	150	31,58	4737
m	Cable eléctrico unipolar, tipo RZ1-K (AS), tensión nominal de 0,6/1 kV, resistente al fuego y con una sección de 70 mm ²	50	15,43	771,5

m	Cable eléctrico unipolar, tipo RZ1-K (AS), tensión nominal de 0,6/1 kV, resistente al fuego y con una sección de 240 mm ²	150	48,94	7341
m	Cable eléctrico unipolar, tipo RZ1-K (AS), tensión nominal de 0,6/1 kV, resistente al fuego y con una sección de 120 mm ²	50	25,69	1284,5
m	Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 140 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 450 N, resistencia al impacto 40 julios, con grado de protección IP549	50	8,65	432,5
m	Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 160 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 450 N, resistencia al impacto 40 julios, con grado de protección IP549	50	10,93	546,5
m	Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared	50	19,52	976

	(interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 200 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 450 N, resistencia al impacto 40 julios, con grado de protección IP549		
TOTAL			21575,37

7.2. DERIVACIONES INDIVIDUALES

DERIVACIONES INDIVIDUALES				
Unidad	Descripción breve	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe total (€)
ml	Cable unipolar H07Z1-K (AS), siendo su tensión asignada de 450/750 V, sección de 6 mm ² .	418,6	2,27	950,22
ml	Cable unipolar H07Z1-K (AS), siendo su tensión asignada de 450/750 V, sección de 25 mm ² .	1933,45	7,89	15254,92
ml	Tubo curvable de PVC, transversalmente elástico, corrugado, forrado, de color negro, de 32 mm de diámetro nominal, para canalización empotrada en obra de fábrica	83,72	2,73	228,56

ml	Tubo curvable de PVC, transversalmente elástico, corrugado, forrado, de color negro, de 50 mm de diámetro nominal, para canalización empotrada en obra de fábrica	603,4	4,7	2835,98
ml	Tubo curvable de PVC, transversalmente elástico, corrugado, forrado, de color negro, de 63 mm de diámetro nominal, para canalización empotrada en obra de fábrica	24,65	5,85	144,20
TOTAL				19413,88

7.3. CENTRALIZACION DE CONTADORES

CENTRALIZACION DE CONTADORES				
Unidad	Descripción breve	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe total (€)
ud	Cartucho de fusible NH0, tipo Gg, intensidad nominal de 40 A Más base portafusible.	3	19,42	58,26
ud	Cartucho de fusible NH0, tipo Gg, intensidad nominal de 50 A. Más base portafusible.	6	19,42	116,52

ud	Cartucho de fusible NH1C, tipo Gg, intensidad nominal de 100 A Más base portafusible.	6	29,13	174,78
ud	Módulo para ubicación de tres contadores monofásicos, homologado por la empresa suministradora. Incluso cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores.	14	75,12	1051,68
ud	Módulo para ubicación de tres contadores trifásicos, homologado por la empresa suministradora. Incluso cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores.	8	89,65	717,2
ud	Contador eléctrico digital monofásico.	42	81,45	3420,9
ud	Contador eléctrico digital trifásico.	9	125,47	1129,23
TOTAL				6668,57

7.4. VIVIENDAS

7.4.1. Protecciones de las viviendas

PROTECCIONES DE LAS VIVIENDAS				
Unidad	Descripción breve	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe total (€)
ud	Interruptor automático magnetotérmico, bipolar (1P+N), intensidad nominal 40 A, poder de corte 6 kA, curva C, montaje sobre carril.	42	75,71	3179,82
ud	Interruptor diferencial instantáneo, bipolar (2P), intensidad nominal 40 A, sensibilidad 30 mA, clase AC	84	79,32	6662,88
ud	Interruptor diferencial selectivo superinmunizado, clase A HI, bipolar (2P), intensidad nominal 40 A, sensibilidad 300 mA	42	359,73	15108,66
ud	Interruptor automático magnetotérmico, poder de corte 6 kA, curva C, bipolar (2P), intensidad nominal 6 A, MUN206A "HAGER", montaje sobre carril DIN.	14	66,34	928,76
ud	Interruptor automático magnetotérmico, poder de corte 6 kA, curva C, bipolar	84	35,1	2948,40

	(2P), intensidad nominal 10 A, MUN210A "HAGER", montaje sobre carril DIN.			
ud	Interruptor automático magnetotérmico, poder de corte 6 kA, curva C, bipolar (2P), intensidad nominal 16 A, MUN216A "HAGER", montaje sobre carril DIN.	168	35,6	5980,80
ud	Interruptor automático magnetotérmico, poder de corte 6 kA, curva C, bipolar (2P), intensidad nominal 20 A, MUN220A "HAGER", montaje sobre carril DIN.	84	36,55	3070,20
TOTAL				37879,52

