



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN EDIFICIO DE 140 VIVIENDAS CON CONTADORES DISTRIBUIDOS POR PLANTAS

AUTOR: IVÁN BLAY SOLANO

TUTOR: JOSÉ ROGER FOLCH

COTUTOR: ÁNGEL SAPENA BAÑÓ

Curso Académico: 2013-14

ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN	1
DOCUMENTO Nº1: MEMORIA DESCRIPTIVA	2
▪ ANEXO I: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	29
▪ ANEXO II: SELECCIÓN DE APARAMENTA	63
DOCUMENTO Nº2: PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS	80
DOCUMENTO Nº3: PRESUPUESTO	95
DOCUMENTO Nº4: PLANOS Y DIAGRAMAS	120

RESUMEN.

En los documentos que se presentan a continuación se lleva a cabo la descripción y justificación del proceso de diseño de la instalación eléctrica de un edificio de 140 viviendas con contadores distribuidos por plantas.

Para suministrar energía eléctrica a todo el conjunto del edificio, la instalación eléctrica dispondrá de: las acometidas procedentes del centro de transformación, la instalación de enlace, las instalaciones interiores de viviendas, locales y resto de puntos de consumo y la red de conexión a tierra.

Para que el proyecto sea válido para su puesta en marcha se tendrá que cumplir lo especificado en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT). Por lo tanto, durante el desarrollo del proyecto se explicará punto por punto como se ha decidido que sean cada una de las partes de la instalación eléctrica, y las instrucciones que deben seguirse para su correcto montaje.

Los documentos de los que consta el presente proyecto son:

- **Documento N°1: Memoria Descriptiva.**

En ella se definirá tanto el edificio en estudio como su instalación eléctrica, detallando como se realizará y los equipos de los que va a constar. Además, dicha memoria se complementa con 2 anexos:

- **Cálculos Justificativos:** donde se mostrará paso a paso el proceso seguido para dimensionar las distintas partes de la instalación.
- **Selección de Aparamenta:** donde se razonará la selección, sobre catálogo, de los aparatos eléctricos que conforman la instalación.

- **Documento N°2: Pliego de Condiciones Técnicas.**

En él se detallan principalmente las especificaciones técnicas de los elementos de la instalación. Y por otra parte, también se recoge información sobre: normas de ejecución, certificados y documentación relevante a presentar y condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.

- **Documento N°3: Presupuesto.**

En él se hace una estimación del precio global del proyecto, para lo cual se detallan los recursos necesarios para llevar a cabo la instalación, así como el coste de realización de cada una de sus partes.

- **Documento N°4: Planos y Diagramas.**

Los planos definirán claramente cada lugar del edificio, mientras que los diagramas ayudarán a la comprensión del método de conexión de un punto a otro de la instalación.

DOCUMENTO N°1: MEMORIA DESCRIPTIVA

ÍNDICE:

	Página
1. MOTIVACIÓN Y ANTECEDENTES	3
2. OBJETO Y ALCANCE DEL PROYECTO	3
3. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	4
4. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO	6
5. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN	7
5.1. ACOMETIDA	9
5.2. INSTALACIÓN DE ENLACE	10
5.2.1. CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN (CGP)	10
5.2.2. LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN (LGA)	12
5.2.3. CAJA DE DERIVACIÓN	12
5.2.4. CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES	12
5.2.5. DERIVACIONES INDIVIDUALES (DI)	15
5.3. INSTALACIÓN INTERIOR DE VIVIENDA	16
5.3.1. INTERRUPTOR DE CONTROL DE POTENCIA (ICP)	16
5.3.2. DISPOSITIVOS GENERALES DE MANDO Y PROTECCIÓN	17
5.3.3. CIRCUITOS INTERIORES DE VIVIENDA	20
5.4. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA	23
6. CONCLUSIONES	26
7. REFERENCIAS	27
7.1. NORMATIVA	27
7.2. BIBLIOGRAFÍA	28
7.3. CATÁLOGOS	28

DOCUMENTO Nº1: MEMORIA DESCRIPTIVA.

1. MOTIVACIÓN Y ANTECEDENTES.

El presente proyecto con título “**Instalación eléctrica en edificio de 140 viviendas con contadores distribuidos por plantas**” se redacta con motivo del proceso de finalización de los estudios de Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales, cursados en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Valencia. Dicho proyecto se desarrolla bajo la dirección de D. José Roger Folch.

En la construcción de un edificio, la instalación eléctrica representa una necesidad que permite la utilización de cualquier sistema de iluminación, ascensores, climatización, el uso de electrodomésticos, etc.

El aumento progresivo del consumo eléctrico, obliga a establecer unas exigencias y especificaciones cada vez más rigurosas, que garanticen la seguridad de las personas, el buen funcionamiento de la instalación y la fiabilidad y calidad de los suministros eléctricos. También se debe contribuir a hacer más fácil la realización de cualquier instalación por parte del profesional electricista.

Pueden considerarse instalaciones de viviendas aquellas que alimentadas por una red de distribución tienen como finalidad la utilización de la energía eléctrica para el consumo doméstico. En este sentido podemos considerar que en el proyecto de las mismas se debe buscar el máximo equilibrio de las cargas que soportan los distintos conductores que forman parte de la instalación, y por otra parte, que ésta se pueda subdividir de forma que las perturbaciones originadas por las averías que puedan producirse, afecten a un mínimo de partes de la instalación. La subdivisión permite también una mejor localización de las averías y un más fácil control de la instalación.

2. OBJETO Y ALCANCE DEL PROYECTO.

Este proyecto tiene como **objeto** el diseño y el cálculo de las diversas instalaciones eléctricas en baja tensión presentes en un edificio destinado principalmente a viviendas, incluyendo locales comerciales, garajes y servicios generales.

Su **alcance** comprenderá el estudio desde la acometida de la compañía suministradora hasta los circuitos receptores de las viviendas, incluyendo la red de puesta a tierra. Dicho proceso se desarrollará según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión actual.

En este documento, se realizará en primer lugar una descripción del edificio y de la instalación, para luego pasar a detallar los cálculos realizados con tal de conseguir un correcto diseño de la instalación eléctrica del edificio. Por otra parte, también se desarrollará la selección de la aparamenta eléctrica necesaria para un buen funcionamiento del conjunto.

3. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.

El edificio objeto de este proyecto estará situado en la **Avenida Blasco Ibáñez N°134** de la ciudad de **Valencia** (España).

Dicho bloque de viviendas constará de 14 plantas, con una altura total de 42 metros. Y el área del solar donde será construido dicho edificio es de 989 m², con unas dimensiones de 20 metros de profundidad y 49,45 metros de ancho.

A continuación se muestran varios mapas (Figuras de la 1 a la 3) con tal de facilitar su localización, los cuales se ordenan desde una vista general de la ciudad hasta una vista más próxima a la parcela donde será construido el edificio.

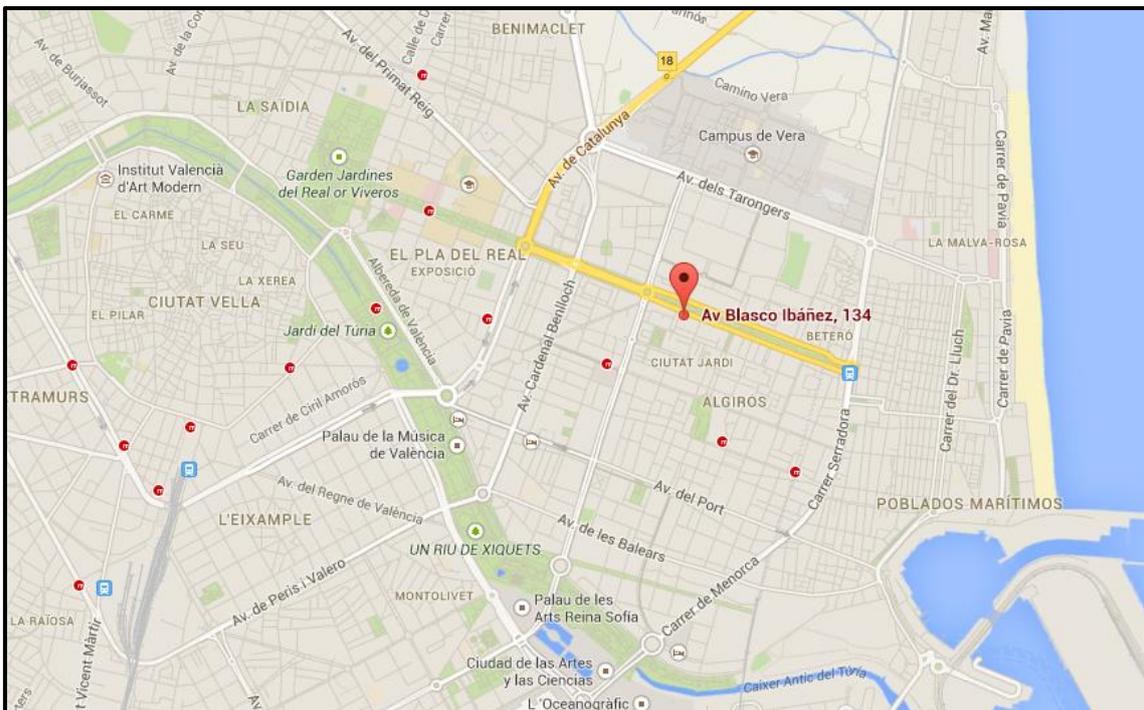


Figura 1

4. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO.

El edificio constará de **14 plantas de viviendas**, 2 plantas subterráneas para plazas de garaje y 5 locales comerciales en la planta baja. La información que se describe a continuación se complementa con los planos que se mostrarán en el Documento N°4, los cuales ayudan a ubicar cada una de las partes del bloque.