7.4.2. Conductores de las viviendas

CONDUCTORES EN LAS VIVIENDAS				
Unidad	Descripción breve	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe total (€)
ml	Cable unipolar H07V-K, siendo su tensión asignada de 450/750 V, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V)	2473,66	0,87	2152,08

ml	Cable unipolar H07V-K, siendo su tensión asignada de 450/750 V, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V)	1673,84	1,13	1891,44
ml	Cable unipolar H07V-K, siendo su tensión asignada de 450/750 V, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 4 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V)	1671,12	1,54	2573,52
ml	Cable unipolar H07V-K, siendo su tensión asignada de 450/750 V, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 6 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V)	2837,1	2,27	6440,22
TOTAL				13057,27

7.4.3. Puntos de consumo y accesorios de las viviendas

PUNTOS DE CONSUMO Y ACCESORIOS				
Unidad	Descripción breve	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe total (€)
ud	Interruptor unipolar (1P) para empotrar, gama básica, intensidad asignada 10 AX, tensión asignada 250 V. Tecla simple, para	1512	11,25	17010,00

	interruptor/conmutador, gama básica, de color blanco. Marco embellecedor para 1 elemento, gama básica, de color blanco.			
ud	Base de toma de corriente con contacto de tierra (2P+T), tipo Schuko, para empotrar, gama básica, intensidad asignada 16 A, tensión asignada 250 V. Tapa para base de toma de corriente con contacto de tierra. Marco embellecedor para 1 elemento, gama básica, de color blanco.	1498	11,2	16777,60
ud	Base de toma de corriente con contacto de tierra (2P+T), tipo Schuko, para empotrar, gama básica, intensidad asignada 25 A, tensión asignada 250 V. Tapa para base de toma de corriente con contacto de tierra. Marco embellecedor para 1 elemento, gama básica, de color blanco.	84	14,45	1213,80
ud	Lámpara de filamento led de vidrio acabado mate, casquillo E27, clase de eficiencia energética D, de 23 W, color blanco frío, temperatura de color 4000 K, índice de	1302	19,27	25089,54

	reproducción cromática mayor de 80, flujo luminoso 3452 lúmenes.			
TOTAL				60090,94

7.4.4. Conductos y cajas de las viviendas

CONDUCTOS Y CAJAS				
Unidad	Descripción breve	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe total (€)
ud	Caja empotrable con puerta opaca, para alojamiento del interruptor de control de potencia (ICP) en compartimento independiente y precintable y de los interruptores de protección de la instalación, 1 fila de 4 módulos (ICP) + 1 fila de 14 módulos.	42	32,5	1365,00
ml	Tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 16 mm de diámetro nominal, para canalización empotrada en obra de fábrica.	2472,54	1,17	2892,87
ml	Tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 20 mm de diámetro nominal,	5573,12	1,22	6799,21

	para canalización empotrada en obra de fábrica.			
ml	Tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 25 mm de diámetro nominal, para canalización empotrada en obra de fábrica.	2837,1	1,36	3858,46
TOTAL				14915,53

7.5. SERVICIOS GENERALES

7.5.1. Protecciones de las viviendas

PROTECCIONES DE LOS SERVICIOS GENERALES				
Unidad	Descripción breve	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe total (€)
ud	Interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (3P+N), intensidad nominal 32 A, poder de corte 6 kA, curva C, montaje sobre carril.	7	432,55	3027,85
ud	Interruptor diferencial instantáneo, tetrapolar (4P), intensidad nominal 40 A, sensibilidad 30 mA, clase AC.	7	356,64	2496,48
ud	Interruptor automático magnetotérmico, poder de corte 6 kA, curva C, bipolar (2P), intensidad nominal 6 A,	28	66,34	1857,52

	MUN206A "HAGER", montaje sobre carril DIN.			
ud	Interruptor automático magnetotérmico, poder de corte 6 kA, curva C, tetrapolar (4P), intensidad nominal 10 A, MUN410A "HAGER", montaje sobre carril DIN.	7	125,4	877,80
ud	Interruptor automático magnetotérmico, poder de corte 6 kA, curva C, bipolar (2P), intensidad nominal 63 A, MUN263A "HAGER", montaje sobre carril DIN.	7	152,81	1069,67
TOTAL				6301,47

7.5.2. Conductores de los servicios generales

CONDUCTORES EN LOS SERVICIOS GENERALES				
Unidad	Descripción breve	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe total (€)
ml	Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 450/750 V, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V)	1471,75	0,91	1339,29

ml	Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 450/750 V, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 16 mm ² de sección, con aislamiento de PVC (V)	256,13	5,25	1344,68
TOTAL				2683,98

7.5.3. Puntos de consumo y accesorios de los servicios generales

PUNTOS DE CONSUMO Y ACCESORIOS				
Unidad	Descripción breve	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe total (€)
ud	<p>Interruptor unipolar (1P) para empotrar, gama básica, intensidad asignada 10 AX, tensión asignada 250 V.</p> <p>Tecla simple, para interruptor/conmutador, gama básica, de color blanco.</p> <p>Marco embellecedor para 1 elemento, gama básica, de color blanco.</p>	203	32,5	6597,50
ud	<p>Base de toma de corriente con contacto de tierra (2P+T), tipo Schuko, para empotrar, gama básica, intensidad asignada 10 A, tensión asignada 250 V. Tapa para base de toma de corriente con contacto de tierra. Marco</p>	42	8,05	338,10

	embellecedor para 1 elemento, gama básica, de color blanco.			
ud	Lámpara de filamento led de vidrio acabado mate, casquillo E27, clase de eficiencia energética D, de 23 W, color blanco frío, temperatura de color 4000 K, índice de reproducción cromática mayor de 80, flujo luminoso 3452 lúmenes.	133	19,27	2562,91
ud	Luminaria circular fija de techo tipo Downlight, no regulable, de 17,5 W, alimentación a 220/240 V y 50-60 Hz, de 125 mm de diámetro de empotramiento y 110 mm de altura, con lámpara LED, temperatura de color 4000 K, flujo luminoso 922 lúmenes.	140	170,1	23814,00
ud	Kit de portero electrónico compuesto por módulo compacto para audio con 10 pulsadores de llamada en dos columnas, módulo de sonido, cierre superior e inferior, caja de empotrar fuente de alimentación y 10 teléfonos con llamada electrónica.	7	1306,82	9147,74
TOTAL				33312,51

7.5.4. Conductos y cajas de los servicios generales**CONDUCTOS Y CAJAS**

Unidad	Descripción breve	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe total (€)
ud	Caja empotrable con puerta opaca, para alojamiento del interruptor de control de potencia (ICP) en compartimento independiente y precintable y de los interruptores de protección de la instalación, 1 fila de 4 módulos (ICP) + 1 fila de 14 módulos.	7	32,5	227,50
ml	Tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 16 mm de diámetro nominal, para canalización empotrada en obra de fábrica.	1471,75	1,17	1721,95
ml	Tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 32 mm de diámetro nominal, para canalización empotrada en obra de fábrica.	256,13	1,66	425,18
TOTAL				2374,62

7.6. Garaje

7.6.1. Protecciones del garaje

PROTECCIONES DEL GARAJE				
Unidad	Descripción breve	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe total (€)
ud	Interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (3P+N), intensidad nominal 32 A, poder de corte 6 kA, curva C, montaje sobre carril.	2	432,55	865,10
ud	Interruptor diferencial instantáneo, tetrapolar (4P), intensidad nominal 40 A, sensibilidad 30 mA, clase AC.	2	356,64	713,28
ud	Interruptor automático magnetotérmico, poder de corte 6 kA, curva C, bipolar (2P), intensidad nominal 6 A, MUN206A "HAGER", montaje sobre carril DIN.	3	66,34	199,02
ud	Interruptor automático magnetotérmico, poder de corte 6 kA, curva C, tetrapolar (4P), intensidad nominal 6 A, MUN406A "HAGER", montaje sobre carril DIN.	1	129,29	129,29

ud	Interruptor automático magnetotérmico, poder de corte 6 kA, curva C, bipolar (2P), intensidad nominal 10 A, MUN210A "HAGER", montaje sobre carril DIN.	5	35,1	175,50
ud	Interruptor automático magnetotérmico, poder de corte 6 kA, curva C, tetrapolar (4P), intensidad nominal 10 A, MUN410A "HAGER", montaje sobre carril DIN.	1	125,4	125,40
ud	Interruptor automático magnetotérmico, poder de corte 6 kA, curva C, bipolar (2P), intensidad nominal 16 A, MUN216A "HAGER", montaje sobre carril DIN.	1	35,6	35,60
ud	Interruptor automático magnetotérmico, poder de corte 6 kA, curva C, bipolar (2P), intensidad nominal 63 A, MUN263A "HAGER", montaje sobre carril DIN.	2	152,81	305,62
TOTAL				1906,69

7.6.2. Conductores del garaje

CONDUCTORES EN EL GARAJE				
Unidad	Descripción breve	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe total (€)
ml	Cable unipolar SZ1-K (AS+), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm ² de sección, aislamiento de compuesto termoestable especial ignífugo y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1).	23,62	1,11	26,22
ml	Cable unipolar SZ1-K (AS+), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm ² de sección, aislamiento de compuesto termoestable especial ignífugo y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1).	219,42	1,12	245,75

ml	Cable unipolar SZ1-K (AS+), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 4 mm ² de sección, aislamiento de compuesto termoestable especial ignífugo y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1).	685,74	1,28	877,75
ml	Cable unipolar SZ1-K (AS+), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 10 mm ² de sección, aislamiento de compuesto termoestable especial ignífugo y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1).	968,97	2,79	2703,43
ml	Cable unipolar SZ1-K (AS+), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 25 mm ² de sección, aislamiento de compuesto termoestable especial ignífugo y cubierta	864,18	4,23	3655,48

	de compuesto termoplástico a base de poliolefina con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1).			
ml	Cable unipolar SZ1-K (AS+), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 35 mm ² de sección, aislamiento de compuesto termoestable especial ignífugo y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1).	371,64	5,46	2029,15
ml	Cable unipolar SZ1-K (AS+), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 50 mm ² de sección, aislamiento de compuesto termoestable especial ignífugo y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1).	163,64	14,74	2412,05
TOTAL				10800,12