La superficie de cada planta de viviendas será de 1206,35 m², con unas dimensiones de 23 metros de profundidad y 52,45 metros de ancho. En cada una de ellas habrá 10 viviendas, de las cuales 4 serán de 120 m² y las 6 restantes de 90 m², con lo cual habrá un total de **140 viviendas** en el edificio.

El acceso a las plantas de viviendas se podrá realizar por dos escaleras, situadas cada una de ellas en un extremo del pasillo que separa las puertas de entrada a las viviendas, o a través de los ascensores, habiendo dos de 8 personas y otro de 13 personas. Además, en cada una de las plantas también habrá los siguientes cuartos: contadores, servicios generales y mantenimiento.

En la planta baja estará situado el vestíbulo y la entrada principal del edificio, desde donde se tendrá acceso al aparcamiento y las demás plantas mediante escaleras o ascensor. Esta planta se encontrará elevada 0,75 metros aproximadamente respecto al nivel de la calle, y su superficie (989 m²) será menor que la correspondiente a las plantas de viviendas, ya que sus dimensiones se verán reducidas 3 metros en cada dirección.

También habrá en dicha planta un cuarto de contadores, un cuarto donde se ubicarán los grupos de presión y un cuarto para el conserje, siendo cada uno de estos de 35,4 m². Además, habrá 5 locales comerciales, de 106.33 m² cada uno de ellos.

En cuanto a las dos plantas subterráneas de aparcamientos, la primera será de ventilación natural, mientras que la segunda será de ventilación forzada. Estas plantas tendrán la misma superficie que la planta baja (989 m²), y las rampas de acceso y salida serán unidireccionales y por el exterior.

El transformador que alimenta al edificio se encuentra a 50 metros del edificio y la empresa contratada realizará el suministro de corriente desde las redes de distribución que tiene asignadas para esta parcela.

5. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.

La instalación eléctrica de este proyecto comprende:

- Acometida.
- Caja general de protección.
- Línea general de alimentación.
- Caja de derivación.
- Centralización de contadores.
- Derivaciones individuales.
- Interruptor de control de potencia.
- Dispositivos generales de mando y protección.
- Circuitos interiores de vivienda.

A diferencia de lo que es habitual en las instalaciones de enlace de edificios de viviendas, en este caso la instalación a seguir se basa en la colocación de **contadores de forma centralizada en más de un lugar**.

El principal motivo de esta elección es la elevada previsión de cargas del edificio, debido a que existen un total de 140 viviendas, de las cuales 56 son de electrificación elevada y 84 de electrificación básica.

Por lo tanto, resulta más práctico y seguro distribuir los contadores por plantas que situarlos todos en la planta baja, con lo que a cada centralización de contadores le corresponderán solo 10 viviendas. Además, en la planta baja se situarán los contadores correspondientes a los servicios generales, locales comerciales y garajes.

A continuación, se muestra un esquema de cómo sería la instalación de enlace para una centralización de contadores en más de un lugar:

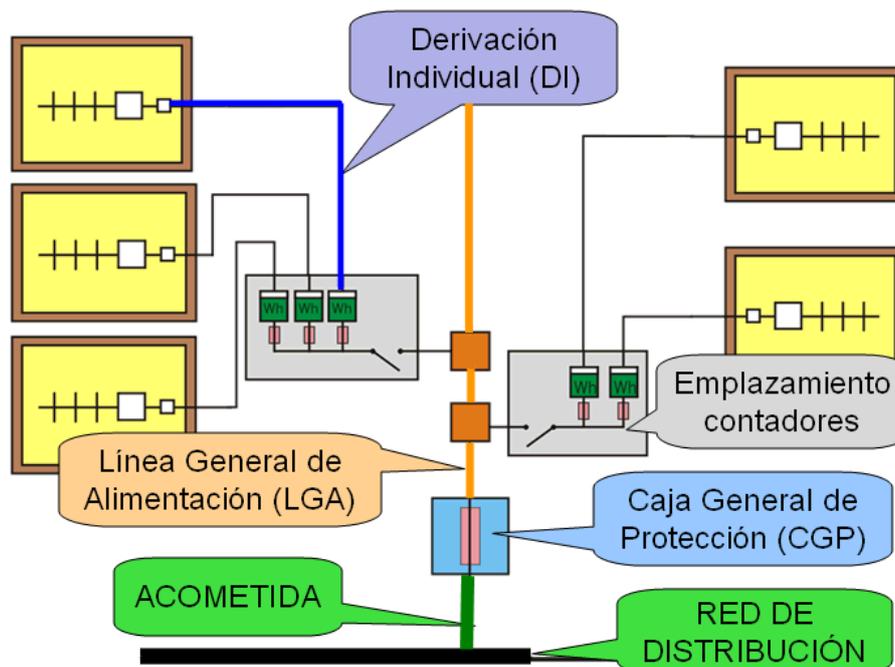


Figura 4

El centro de transformación estará alimentado por medio de una red subterránea de MT de 20 kV y destinado éste únicamente a suministrar energía eléctrica al edificio, su potencia aparente nominal será de **1000 kVA**.

La instalación tendrá su origen en los cuadros de baja tensión situados en el CT, de donde saldrán las acometidas subterráneas hasta llegar a las 4 cajas generales de protección dispuestas en nichos en la entrada del edificio.

Partiendo de las CGP saldrán las correspondientes líneas generales de alimentación, que enlazarán con las centralizaciones de contadores. Se tendrán un total de **4 LGA y 17 centralizaciones de contadores**, una por planta de viviendas y tres en la planta baja. Las asociadas a plantas de viviendas estarán formadas por 10 contadores monofásicos cada una. Dicho esquema de conexión se representa gráficamente en el Diagrama Unifilar N°1.

Por otra parte, en la planta baja, de las 3 centralizaciones una será para locales (formada por 5 contadores monofásicos), mientras que las otras dos estarán formadas por un solo contador de tipo trifásico cada una, correspondiendo una a los garajes y la otra a los servicios generales.

Debido a que cada LGA está diseñada para una potencia prevista de 200 kW, tenemos que 2 de estas líneas se dedicarán exclusivamente a abastecer a la mayor parte de las viviendas, mientras que otra línea suministrará a las viviendas restantes y a los 5 locales comerciales. Y la cuarta LGA suministrará tanto a los garajes como a los servicios generales.

Desde las centralizaciones de contadores de cada planta partirán las derivaciones individuales hacia los cuadros generales de las viviendas, de donde saldrán varios circuitos con dirección a los puntos de consumo distribuidos por la vivienda. Esta distribución se puede ver reflejada mediante los Diagramas Unifilares N°2, 3 y 4.

En cuanto a las tres centralizaciones de contadores situadas en la planta baja, de una de ellas saldrán líneas monofásicas para alimentar los puntos de consumo de los locales. Mientras que de las correspondientes a garajes y servicios generales saldrá una corta línea trifásica hacia un cuadro secundario, de donde partirán más líneas.

En el caso de los **servicios generales** (Diagrama N°7):

- 15 Líneas monofásicas. Dedicadas a la iluminación de las zonas comunes de cada una de las plantas (vestíbulo, rellanos y cuartos).
- 1 Línea trifásica. Dedicada a la alimentación del grupo de bombas de presión de agua.
- 1 Línea trifásica. Dedicada a la alimentación de la salas de máquinas de los ascensores y montacargas.

Y para el caso de los **garajes** (Diagrama N°5):

- 2 Líneas monofásicas. Dedicadas a la iluminación de cada una de las dos plantas subterráneas para plazas de aparcamiento.
- 1 Línea trifásica. Dedicada a la alimentación de los motores encargados de activar el sistema de ventilación y extracción forzada de aire.

Una vez hecha una descripción general de la instalación eléctrica objeto del proyecto, se pasará a describir más detalladamente cada una de las partes que la conforman.

Para ello se dará información sobre: cuál es su **función** en el conjunto, sus **características** principales, métodos de instalación y **requerimientos** técnicos que precisen para su correcto funcionamiento.

5.1. ACOMETIDA.

La acometida es la parte de la instalación que enlazará los cuadros de baja tensión situados en el CT con las cajas generales de protección (CGP), situadas en la entrada del edificio. Para su diseño hay que basarse en la citada **ITC-BT-07**.

La acometida será **subterránea** en canalizaciones entubadas, con suministro trifásico más neutro (3F+N) mediante cuatro conductores de **aluminio** con aislamiento de **XLPE** y **unipolares**, con 400V entre fases y 230V entre fase y neutro.

Los conductores deberán de estar debidamente protegidos contra la corrosión ocasionada por el terreno y los esfuerzos mecánicos. Y la tensión nominal de aislamiento de los conductores será de 1000 V.

En la figura 5 se puede ver un ejemplo de una instalación de acometida subterránea bajo tubo:

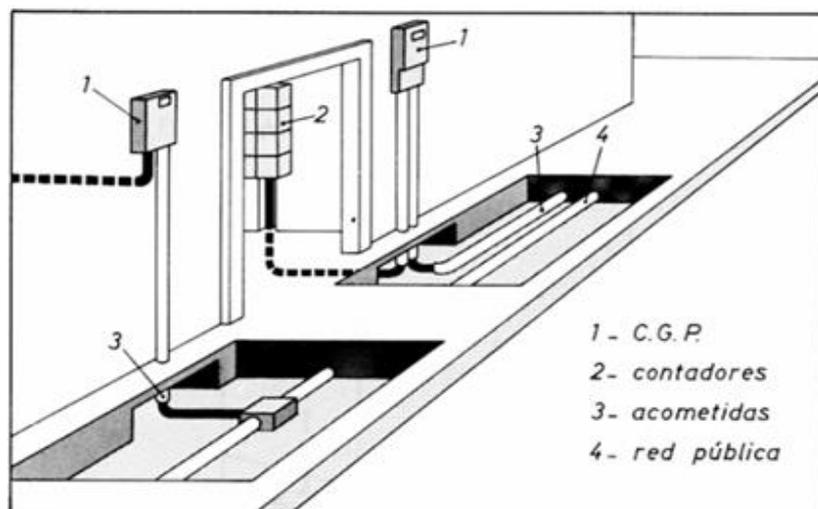


Figura 5

5.2. INSTALACIÓN DE ENLACE.

5.2.1. CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN (CGP).

Las CGP serán el nexo de unión entre las acometidas y las líneas generales de alimentación, y también serán las encargadas de alojar los elementos de protección de las LGA. Por otra parte, dichas cajas marcarán el límite de la propiedad del edificio, y le son de aplicación todas las disposiciones mostradas en la **ITC-BT-13**.