7.6.3. Puntos de consumo y accesorios del garaje

PUNTOS DE CONSUMO Y ACCESORIOS				
Unidad	Descripción breve	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe total (€)
ud	Luminaria con grados de protección IP65 e IK08, de 664x160x110 mm, de 36 W, alimentación a 220/240 V y 50-60 Hz, con 2 lámparas LED, temperatura de color 4000 K, índice de deslumbramiento unificado menor de 19, índice de reproducción cromática mayor de 80, flujo luminoso 5555 lúmenes	107	94,4	10100,80
ud	Lámpara de filamento led de vidrio acabado mate, casquillo E27, clase de eficiencia energética D, de 23 W, color blanco frío, temperatura de color 4000 K, índice de reproducción cromática mayor de 80, flujo luminoso 3452 lúmenes.	29	19,27	558,83
ud	Central de detección automática de incendios, convencional, microprocesada, de 2 zonas de detección, con caja metálica y	31	275,58	8542,98

	tapa de ABS, con módulo de alimentación, rectificador de corriente y cargador de batería.			
ud	Central de detección automática de monóxido de carbono, microprocesada de 1 zona de detección, con caja y puerta metálica con cerradura, con módulo de alimentación, rectificador de corriente, panel de control con display retroiluminado para indicar la concentración del gas en partes por millón.	31	713,28	22111,68
ud	Luminaria de emergencia, con lámpara LED, flujo luminoso 100 lúmenes, carcasa de 280x120x60 mm, aislamiento clase II, grados de protección IP65 e IK07, con baterías de Ni-Cd, autonomía de 1 h	77	66,57	5125,89
ud	Interruptor unipolar (1P) para empotrar, gama básica, intensidad asignada 10 A, tensión asignada 250 V. Tecla simple, para	16	11,25	180,00

	interruptor/conmutador, gama básica, de color blanco. Marco embellecedor para 1 elemento, gama básica, de color blanco.			
ud	Base de toma de corriente con contacto de tierra (2P+T), tipo Schuko, para empotrar, gama básica, intensidad asignada 10 A, tensión asignada 250 V. Tapa para base de toma de corriente con contacto de tierra. Marco embellecedor para 1 elemento, gama básica, de color blanco.	15	8,05	120,75
ud	Ventilador helicoidal tubular con hélice de aluminio de álabes inclinables, motor para alimentación trifásica a 230/400 V y 50 Hz de frecuencia, con protección térmica, aislamiento clase H, grado de protección IP55, camisa corta con tratamiento anticorrosión por cataforesis, acabado con pintura poliéster y caja de bornes ignífuga, de 1450 r.p.m, caudal máximo 4340 m ³ /h	59	1482,03	87439,77

ud	Equipo de motorización para apertura y cierre automático, para puerta de garaje corredera de hasta 1000 kg de peso. Accesorios (cerradura, pulsador, emisor, receptor y fotocélula) para automatización de puerta de garaje.	2	1095,75	2191,50
TOTAL				41314,29

7.6.4. Conductos y cajas del garaje

CONDUCTOS Y CAJAS				
Unidad	Descripción breve	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe total (€)
ud	Caja empotrable con puerta opaca, para alojamiento del interruptor de control de potencia (ICP) en compartimento independiente y precintable y de los interruptores de protección de la instalación, 1 fila de 4 módulos (ICP) + 1 fila de 14 módulos.	2	32,5	65,00
ml	Tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 16 mm de diámetro nominal, para canalización empotrada en obra de fábrica.	928,78	1,17	1086,67

ml	Tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 20 mm de diámetro nominal, para canalización empotrada en obra de fábrica.	968,97	1,22	1182,14
ml	Tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 32 mm de diámetro nominal, para canalización empotrada en obra de fábrica.	1235,82	1,66	2051,46
ml	Tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 40 mm de diámetro nominal, para canalización empotrada en obra de fábrica.	346,62	1,95	675,91
TOTAL				5061,19

7.7. PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL DE LA INSTALACION

CGP Y LGA	47.590,32 €
VIVIENDAS	125.943,26 €
ZONAS COMUNES	44.672,58 €
GARAJE	59.082,28 €
TOTAL PROYECTO	277.288,44 €

El total de ejecución material de la instalación del proyecto asciende a un total de: doscientos setenta y siete mil doscientos ochenta y ocho euros con cuarenta y cuatro céntimos (277.288,44 €).

7.8. PRESUPUESTO DE EJECUCION REAL DE LA INSTALACION

TOTAL DE EJECUCION MATERIAL DEL PROYECTO	277.288,44 €
BENEFICIO INDUSTRIAL (6%)	16.637,31 €
BASE IMPONIBLE	293.925,75 €
IMPUESTO DE VALOR AÑADIDO (21%)	61.724,41 €
TOTAL DE EJECUCION POR CONTRATA	355.650,15 €

El presupuesto real de ejecución de la instalación asciende a la cifra de: trescientos cincuenta y cinco mil seiscientos cincuenta euros con quince céntimos (355.650,13 €).