Las CGP a utilizar se corresponderán a uno de los tipos recogidos en las especificaciones técnicas de la empresa suministradora que hayan sido aprobadas por la Administración Pública correspondiente.

Se ha decidido que las CGP estén ubicadas en el interior de **nichos de obra**, en la pared limitante con la vía pública, situadas en el interior del portal de entrada a la zona residencial. Esta decisión es consecuencia directa del tipo de acometida elegida (subterránea), lo cual hace conveniente utilizar nichos de obra en vez de situar las CGP en la fachada exterior del edificio. Otro motivo es la mejora de la estética exterior del edificio.

Estos nichos se cerrarán con una puerta metálica, con grado de protección IK 10, disponiendo de una cerradura. Y deben situarse a una altura mínima de 30 cm y máxima de 1,5 m.

En cuanto a la protección de las CGP hay dos exigencias: la primera es que el grado de protección contra la penetración de cuerpos sólidos y líquidos será IP43, y por otra parte, el grado de protección contra impactos mecánicos debe ser IK08.

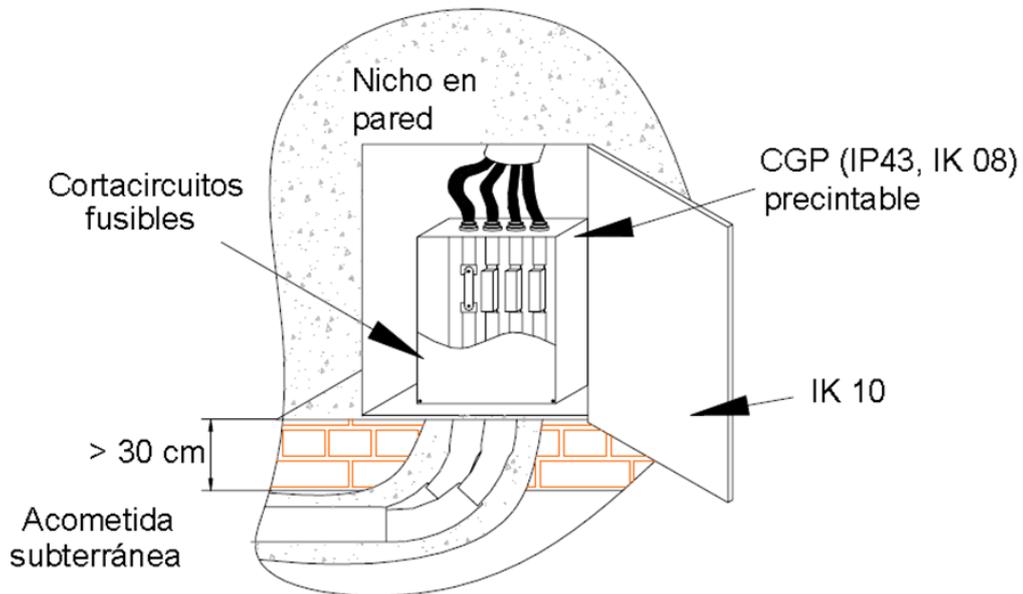
También se recomienda que las CGP sean de Clase II (doble aislamiento), y que estén alejadas o protegidas de las demás instalaciones de agua, gas y teléfono.

Con el fin de proteger las líneas generales de alimentación que partirán de las cajas generales de protección, dentro de las mismas se instalarán cortocircuitos fusibles en todos los conductores de fase, con poder corte mayor o igual a la corriente de cortocircuito prevista en el punto de su instalación.

Por otra parte, el neutro estará constituido por una conexión amovible situada a la izquierda de las fases y dispondrá también de un borne para su conexión a tierra.

Los usuarios o el electricista sólo tendrán acceso y podrán actuar sobre las conexiones con la LGA, previa comunicación a la empresa suministradora.

En la siguiente imagen (Figura 6) se puede observar un ejemplo de instalación de una CGP en su nicho y con acometida subterránea, así como las indicaciones de algunos de los requerimientos de protección de la caja:



Ejemplo de caja general de protección (CGP) con acometida subterránea.

Figura 6

En esta otra imagen (Figura 7) se muestra como debe ser la puerta metálica que cierre el nicho por su parte exterior, indicando los requerimientos de seguridad indispensables que debe poseer:



Figura 7

5.2.2. LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN (LGA).

Las líneas generales de alimentación (LGA) conforman la parte de la instalación que se encargará de enlazar las CGP con las diferentes centralizaciones de contadores.

Cada una de las LGA estará constituida por tres conductores de fase y un neutro, y también se dispondrá por la misma canalización el conductor de protección. Le son de aplicación todas las normas que aparecen en la referenciada **ITC-BT-14**.

Para este caso, los conductores serán de **cobre** con aislamiento de **XLPE** y **unipolares**. La sección de los conductores será uniforme en todo su recorrido y sin empalmes, exceptuándose las derivaciones realizadas en el interior de las cajas de derivación. La sección mínima a instalar será de 10 mm² y los cables serán no propagadores de incendios y con emisión de humos y opacidad reducida.

5.2.3. CAJA DE DERIVACIÓN.

La utilización de estas cajas es debida a que la centralización de contadores se va a realizar en más de un lugar del edificio, en concreto, por plantas. Por lo tanto, son necesarias las cajas de derivación para poder extraer de la línea general de alimentación una toma que alimente a cada una de las centralizaciones de contadores. Y de esta forma cada LGA podrá ir desde su correspondiente CGP hasta la centralización de contadores más alejada que deba alimentar.

5.2.4. CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES.

Cada concentración deberá poseer los aparatos de medida, mando, control y protección de cada una de las derivaciones individuales que alimente. Hay que indicar que toda la instalación de esta parte se realizará de acuerdo a la instrucción **ICT-BT-16** del REBT y a normas particulares de la Compañía Suministradora.

Cada centralización estará formada por las siguientes unidades funcionales:

- **Interruptor General de Maniobra:**

Su función es dejar fuera de servicio en caso de necesidad a su correspondiente concentración de contadores, dicho interruptor estará instalado entre la LGA y el embarrado general de la concentración de contadores.

Para este caso, los interruptores generales de maniobra serán todos de 400 A de calibre y debe instalarse uno por cada centralización de contadores, con lo cual serán necesarios 17 interruptores generales de maniobra.

Dichos interruptores han de tener las siguientes características:

Se instalarán en una envolvente de doble aislamiento independiente, serán de corte omnipolar y de apertura en carga por accionamiento manual con bloqueo en posición de abierto, para posibilitar la conexión o desconexión manual del suministro eléctrico procedente de la LGA. Y también deben garantizar que el neutro no sea cortado antes que las demás fases.

- **Embarrado general y fusibles de seguridad:**

Cada centralización de contadores debe contener un embarrado general y fusibles de seguridad correspondientes a todos los suministros conectados.

Los embarrados estarán constituidos por pletinas de cobre de 20 mm x 4 mm, y la barra del neutro irá situada en la parte superior del embarrado. También debe disponerse de una protección aislante que evite contactos accidentales con el embarrado general al acceder a los fusibles.

Cada derivación debe tener asociada en su origen su propia protección compuesta por fusibles de seguridad. Estos fusibles estarán instalados antes de los contadores y se colocarán en cada uno de los conductores de fase.

- **Unidad funcional de medida:**

Está formada principalmente por los contadores, aunque también incluye los interruptores horarios y los dispositivos de mando. Su función es realizar la medida de la energía eléctrica de cada una de las derivaciones individuales.

- **Embarrado de protección y bornes de salida:**

Cada centralización de contadores debe tener un embarrado donde se conectan los cables de protección de cada derivación individual, y los bornes de salida de cada una de éstas.

Los embarrados estarán constituidos por pletinas de cobre de 20 mm x 4 mm, y dispondrán también de un borne para la conexión de la puesta a tierra. El número de bornes de salida a instalar será el que corresponda en función del número y tipo de contadores que lleve la unidad funcional de medida.

A continuación se adjuntan dos imágenes (Figuras 8 y 9) que ayudan a visualizar mejor cada una de las partes de una centralización de contadores:

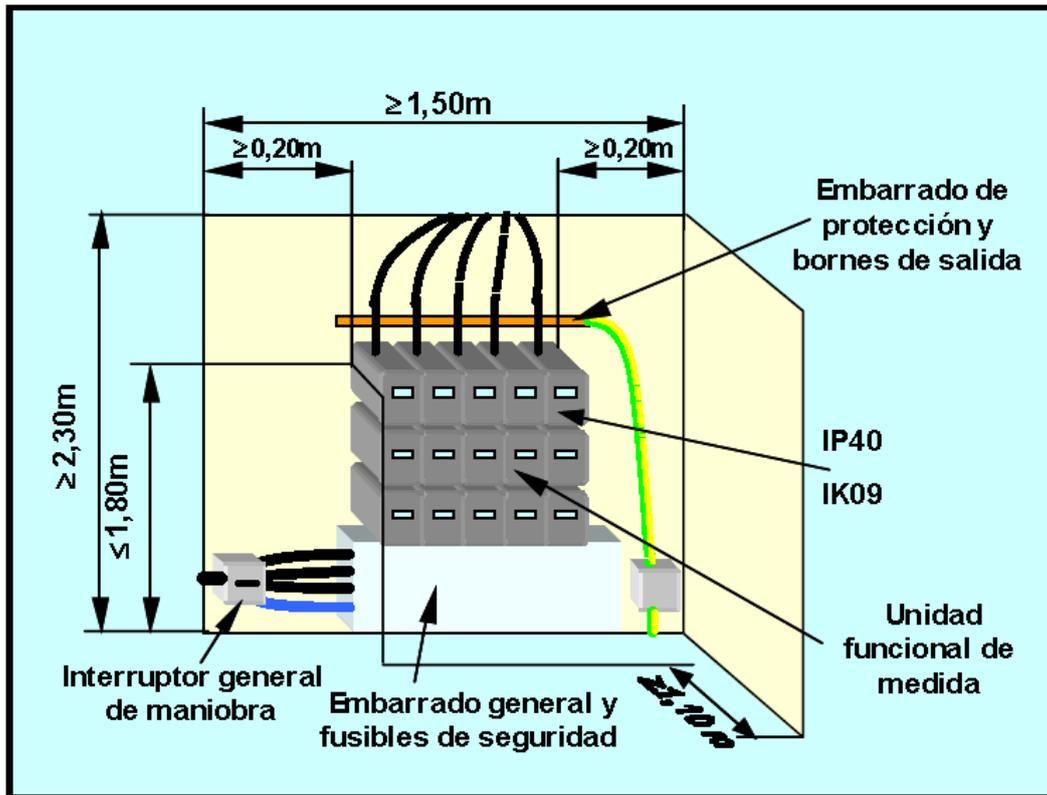


Figura 8

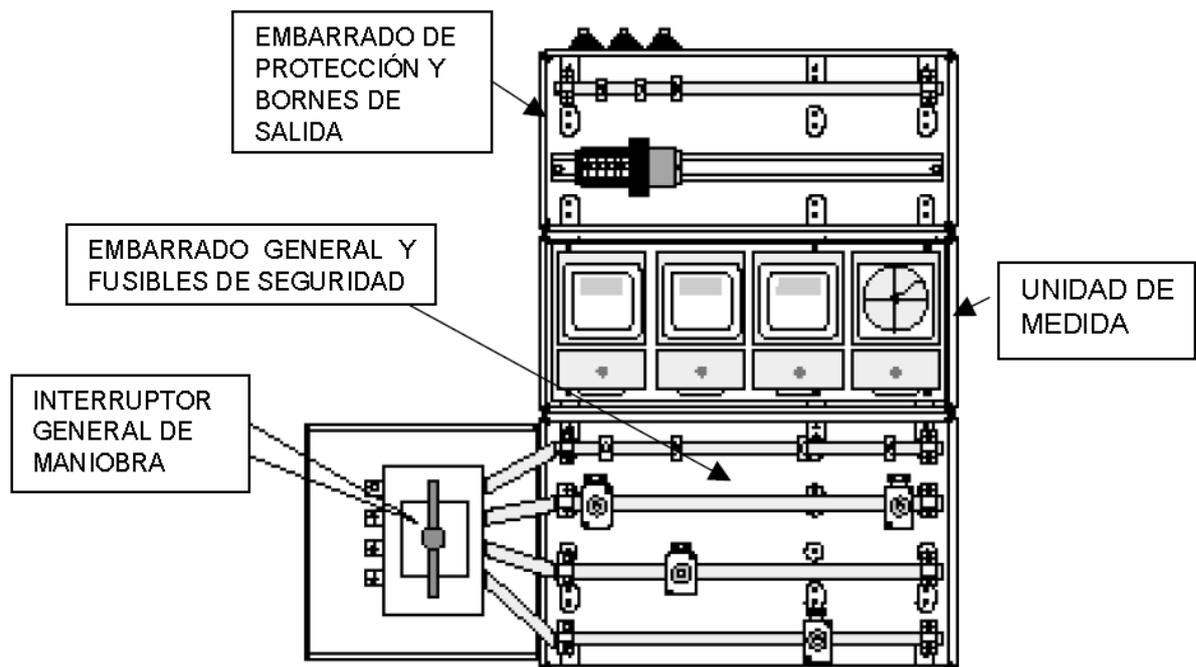


Figura 9

5.2.5. DERIVACIONES INDIVIDUALES (DI).

Las derivaciones individuales (DI) son la parte de la instalación que enlazarán el equipo de medida de cada abonado, alojado en la centralización de contadores, con su interruptor de control de potencia, situado en la entrada de su vivienda. Cada DI será independiente y deberá cumplir con lo establecido en la instrucción **ITC-BT-15** del REBT.

Las derivaciones individuales estarán constituidas por conductores de **cobre unipolares** aislados con **XLPE**, y situados en el interior de tubos empotrados en huecos de obra (paredes y falsos techos). Estos tubos deberán ejecutarse según la citada **ITC-BT-21**.

El cable de derivación estará formado por los siguientes conductores, y el código de colores utilizado es el indicado en la **ITC-BT-19**:

- Conductor de fase: marrón (cuando sean necesarios más conductores de fase se utilizarán además los colores negro y gris).
- Conductor neutro: azul claro.
- Conductor de protección: verde-amarillo.
- Hilo de mando: rojo

El hilo de mando se utiliza para posibilitar la aplicación de diferentes tarifas.

Los cables serán no propagadores de incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. La sección mínima será de 10 mm² para los cables polares y neutro, de 16 mm² para el cable de protección y de 1,5 mm² para el hilo de mando.

Los conductores de protección estarán integrados en sus correspondientes DI y conectados a los embarrados de los módulos de protección de cada una de las centralizaciones de contadores. Y desde éstos, a través de los puntos de puesta a tierra, quedarán conectados a la red de puesta a tierra del edificio.

Los tubos protectores tendrán una sección nominal que permita ampliar la sección de los conductores inicialmente instalados en un 100%.

En cualquier caso, se dispondrá de un tubo reserva por cada 10 derivaciones individuales o fracción, desde las concentraciones de contadores hasta las viviendas o locales, para poder atender fácilmente posibles ampliaciones.

5.3. INSTALACIÓN INTERIOR DE VIVIENDA.

5.3.1. INTERRUPTOR DE CONTROL DE POTENCIA (ICP).

El interruptor de control de potencia es un dispositivo que tiene como finalidad controlar que la demanda de potencia de los aparatos conectados a la instalación, no supere la potencia contratada para el punto de suministro.

En las viviendas y locales se instalará a la llegada de la DI una caja para el interruptor de control de potencia (ICP), inmediatamente antes de los demás dispositivos, con un compartimento independiente y precintable. La caja del ICP estará normalizada y se podrá colocar en el mismo cuadro donde se alojarán los dispositivos generales de mando y protección. Su instalación se realizará junto a la puerta de entrada y a una altura de aproximadamente 1,80 metros respecto del suelo. Se cumplirá en todo momento lo dicho en la instrucción **ITC-BT-17** del REBT.

El **funcionamiento** del ICP es el siguiente: cuando los aparatos conectados a la instalación demandan una potencia superior a la contratada, dicho interruptor actúa desconectándose automáticamente y dejando sin servicio eléctrico a la vivienda. Para volver a poner la instalación en servicio hay que desconectar primero alguno de los aparatos enchufados para reducir la potencia conectada por debajo de la contratada, esperar un par de minutos y subir manualmente la palanca.

A continuación, se muestran dos imágenes (Figuras 10 y 11) de ICPs con y sin envolvente:



Figura 10



Figura 11

5.3.2. DISPOSITIVOS GENERALES DE MANDO Y PROTECCIÓN.

Estos dispositivos se situarán junto a la caja del ICP, en la entrada de cada una de las viviendas, a una altura entre 1,4 m y 2 m desde el nivel del suelo. Dichos interruptores irán montados sobre un cuadro empotrado y de dimensiones suficientes para contener los elementos de mando y protección de los circuitos interiores.

Estarán constituidos por una envolvente de material autoextinguible, con unos índices de protección IP30 e IK07. Y en el cuadro se indicará el instalador o empresa que lo haya ejecutado, la fecha y la intensidad del interruptor general.

Según la **ITC-BT-26** en este cuadro se dispondrán los bornes o pletinas para la conexión de los conductores de protección de la instalación interior con la derivación de la línea principal de tierra.

Y por otra parte, los circuitos de protección individuales se han ejecutado según lo dispuesto en la **ITCBT-17** y cumpliendo también lo indicado en la **ITC-BT-25**.

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

- **Interruptor General Automático** de corte omnipolar, para protección contra sobrecargas (lo que incluye sobrecargas y cortocircuitos) de todos los circuitos interiores, con un poder de corte de 4500 A como mínimo. Otra condición es que debe ser completamente independiente del ICP.
- **Interruptores Diferenciales**, destinados a la protección contra contactos indirectos en los circuitos interiores de la vivienda. Todos los ID deberán tener una sensibilidad de 30 mA.
- **Un magnetotérmico o PIA por circuito**, de corte omnipolar, destinado a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos para cada uno de los circuitos interiores de la instalación de la vivienda. El número de PIAs a instalar y su calibre dependen del grado de electrificación de la vivienda.
- **Dispositivo de protección contra sobretensión**, cuya función es proteger la instalación contra las sobretensiones transitorias que se transmiten por las redes de distribución, y que se originan fundamentalmente como consecuencia de: descargas atmosféricas, conmutaciones de redes y defectos en las mismas. En la ITC-BT-23 del REBT se definen estos dispositivos con mayor detalle.