7.9. PRESUPUESTO A PONER EN CONOCIMIENTO DE LA PROPIEDAD

TOTAL DE EJECUCION POR CONTRATA	355.650,15 €
PRECIO DE LOS ESTUDIOS DE INGENIERIA (4%)	14.226,01 €
IVA SOBRE EL PRECIO DE INGENIERIA (21%)	2.987,46 €
COSTE DE LA DIRECCION DE OBRA (4%)	14.226,01 €
IVA SOBRE EL PRECIO DE LA DIRECCION DE OBRA (21%)	2.987,46 €
TOTAL A PONER EN CONOCIMIENTO DE LA PROPIEDAD	390.077,08 €

Por lo tanto el presupuesto total de obra a poner en conocimiento de la propiedad ascenderá a un total de trescientos noventa mil setenta y siete euros con ocho céntimos (390.077,08€).

TÍTULO DEL PROYECTO	Instalación eléctrica de baja tensión de una urbanización residencial		
AUTOR	Jorge Martínez García		
DIRECTOR / PONENTE	Luis Fernando Mantilla Peñalba/Jorge Martínez García		
TITULACIÓN	<i>Máster Universitario en Ingeniería Industrial</i>	FECHA	19/07/2024

PLABRAS CLAVE

Instalación eléctrica, viviendas, garaje, normas UNE, Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, pliego de condiciones generales, estudio básico de seguridad y salud, mediciones y presupuesto.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se nos presenta el problema del diseño de la instalación eléctrica de una urbanización residencial en la ciudad de Madrid. Dicha urbanización está compuesta por 7 edificios que suman un total de 42 viviendas (6 por edificio) y un garaje comunitario. El diseño debe contemplar todas las necesidades eléctricas tanto de las viviendas como de los servicios generales de los edificios y del garaje comunitario. Todo se cumplimentará con un pliego de condiciones generales y un estudio básico de seguridad y salud, además, se adjunta también las mediciones totales de la instalación y el presupuesto de esta.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto consiste en el dimensionamiento de la instalación eléctrica al completo de una urbanización residencial compuesta por un total de 7 edificios cada uno de ellos con 6 viviendas, lo que hace un total de 42 viviendas, además, también figura un garaje comunitario que se extiende por la planta subterránea total de la urbanización.

El dimensionamiento del proyecto que nos compete comienza en la Caja General de Protección (CGP), punto en el cual la instalación eléctrica del edificio se enlaza con la red, siendo este el límite de propiedad entre la suministradora y el usuario. En adelante, se distribuirá la electricidad por medio de la Línea General de Alimentación (LGA) la cual llega hasta los contadores, punto en el que la compañía registra el consumo del usuario. Desde los contadores partirán las diferentes Derivaciones Individuales (DI) que llegarán hasta los cuadros de las viviendas, los servicios comunes y el garaje. Desde estos cuadros partes los circuitos que alimentan los diferentes puntos de consumo.

De este proyecto también será competencia el cálculo de las protecciones necesarias para cada una de las instalaciones eléctricas del edificio, así como la del edificio propiamente por medio del cálculo de la red de tierras. Con las presentes características del garaje del proyecto también se diseñará una instalación de iluminación de emergencia, así como los diferentes mecanismos de protección contra incendios que la normativa exige para estos casos.

CONCLUSIONES / PRESUPUESTO

La instalación diseñada cumplirá con todas las necesidades energéticas de las viviendas, los edificios y el garaje en materia de abastecimiento de energía eléctrica a los puntos de consumo, así como a su vez cumplirá toda la normativa vigente a fecha de hoy en lo que respecta a las instalaciones eléctricas según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y la normativa que atañe a la protección contra incendios.

El presupuesto completo a poner en conocimiento de la propiedad asciende a la cuantía de trescientos noventa mil setenta y siete euros con ocho céntimos (390.077,08€).

TOTAL DE EJECUCION POR CONTRATA	355.650,15 €
PRECIO DE LOS ESTUDIOS DE INGENIERIA (4%)	14.226,01 €
IVA SOBRE EL PRECIO DE INGENIERIA (21%)	2.987,46 €
COSTE DE LA DIRECCION DE OBRA (4%)	14.226,01 €

IVA SOBRE EL PRECIO DE LA DIRECCION DE OBRA (21%)	2.987,46 €
TOTAL A PONER EN CONOCIMIENTO DE LA PROPIEDAD	390.077,08 €

BIBLIOGRAFÍA

- [1] González, B. B. (2021). Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión 7.ª edición. Marcombo.
- [2] «Reglamento Delegado (UE) 2016/364 de la Comisión, relativo a la clasificación de las propiedades de reacción al fuego de los productos de construcción de conformidad con el Reglamento (UE) nº 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo», de 1 de julio de 2015, D.O.U.E. 2016.
- [3] Hager. Catálogo | Hager ES. Hager worldwide. <https://hager.com/es/catalogo/>
- [4] «Norma Tecnológica de la Edificación ITE-ITA», NTE-ITA/1973, B.O.E. de 31 de marzo de 1973, páginas 6360 a 6400.
- [5] DF-Electic. Catálogos - DF Electric | Passion for electric protection. DF Electric | Passion for electric protection. <https://www.dfelectric.es/es/catalogos/>
- [6] Cype, G. D. P. (s.f.). Generador de precios de la construcción. CYPE ingenieros, S.A. Generador de precios de la construcción. España. CYPE Ingenieros, S.A. <https://www.generadordeprecios.info/>
- [7] TecnoParking. KIT Motores articulados BFT "VIRGO SMART BT A" puertas batientes. TECNOPARKING. <https://tecnoparking.com/tienda/es/motores-puertas-abatibles/2403-kit-motores-articulados-bft-virgo-smart-bt-a-puertas-batientes-residenciales-hasta-2m.html>
- [8] Rehabilitaweb. Kit Portero N-City 10 líneas Fermax. <https://www.rehabilitaweb.es/kit-portero-fermax-n-city-10l-b1f3e/>

- [9] «Código Técnico de la Edificación, Documento Básico HS», Real Decreto 214/2006, de 17 de marzo.
- [10] «Código Técnico de la Edificación, Documento Básico SI», Real Decreto 214/2006, de 17 de marzo.
- [11] Electromaterial. ElectroMaterial. Material eléctrico | Tienda de electricidad online. <https://www.electromaterial.com/>
- [12] UNE. (2002). Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK). (UNE-EN 62262:2002).
- [13] Aparatos autónomos para alumbrado de emergencia con lámparas de incandescencia. prescripciones de funcionamiento. (UNE 20062:1993). (1993).
- [14] Cables eléctricos de baja tensión. cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V (uo/u). parte 3-31: Cables con propiedades especiales ante el fuego. cables unipolares sin cubierta con aislamiento termoplástico libre de halógenos y baja emisión de humo. (UNE-EN 50525-3-31:2012). (2012).
- [15] Instalaciones eléctricas de baja tensión. parte 5-54: Selección e instalación de los equipos eléctricos. puesta a tierra y conductores de protección. (UNE-HD 60364-5-54:2015/A11:2018). (2018).
- [16] Sistemas de canales para cables y sistemas de conductos cerrados de sección no circular para instalaciones eléctricas. parte 2-3: Requisitos particulares para sistemas de canales ranuradas destinados a la instalación en armarios eléctricos. (UNE-EN 50085-2-3:2010). (2010).
- [17] UNE. (1993). Aparatos autónomos para alumbrado de emergencia con lámparas de fluorescencia. prescripciones de funcionamiento. (UNE 20392:1993).
- [18] UNE. (2002). Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK). (UNE-EN 62262:2002).
- [19] UNE. (2005). Conductores de cables aislados. (UNE-EN 60228:2005).

- [20] UNE. (2012). Conjuntos de aparamenta de baja tensión. parte 3: Cuadros de distribución destinados a ser operados por personal no cualificado (DBO). (UNE-EN 61439-3:2012).
- [21] UNE. (2013). Conjuntos de aparamenta de baja tensión. parte 6: Canalizaciones prefabricadas. (UNE-EN 61439-6:2013).
- [22] UNE. (2014). Ensayos relativos a los riesgos del fuego. parte 11-10: Llamas de ensayo. métodos de ensayo horizontal y vertical a la llama de 50 W. (UNE-EN 60695-11-10:2014).
- [23] UNE. (2015). Luminarias. parte 2-22: Requisitos particulares. luminarias para alumbrado de emergencia. (UNE-EN 60598-2-22:2015).
- [24] UNE. (2017a). Cables eléctricos de baja tensión. cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V (uo/u). cables unipolares sin cubierta, con aislamiento reticulado y con altas prestaciones respecto a la reacción al fuego, para instalaciones fijas. (UNE 21027-9:2017).
- [25] UNE. (2017). Cables eléctricos de baja tensión. Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V (Uo/U). Cables unipolares sin cubierta, con aislamiento termoplástico, y con altas prestaciones respecto a la reacción al fuego, para instalaciones fijas (UNE 211002:2017).
- [26] UNE. (2018). Grados de protección proporcionados por las envolventes (código IP). (UNE-EN 60529:2018).
- [27] UNE. (2020). Escaleras. parte 1: Terminología, tipos y dimensiones funcionales. (UNE-EN 131-1:2016+A1:2020).
- [28] UNE. (2021). Conjuntos de aparamenta de baja tensión. parte 1: Reglas generales. (UNE-EN IEC 61439-1:2021).
- [29] UNE. (2022a). Cajas y envolventes para accesorios eléctricos en instalaciones eléctricas fijas para uso doméstico y análogos. parte 1: Requisitos generales. (UNE-EN IEC 60670-1:2022).
- [30] UNE. (2022). Instalaciones eléctricas de baja tensión. parte 5-52: Selección e instalación de equipos eléctricos. canalizaciones. (UNE-HD 60364-5-52:2022).