A continuación, se muestran varias imágenes (Figuras de la 12 a la 15) con tal de ayudar a aclarar los conceptos explicados. En ellas se diferencia claramente cual es cada uno de los interruptores descritos a instalar, el orden en que deben situarse, algunas características que deben poseer y como deben hacerse las conexiones para su correcto funcionamiento.

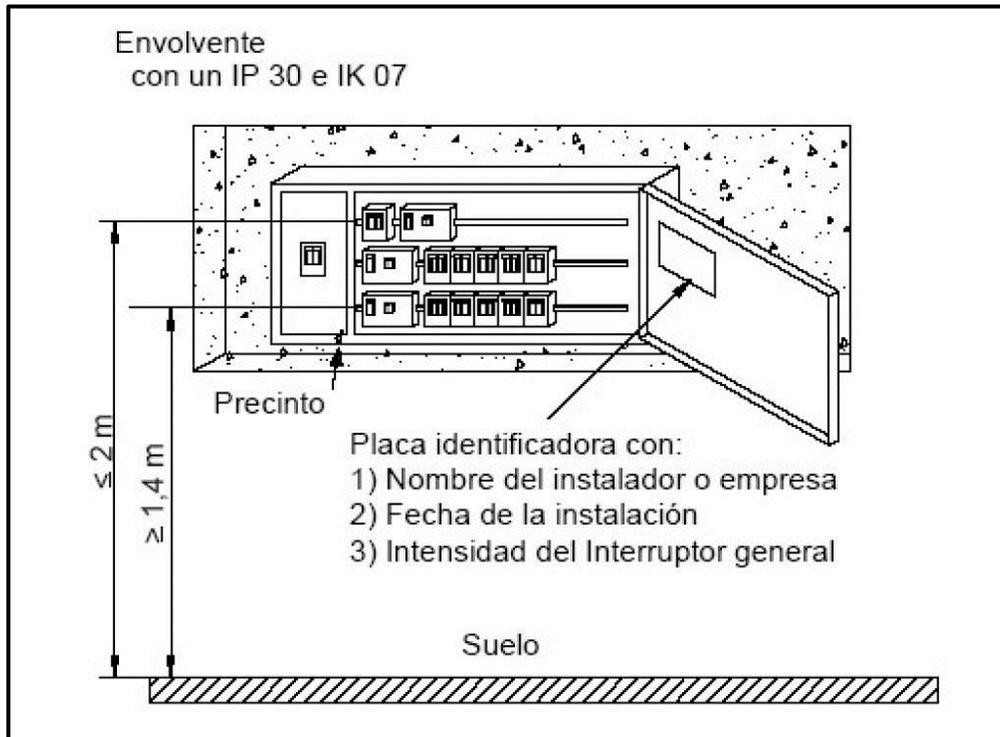


Figura 12



Figura 13

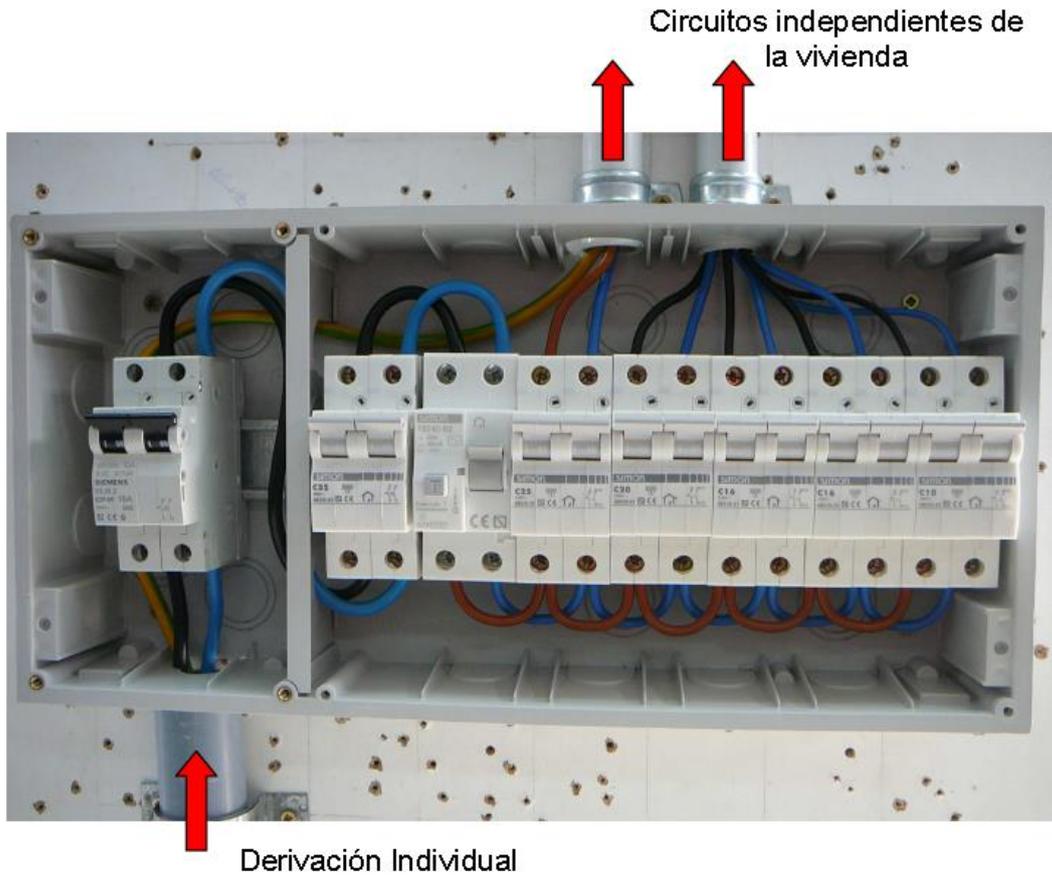


Figura 14

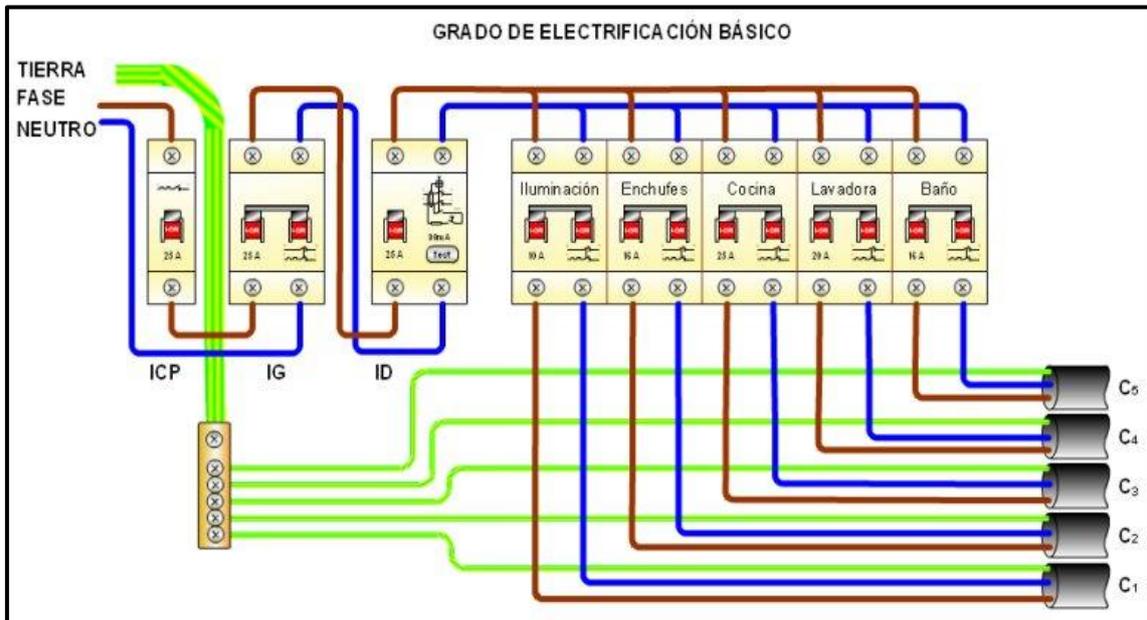


Figura 15

5.3.3. CIRCUITOS INTERIORES DE VIVIENDA.

El **número y tipo** de circuitos independientes presentes en la vivienda depende de su grado de electrificación. Para las instalaciones en viviendas dotadas con **grado de electrificación básico**, se va a preveer el uso los siguientes circuitos de utilización:

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

Mientras que para las viviendas dotadas con **grado de electrificación elevado**, es decir, con una previsión importante de aparatos electrodomésticos que obligue a instalar más de un circuito de cualquiera de los tipos descritos anteriormente, así como con previsión de sistemas de calefacción eléctrica, acondicionamiento de aire, automatización o gestión técnica de la energía y seguridad, se prevé el uso los de siguientes circuitos de utilización, además de los correspondientes a la electrificación básica:

- **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 la vivienda es mayor de 160 m².
- **C8:** circuito de distribución interna destinado a la instalación de calefacción eléctrica, cuando existe previsión de ésta.
- **C9:** circuito de distribución interna destinado a la instalación aire acondicionado, cuando existe previsión de éste.
- **C10:** circuito de distribución interna destinado a la instalación de una secadora independiente.
- **C11:** circuito de distribución interna destinado a la alimentación del sistema de automatización, gestión técnica de la energía y de seguridad, cuando exista previsión de éste.
- **C12:** circuitos adicionales de cualquiera de los tipos C3 o C4, cuando se prevean, o circuito adicional del tipo C5, cuando su número de tomas de corriente exceda de 6.

Los circuitos empleados en cada una de las viviendas cumplirán con las especificaciones de la **ITC-BT-25** del REBT.