- [31] UNE. (2020b). Protectores auditivos. requisitos generales. parte 1: Orejeras. (ratificada por la asociación española de normalización en marzo de 2021.) (UNE-EN 352-1:2020 (Ratificada)).
- [32] UNE. (2020). Guantes de protección. Requisitos generales y métodos de ensayo (UNE-EN ISO 21420:2020).
- [33] UNE. (2007). Equipos de protección respiratoria. equipos de respiración autónomos de circuito abierto de aire comprimido con máscara completa. requisitos, ensayos, marcado. (UNE-EN 137:2007).
- [34] UNE. (2002). Protección individual de los ojos. especificaciones. (UNE-EN 166:2002).
- [35] OIT. (2024). Convenio sobre las prescripciones de seguridad (edificación) (C062).
- [36] OIT. (1988). Convenio sobre seguridad y salud en la construcción (C167).
- [37] OIT. (1981). Convenio sobre seguridad y salud de los trabajadores (C155).
- [38] OIT. (1967). Convenio sobre el peso máximo (C127).
- [39] OIT. (1963). Convenio sobre la protección de la maquinaria (C119).

TITLE	Low-voltage electrical installation of a residential urbanization		
AUTHOR	Jorge Martínez García		
DIRECTOR / SPEAKER	Luis Fernando Mantilla Peñalba		
TITULATION	<i>Master's Degree in Industrial Engineering</i>	DATE	19/07/2024

KEY WORKS

Electrical installation, housing, garage, UNE standards, Low Voltage Electrotechnical Regulations, general specifications, basic health and safety study, measurements and budget.

PROBLEM STATEMENT

We are presented with the problem of designing the electrical installation of a residential development in the city of Madrid. This urbanization is composed of 7 buildings with a total of 42 dwellings (6 per building) and a community garage. The design must contemplate all the electrical needs of both the dwellings and the general services of the buildings and the community garage. Everything will be completed with a general specifications and a basic health and safety study, in addition, the total measurements of the installation and its budget are also attached.

PROJECT DESCRIPTION

The project consists of the sizing of the complete electrical installation of a residential urbanization composed of a total of 7 buildings, each one with 6 dwellings, which makes a total of 42 dwellings, in addition, there is also a community garage that extends through the total subway floor of the urbanization.

The sizing of the project starts at the General Protection Box (CGP), the point where the electrical installation of the building is connected to the network, this being the property boundary between the supplier and the user. Thereafter, electricity will be distributed by means of the General Supply Line (LGA) which reaches the meters, the point at which the company registers the user's consumption. From the meters, the different Individual Derivations (DI) will go to the switchboards of the dwellings, the common services and the garage. From these switchboards the circuits that feed the different consumption points will start.

This project will also include the calculation of the necessary protections for each of the electrical installations of the building, as well as that of the building itself through the calculation of the grounding network. With the present characteristics of the project's garage, an emergency lighting installation will also be designed, as well as the different fire protection mechanisms required by the regulations for these cases.

CONCLUSIONS / BUDGET

The designed installation will meet all the energy needs of the dwellings, the buildings and the garage in terms of electrical energy supply to the consumption points, as well as complying with all the current regulations in force as of today regarding electrical installations according to the Low Voltage Electrotechnical Regulations and the regulations concerning fire protection.

The complete budget to be notified to the property amounts to the sum of three hundred and ninety thousand and seventy-seven euros and eight cents (390,077.08€)

TOTAL CONTRACT EXECUTION	355.650,15 €
PRICE OF ENGINEERING STUDIES (4%)	14.226,01 €
VAT ON THE ENGINEERING PRICE (21%)	2.987,46 €
COST OF CONSTRUCTION MANAGEMENT (4%)	14.226,01 €
VAT ON THE PRICE OF CONSTRUCTION MANAGEMENT (21%)	2.987,46 €
TOTAL TO BE REPORTED TO THE PROPERTY	390.077,08 €

BIBLIOGRAPHY

- [1] González, B. B. (2021). Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión 7.ª edición. Marcombo.
- [2] «Reglamento Delegado (UE) 2016/364 de la Comisión, relativo a la clasificación de las propiedades de reacción al fuego de los productos de construcción de conformidad con el Reglamento (UE) nº 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo», de 1 de julio de 2015, D.O.U.E. 2016.
- [3] Hager. Catálogo | Hager ES. Hager worldwide. <https://hager.com/es/catalogo/>
- [4] «Norma Tecnológica de la Edificación ITE-ITA», NTE-ITA/1973, B.O.E. de 31 de marzo de 1973, páginas 6360 a 6400.