Los conductores serán de hilo de cobre, unipolares, con aislamiento de PVC nominal a 750 V, y de distintos colores de forma que permita la fácil diferenciación de las fases activas entre sí, el neutro y el conductor de protección. Y todos los circuitos dispondrán de conductor de protección de idénticas características que el de fase activa y el neutro.

- **Sistema de Instalación:**

Todas las líneas irán protegidas en el interior de tubos, siendo del tipo corrugado para los que discurran por el interior de la tabiquería y del tipo corrugado reforzado para los que discurran por falsos techos y por el suelo de la viviendas, procurándose evitar en la medida que la construcción lo permita esta última operación.

Serán del diámetro adecuado al número de conductores que deban de proteger y que se especificarán en el apartado de cálculos correspondiente (apartado 6 del Anexo I).

Las **cajas de empalme y derivación**, se emplearán para realizar en su interior la unión de los conductores que forman las distintas líneas de la instalación, así como, los cambios de dirección de las líneas y las derivaciones de las mismas. El tamaño de dichas cajas de empalme y derivación estará en función del número de tubos que lleguen a las mismas. Varios circuitos pueden encontrarse en el mismo tubo o en el mismo compartimento de canal si todos los conductores están aislados para la tensión asignada más elevada.

En caso de proximidad de **canalizaciones eléctricas (tubos)** con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, dichas canalizaciones se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Los tubos no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

Otra consideración relevante respecto a las canalizaciones eléctricas es que deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Y se establecerán de forma que mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

- **Puntos de utilización:**

Partiendo de una distribución genérica de habitáculos en la vivienda, se establecerán como mínimo los siguientes puntos de consumo o receptores:

▪ **Cuarto de Estar.**

- Un punto de luz con su interruptor por cada 10 m² o fracción.
- Una toma de corriente de 16 A, provista de contacto de puesta a tierra, por cada 6 m² o fracción con un mínimo de 3.

▪ **Dormitorios.**

- Un punto de luz con su interruptor por cada 10 m² o fracción.
- Una toma de corriente a 16 A, provista de contacto de puesta a tierra, por cada 6 m² o fracción con un mínimo de 3.
- Se preverá la instalación de una toma para el receptor de la TV.

▪ **Cocina.**

- Un punto de luz fijo, dos si es mayor de 10 m², cada uno con su interruptor.
- Dos tomas de corriente a 16 A, provistas de contacto de puesta a tierra, destinadas a frigorífico y extractor.
- Tres tomas de corriente de 16 A, provistas de contacto de puesta a tierra, sobre el plano de trabajo previsto para la encimera y separados a 0,50 m del fregadero y de la encimera de cocción o cocina.
- Tres tomas de corriente a 16 A, con contacto a puesta a tierra, para lavadora, lavavajillas y calentador eléctrico.
- Una toma de corriente de 16 A, con contacto de puesta a tierra, para secadora.
- Una toma de corriente de 25 A, con contacto de puesta a tierra para cocina y horno.

▪ **Baños y aseos.**

- Un punto de luz fijo, con su interruptor.
- Dos tomas de corriente de 16 A, con contacto de puesta a tierra.
- Para el circuito de climatización solo se proyecta un punto de toma en falso techo de baño donde se prevé instalar la posible máquina de climatización de bomba de calor.

▪ **Vestíbulo.**

- Un puesto de luz con su interruptor cada 10 m² o fracción.

5.4. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.

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

Los **objetivos** principales de esta instalación son:

- Conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificio y superficie del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas.
- Permitir el paso a tierra de las corrientes de defecto y de las de descarga de origen atmosférico.
- Evitar o limitar la tensión respecto tierra que puede aparecer en las masas metálicas.
- Asegurar la actuación de las protecciones dispuestas en el edificio.
- Eliminar o disminuir el riesgo debido a una avería en los materiales eléctricos empleados.

En cuanto al sistema de puesta a tierra, se tendrá en cuenta todo lo establecido en las **ITC-BT-18** y **ITC-BT-26**. Y a la hora de su dimensionado se tendrá en cuenta la información recogida en el capítulo 3 de la referencia "Tecnología Eléctrica" (Roger y otros, 2010).

- **Instalación:**

Para llevar a cabo la puesta a tierra se instalarán en el fondo de la zanja de cimentación del edificio y antes de empezar la construcción de éste, un cable rígido de **cobre** desnudo de **35 mm²** de sección, formando un anillo cerrado alrededor del edificio. La profundidad mínima de enterramiento del conductor debe ser de 0,8 m por debajo del nivel del suelo.

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

A la toma de tierra establecida habrá que conectar:

- Las masas metálicas importantes existentes en la zona de la instalación.
- Las instalaciones de calefacción general.
- Las instalaciones de agua.
- Las instalaciones de gas canalizado.
- Las antenas de radio y televisión.

Y los puntos de puesta a tierra se situarán:

- En los patios de luces destinados a cocinas, cuartos de aseo, etc.
- En el local de la centralización de contadores.
- En el punto de ubicación de la Caja General de Protección.

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

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

- **Diseño:**

Al estar la instalación alimentada a través de una red de distribución en baja tensión, que por reglamento tiene el neutro directamente a tierra, la puesta a tierra de nuestra instalación deberá seguir el **esquema TT**.

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 (lugares húmedos).
- 50 V en los demás casos (locales secos).

En la siguiente tabla se indican el valor de la sección mínima del conductor de protección en función de la sección del conductor de fase:

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

Tabla 1

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

Los valores de la tabla son válidos en el caso de que los conductores de protección hayan sido fabricados del mismo material que los conductores activos, de no ser así, las secciones de los conductores de protección se determinarán de forma que presenten una conductividad equivalente a la que resulta aplicando la tabla.

- **Precauciones:**

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

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección. De la misma manera, está totalmente prohibido intercalar en el circuito de tierra seccionadores, fusibles, y demás elementos que puedan interrumpir la continuidad del circuito.

Las canalizaciones metálicas de otros servicios tales como agua o gas no serán utilizadas como tomas de tierra nunca.

En la siguiente imagen (Figura 16) se muestra un ejemplo de cómo está estructurada la puesta a tierra en un edificio de viviendas, en ella se pueden ver las distintas partes que conforman la instalación.

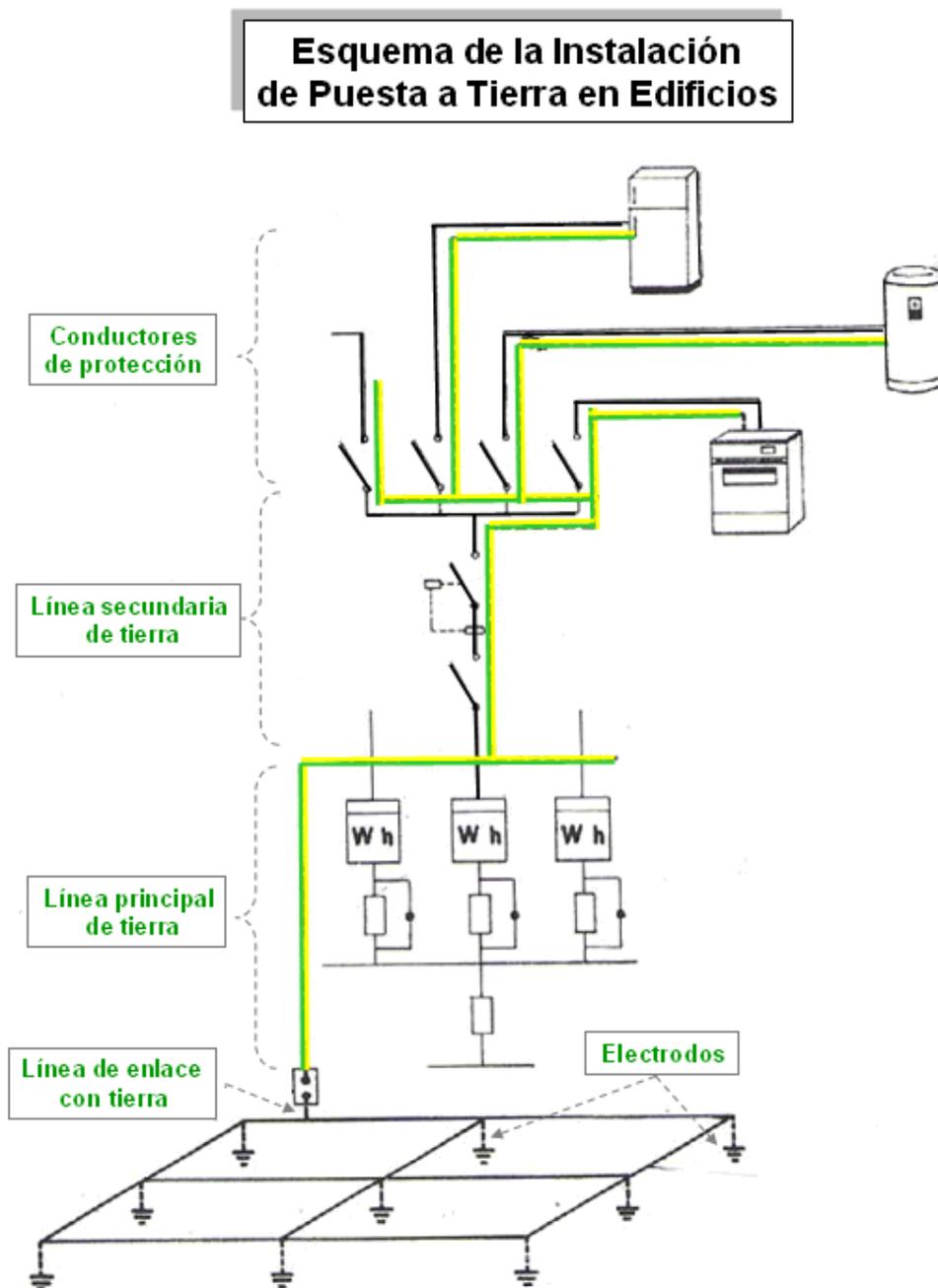


Figura 16

6. CONCLUSIONES.

La instalación eléctrica del edificio objeto de estudio se ha diseñado desde las acometidas de la red de distribución hasta el final de cada una de las derivaciones, incluyendo los circuitos interiores de las viviendas que abastecen a los puntos de consumo o receptores, cumpliéndose siempre el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT).

La **singularidad** de dicha instalación ha sido la forma de distribución de los contadores en el edificio, ya que al contrario de lo que es habitual en estas construcciones, no existe una única centralización de contadores para todas las viviendas. En este edificio se ha decidido instalar una centralización de contadores por planta.

El principal **motivo** de esta decisión ha sido el gran número de viviendas a las que hay que abastecer de energía, un total de 140. Con lo cual, al realizar dicha distribución se ha conseguido que las líneas correspondientes a las derivaciones individuales sean mucho más cortas, con su consecuente ahorro económico. En contra, esto ha conducido a que haya habido que dimensionar unas líneas generales de alimentación más largas de lo habitual, ya que estas deben alargarse hasta la centralización de contadores de la última planta.

Realizando un **balance** económico se decidió que era más conveniente instalar en cada planta los 10 contadores asociados a las viviendas situadas en ella, que no instalar 140 contadores en la planta baja.

Por otra parte, hay que recalcar que siempre se ha mantenido a lo largo del proceso de diseño la idea de buscar el máximo **confort** en las viviendas. Para ello se han dimensionado las líneas de tal forma que se instale una red eléctrica fuerte para soportar unos consumos eléctricos elevados. De esta forma, todas las viviendas tendrán a su disposición una red eléctrica capaz de sustentar los mejores electrodomésticos, equipos de calefacción, equipos de aire acondicionado y el resto de novedades del mercado sin necesidad de realizar nuevas obras.

Por último, como **opinión personal** cabe decir que el presente proyecto me ha permitido acercarme al área de las instalaciones eléctricas en baja tensión, y que durante el desarrollo del proyecto he conseguido adquirir ciertas competencias atribuidas al Trabajo Fin de Grado, entre ellas:

- Tomar decisiones y razonar de forma crítica, resolviendo problemas con iniciativa propia.
- Aprender de manera autónoma con el convencimiento de que el aprendizaje es continuo a lo largo de la vida.
- Comprender la responsabilidad ética que es necesario tener en cuenta en el desarrollo de la actividad profesional.
- Gestionar la información procedente de diversas fuentes y utilizar las herramientas informáticas de búsqueda y clasificación de recursos bibliográficos o de información multimedia.

7. REFERENCIAS.

En este apartado se van a citar todos aquellos documentos que nos han servido como fuente de información para la realización del presente proyecto. A continuación, se dividirán dichos documentos en: normativa, bibliografía y catálogos.

7.1. NORMATIVA.

-[1] **“Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (R.E.B.T)”**, aprobado por el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto.

De las Instrucciones Técnicas Complementarias (ITCs) que conforman el R.E.B.T, a continuación se indican aquellas que han sido utilizadas durante el desarrollo del proyecto (de la referencia [2] a la [15]):

-[2] **“ITC-BT-03”**: Instaladores autorizados.

-[3] **“ITC-BT-05”**: Verificaciones e inspecciones.

-[4] **“ITC-BT-07”**: Redes subterráneas para distribución en baja tensión.

-[5] **“ITC-BT-10”**: Previsión de cargas para suministros en Baja Tensión.

-[6] **“ITC-BT-13”**: Instalaciones de enlace: Cajas generales de protección.

-[7] **“ITC-BT-14”**: Instalaciones de enlace: Línea general de alimentación.

-[8] **“ITC-BT-15”**: Instalaciones de enlace: Derivaciones individuales.

-[9] **“ITC-BT-17”**: Instalaciones de enlace: Dispositivos generales e individuales de mando y protección e Interruptor de control de potencia.

-[10] **“ITC-BT-18”**: Instalaciones de puesta a tierra.

-[11] **“ITC-BT-19”**: Instalaciones interiores o receptoras: Prescripciones generales.

-[12] **“ITC-BT-21”**: Instalaciones interiores o receptoras: Tubos y canales protectoras.

-[13] **“ITC-BT-23”**: Instalaciones interiores o receptoras: Protección contra sobretensiones.

-[14] **“ITC-BT-25”**: Instalaciones interiores en viviendas: Número de circuitos y características.

-[15] **“ITC-BT-26”**: Instalaciones interiores en viviendas: Prescripciones generales de instalación

- [16] **“Norma UNE 20460-5-523 (Edición Noviembre 2004)”**: Intensidades máximas admisibles en conductores para instalaciones eléctricas en edificios.
- [17] **“Código Técnico de la Edificación (C.T.E)”**, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.
- [18] **“Normativa Tecnológica de la Edificación (N.T.E): Instalaciones interiores en edificios”**, aprobada por el Real Decreto 1650/1977, de 10 de junio.
- [19] Normativas de la compañía suministradora **IBERDROLA S.A.**
- [20] **“Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo”**, incluida en el BOE del 16 Marzo de 1971.
- [21] **“Pliego General de Condiciones Varias de la Edificación”**, aprobado por el Real Decreto 1627/1997, 24 de Octubre.

7.2. BIBLIOGRAFÍA.

- [22] Roger, José; Riera, Martin; Roldán, Carlos. **“Tecnología eléctrica”**. 3ª ed. Síntesis. Madrid (2010).
- [23] Roger, José; Riera, Martin; Roldán, Carlos. **“Tecnología eléctrica: problemas y cuestiones”**. 1ªed. Editorial UPV. Valencia (2009).
- [24] Serrano, Luí; Martínez, Javier. **“Máquinas eléctricas”**. 1ªed. Editorial UPV. Valencia (2013).
- [25] Manuales Técnicos de la Compañía suministradora **IBERDROLA S.A.**

7.3. CATÁLOGOS.

- [26] Base de datos de Construcción de la Comunidad Valenciana (2014).
Página web del Instituto Valenciano de la Edificación (**IVE**):
<http://www.five.es/basedatos/Visualizador/Base14/index.htm>
- [27] Catálogo de General Cable: www.generalcable.es

Catálogos de conjunto de aparataje de baja tensión según normativa Iberdrola (de la referencia [28] a la [31]):
- [28] **URIARTE**: <http://www.safybox.com/web/cias-iberdrola.htm>
- [29] **SCHNEIDER**: <http://www.schneider-electric.com/products/es/es/1600-aparamenta-modular-acti-9>
- [30] **CIRCUITOR**: <http://circuitor.es/es/productos/metering/contadores-de-energia-electrica-multifuncion>
- [31] **DIRECT-ELECTRO**: <http://www.direct-electro.es>

ANEXO I: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

ÍNDICE:

	Página
1. PREVISIÓN DE CARGAS	30
2. ACOMETIDA	34
3. LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN (LGA)	37
4. DERIVACIONES INDIVIDUALES (DI)	41
5. CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO	48
6. CIRCUITOS INTERIORES DE VIVIENDA	53
7. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA	58

ANEXO I: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.

1. PREVISIÓN DE CARGAS.

Para el cálculo de la potencia prevista en el edificio se han tenido en cuenta: las viviendas, los servicios generales, los locales comerciales y los garajes. Y se ha seguido lo indicado en la **ITC-BT-10** y la guía de aplicación de la misma.

Potencia prevista para viviendas:

Para calcular la potencia consumida en las viviendas del edificio, se utilizará un coeficiente de simultaneidad que depende del número de viviendas que hay en la finca. Y dicha potencia se obtendrá como producto de la potencia media aritmética por el coeficiente de simultaneidad de la tabla 1 de la citada ITC.

El **coeficiente de simultaneidad** para 140 viviendas se obtiene con la siguiente fórmula:

$$15,3 + (n-21) \cdot 0,5 = 15,3 + (140 - 21) 0,5 = \mathbf{74,8}$$

Y la potencia media aritmética de las viviendas se obtiene como:

$$P_m = \frac{\sum n_i \cdot P_i}{N} \quad (\text{Ecuación 1})$$

La carga máxima de cada vivienda depende del grado de utilización que se desee alcanzar, en este caso de las 10 viviendas por planta que hay, las 4 de 120 m² serán de electrificación elevada (**9200 W**) y las 6 de 90 m² serán de electrificación básica (**5750 W**). Con lo cual habrá un total de 56 viviendas de GEE y 84 de GEB.

$$P_m = \frac{84 \cdot 5750 + 56 \cdot 9200}{140} = 7130 \text{ W}$$

Por lo tanto, la potencia prevista correspondiente a las viviendas será:

$$P = 74,8 \cdot 7130 = \mathbf{533,324 \text{ kW}}$$

Potencia prevista para servicios generales:

Será la suma de la potencia prevista en ascensores, montacargas, grupos de presión y alumbrado de vestíbulo, cajas de escalera y resto de zonas comunes. En este caso sin aplicar ningún factor de reducción por simultaneidad (factor de simultaneidad =1).

- Ascensores:

La carga prevista correspondiente a los ascensores se ha obtenido de los valores típicos de potencia de los aparatos elevadores recogidos en la citada Norma Tecnológica de la Edificación NTE-ITA (Tabla 2). Los valores dependen de la carga en kg, del número de personas que puedan cargar o de la velocidad en m/s.

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

Tabla 2

En el edificio hay instalados 2 elevadores de tipo **ITA-3** y otros 2 más de tipo **ITA-5**, con lo cual:

$$P = 2 \cdot (11,5 + 29,5) = \mathbf{82 \text{ kW}}$$

Para más especificaciones de los ascensores instalados, en los planos Nº 9 y 10 se han adjuntado las fichas características de cada uno de los modelos, donde se especifican las dimensiones y las principales características de estos.