- [5] DF-Electic. Catálogos - DF Electric | Passion for electric protection. DF Electric|Passion for electric protection. <https://www.dfelectric.es/es/catalogos/>
- [6] Cype, G. D. P. (s.f.). Generador de precios de la construcción. CYPE ingenieros, S.A. Generador de precios de la construcción. España. CYPE Ingenieros, S.A. <https://www.generadordeprecios.info/>
- [7] TecnoParking. KIT Motores articulados BFT "VIRGO SMART BT A" puertas batientes.TECNOPARKING. <https://tecnoparking.com/tienda/es/motores-puertas-abatibles/2403-kit-motores-articulados-bft-virgo-smart-bt-a-puertas-batientes-residenciales-hasta-2m.html>
- [8] Rehabilitaweb. Kit Portero N-City 10 líneas Fermax. <https://www.rehabilitaweb.es/kit-portero-fermax-n-city-10l-b1f3e/>
- [9] «Código Técnico de la Edificación, Documento Básico HS», Real Decreto 214/2006, de 17 de marzo.
- [10] «Código Técnico de la Edificación, Documento Básico SI», Real Decreto 214/2006, de 17 de marzo.
- [11] Electromaterial. ElectroMaterial. Material eléctrico | Tienda de electricidad online. <https://www.electromaterial.com/>
- [12] UNE. (2002). Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK). (UNE-EN 62262:2002).
- [13] Aparatos autónomos para alumbrado de emergencia con lámparas de incandescencia. prescripciones de funcionamiento. (UNE 20062:1993). (1993).
- [14] Cables eléctricos de baja tensión. cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V (uo/u). parte 3-31: Cables con propiedades especiales ante el fuego. cables unipolares sin cubierta con aislamiento termoplástico libre de halógenos y baja emisión de humo. (UNE-EN 50525-3-31:2012). (2012).
- [15] Instalaciones eléctricas de baja tensión. parte 5-54: Selección e instalación de los equipos eléctricos. puesta a tierra y conductores de protección. (UNE-HD 60364-5-54:2015/A11:2018). (2018).

- [16] Sistemas de canales para cables y sistemas de conductos cerrados de sección no circular para instalaciones eléctricas. parte 2-3: Requisitos particulares para sistemas de canales ranuradas destinados a la instalación en armarios eléctricos. (UNE-EN 50085-2-3:2010). (2010).
- [17] UNE. (1993). Aparatos autónomos para alumbrado de emergencia con lámparas de fluorescencia. prescripciones de funcionamiento. (UNE 20392:1993).
- [18] UNE. (2002). Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK). (UNE-EN 62262:2002).
- [19] UNE. (2005). Conductores de cables aislados. (UNE-EN 60228:2005).
- [20] UNE. (2012). Conjuntos de aparamenta de baja tensión. parte 3: Cuadros de distribución destinados a ser operados por personal no cualificado (DBO). (UNE-EN 61439-3:2012).
- [21] UNE. (2013). Conjuntos de aparamenta de baja tensión. parte 6: Canalizaciones prefabricadas. (UNE-EN 61439-6:2013).
- [22] UNE. (2014). Ensayos relativos a los riesgos del fuego. parte 11-10: Llamas de ensayo. métodos de ensayo horizontal y vertical a la llama de 50 W. (UNE-EN 60695-11-10:2014).
- [23] UNE. (2015). Luminarias. parte 2-22: Requisitos particulares. luminarias para alumbrado de emergencia. (UNE-EN 60598-2-22:2015).
- [24] UNE. (2017a). Cables eléctricos de baja tensión. cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V (uo/u). cables unipolares sin cubierta, con aislamiento reticulado y con altas prestaciones respecto a la reacción al fuego, para instalaciones fijas. (UNE 21027-9:2017).
- [25] UNE. (2017). Cables eléctricos de baja tensión. Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V (Uo/U). Cables unipolares sin cubierta, con aislamiento termoplástico, y con altas prestaciones respecto a la reacción al fuego, para instalaciones fijas (UNE 211002:2017).
- [26] UNE. (2018). Grados de protección proporcionados por las envolventes (código IP). (UNE-EN 60529:2018).

- [27] UNE. (2020). Escaleras. parte 1: Terminología, tipos y dimensiones funcionales. (UNE-EN 131-1:2016+A1:2020).
- [28] UNE. (2021). Conjuntos de apartamiento de baja tensión. parte 1: Reglas generales. (UNE-EN IEC 61439-1:2021).
- [29] UNE. (2022a). Cajas y envolventes para accesorios eléctricos en instalaciones eléctricas fijas para uso doméstico y análogos. parte 1: Requisitos generales. (UNE-EN IEC 60670-1:2022).
- [30] UNE. (2022). Instalaciones eléctricas de baja tensión. parte 5-52: Selección e instalación de equipos eléctricos. canalizaciones. (UNE-HD 60364-5-52:2022).
- [31] UNE. (2020b). Protectores auditivos. requisitos generales. parte 1: Orejeras. (ratificada por la asociación española de normalización en marzo de 2021.) (UNE-EN 352-1:2020 (Ratificada)).
- [32] UNE. (2020). Guantes de protección. Requisitos generales y métodos de ensayo (UNE-EN ISO 21420:2020).
- [33] UNE. (2007). Equipos de protección respiratoria. equipos de respiración autónomos de circuito abierto de aire comprimido con máscara completa. requisitos, ensayos, marcado. (UNE-EN 137:2007).
- [34] UNE. (2002). Protección individual de los ojos. especificaciones. (UNE-EN 166:2002).
- [35] OIT. (2024). Convenio sobre las prescripciones de seguridad (edificación) (C062).
- [36] OIT. (1988). Convenio sobre seguridad y salud en la construcción (C167).
- [37] OIT. (1981). Convenio sobre seguridad y salud de los trabajadores (C155).
- [38] OIT. (1967). Convenio sobre el peso máximo (C127).
- [39] OIT. (1963). Convenio sobre la protección de la maquinaria (C119).