- Grupos de Presión:

La fórmula que se empleará para el cálculo de esta potencia es la siguiente:

$$P = \frac{n \cdot c \cdot d \cdot p}{75 \cdot r} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Siendo:

- n: número de abonados.
- c: caudal máximo por vivienda en l/s.
- d: densidad del agua (1 kg/l).
- p: presión máxima en mca.
- r: rendimiento del conjunto.
- P: potencia prevista en CV.

Para este caso se considerará un caudal máximo por abonado de 0,33 l/s, **42 m de altura máxima** y un rendimiento aproximado del conjunto del 30%. Con lo cual se obtiene:

$$P = \frac{140 \cdot 0,33 \cdot 1 \cdot 42}{75 \cdot 0,3} = 86,24 \text{ CV} = \mathbf{63,4 \text{ kW}}$$

- Iluminación de zonas comunes:

Se consideran zonas comunes: el vestíbulo de entrada, las dos cajas de escaleras, los rellanos y los cuartos comunes distribuidos por todo el edificio.

Para el alumbrado de vestíbulo, rellanos y cuartos comunes se estima una potencia de **8 W/m²**, ya que se usarán **lámparas fluorescentes**. Y para el alumbrado de las cajas de escaleras se estima una potencia de **4 W/m²**, empleando también fluorescentes.

En el siguiente cuadro se resumen las áreas correspondientes a las diversas zonas comunes:

Zona común	Área (m ²)
Escaleras	420
Rellanos	1780
Vestíbulo	336
Cuartos	310

Tabla 3

Por lo tanto, la potencia prevista correspondiente al alumbrado será:

$$P = 4 \cdot 420 + 8 \cdot (1780 + 336 + 310) = \mathbf{21,1 \text{ kW}}$$

En la siguiente tabla se muestra la potencia total de los **servicios generales** detallada:

Destino	Potencia (kW)
Ascensores	82
Grupos de presión	63,4
Iluminación zonas comunes	21,1
Porteros electrónicos	2
TOTAL	168,5

Tabla 4

Potencia prevista para locales comerciales:

Se calculará considerando un mínimo de **100 W/m²** por planta, con un mínimo por local de 3450 W a 230 V y un coeficiente de simultaneidad igual a 1. Como en la planta baja del edificio hay 5 locales comerciales, todos ellos de 106,33 m² de superficie, se obtendrá una carga prevista para estos de:

$$P = 5 \cdot 106,33 \cdot 100 = \mathbf{53,165 \text{ kW}}$$

Potencia prevista para garajes:

Existen dos plantas subterráneas dedicadas exclusivamente a plazas de aparcamiento. La primera de ellas será de **ventilación natural**, mientras que la segunda en cambio será de **ventilación forzada**, debido a que es necesario desclasificar el garaje para que deje de ser un local con riesgo de incendio y explosión. Con este fin deben instalarse ventiladores y extractores para la evacuación de humos y renovación del aire.

En cuanto a los cálculos, se realizarán considerando un mínimo de **10 W/m²** por planta de garajes de ventilación natural, y de **20 W/m²** para los de ventilación forzada, con un mínimo de 3450 W a 230 V y un coeficiente de simultaneidad de 1.

Como se ha dicho en la descripción del edificio, la superficie de los garajes es igual a la de la planta baja, la cual es 989 m².

$$1^{\text{a}} \text{ Planta: } P = 10 \cdot 989 = 9,89 \text{ kW}$$

$$2^{\text{a}} \text{ Planta: } P = 20 \cdot 989 = 19,78 \text{ kW}$$

$$\text{TOTAL} = 9,89 + 19,78 = \mathbf{29,67 \text{ kW}}$$

Potencia total prevista para el edificio:

En la siguiente tabla se muestra la carga prevista para la totalidad del edificio detallada:

Elementos del Edificio	Potencia (kW)
Viviendas	533,324
Servicios Generales	168,5
Locales Comerciales	53,165
Garajes	29,67
TOTAL	784,66

Tabla 5

2. ACOMETIDA.

La instalación constará de **4 acometidas** trifásicas subterráneas bajo tubo con conductores de aluminio con un recubrimiento de polietileno reticulado (XLPE). La decisión de instalar 4 acometidas se debe a que las cajas generales de distribución a las cuales deberán abastecer, están diseñadas para soportar como máximo 200 kW cada una de ellas, y como la previsión de potencia total para el edificio es de aproximadamente 800 kW, se deduce que son necesarias 4 CGP, lo que conlleva consigo la instalación de 4 acometidas.

De estas cuatro acometidas, tres corresponderán al suministro monofásico de viviendas y locales, mientras que la otra se utilizará para abastecer a ascensores, bombas de agua y servicios e iluminación de las zonas comunes del edificio y a los garajes.

La distancia entre el centro de transformación y la entrada del edificio donde se encuentran las CGP será de 50 metros. Según se ha calculado anteriormente la carga total prevista en el edificio es de aproximadamente 800 kW, por lo tanto será necesario para satisfacer dicha demanda un CT con **1000 kVA** de potencia aparente.

El cálculo de las secciones de los conductores de la acometida se realizará conforme a la referenciada norma **UNE 20460-5-523** (2004). Y se tendrán en cuenta dos criterios: la caída de tensión máxima permitida y la intensidad máxima admisible, quedándonos siempre con la sección obtenida más desfavorable. A la hora de aplicar el proceso de dimensionado de las líneas se tendrá en cuenta la información recogida en el capítulo 5 de la referencia "Tecnología Eléctrica" (Roger y otros, 2010).

Como en esta ocasión la longitud de la línea es relativamente corta, es de suponer que el criterio más limitante será el correspondiente a la intensidad máxima admisible. Por lo tanto, se dimensionará la línea basándose en dicho criterio, y a continuación se comprobará que la sección seleccionada cumple también con el criterio de la caída de tensión máxima permitida.

- **Intensidad máxima admisible:**

A cada una de las 4 acometidas le corresponde una potencia prevista de 200 kW, y se considera un factor de potencia de 0,9, con lo cual su intensidad de diseño será:

$$I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{200 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 320,75 \text{ A} \quad (\text{Ecuación 3})$$

A esta intensidad hay que aplicarle unos factores de corrección:

- Temperatura del terreno: **15°C**. Por lo tanto: $K_1 = 1,04$.
Ya que el aislamiento de las acometidas es de XLPE.

Temperatura del terreno °C	Aislamiento	
	PVC	XLPE y EPR
10	1,10	1,07
15	1,05	1,04
25	0,95	0,96
30	0,89	0,93
35	0,84	0,89
40	0,77	0,85
45	0,71	0,80
50	0,63	0,76
55	0,55	0,71
60	0,45	0,65
65	–	0,60
70	–	0,53
75	–	0,46
80	–	0,38

Tabla 6

- Resistividad térmica del terreno: **1 K·m/kW**, con lo cual: $K_2 = 1,18$.

Resistividad térmica K·m/W	1	1,5	2	2,5	3
Factor de corrección	1,18	1,1	1,05	1	0,96

Tabla 7

- Número de ternas de cables en la misma zanja: **4 separadas 1 m**.
Y como se utilizarán cables unipolares se obtiene: $K_3 = 0,9$.

Número de circuitos unipolares de dos o tres cables	Distancia entre conductos (a)*			
	Nula (conductos en contacto)	0,25 m	0,5 m	1,0 m
2	0,80	0,90	0,90	0,95
3	0,70	0,80	0,85	0,90
4	0,65	0,75	0,80	0,90
5	0,60	0,70	0,80	0,90
6	0,60	0,70	0,80	0,90

Tabla 8

- Profundidad de la instalación: **0.7 m**. Por lo tanto: $K_4 = 1$.

Con esto obtenemos el coeficiente corrector total y la intensidad de diseño corregida, que serán:

$$K = 1,04 \cdot 1,18 \cdot 0,9 = 1,105$$

$$\frac{I_B}{K} = \frac{320,75}{1,105} = \mathbf{290,27 \text{ A}}$$

A continuación, hay que acudir a la **tabla A52-2** (Tabla 9) de la norma UNE citada anteriormente, y seleccionar aquella sección que proporcione una intensidad máxima admisible mayor que la intensidad de diseño corregida. El método de instalación será el tipo D, debido a que se está trabajando con conductores enterrados.

Método de instalación	Sección mm ²	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento			
		PVC2	PVC3	XLPE2	XLPE3
D	Cobre				
	1,5	22	18	26	22
	2,5	29	24	34	29
	4	38	31	44	37
	6	47	39	56	46
	10	63	52	73	61
	16	81	67	95	79
	25	104	86	121	101
	35	125	103	146	122
	50	148	122	173	144
	70	183	151	213	178
	95	216	179	252	211
	120	246	203	287	240
	150	278	230	324	271
	185	312	258	363	304
240	361	297	419	351	
300	408	336	474	396	
D	Aluminio				
	2,5	22	18,5	26	22
	4	29	24	34	29
	6	36	30	42	36
	10	48	40	56	47
	16	62	52	73	61
	25	80	66	93	78
	35	96	80	112	94
	50	113	94	132	112
	70	140	117	163	138
	95	166	138	193	164
	120	189	157	220	186
	150	213	178	249	210
	185	240	200	279	236
	240	277	230	322	272
300	313	260	364	308	

Tabla 9

En este caso se usarán ternas de cables de aluminio unipolares, por lo tanto la sección nominal necesaria será de **300 mm²**, cuya intensidad admisible es de **308 A**.

- **Caída de tensión máxima permitida:**

Ahora partiendo de la sección seleccionada, se comprobará si ésta cumple el criterio de caída de tensión. La caída de tensión máxima admisible será la que la empresa distribuidora tenga establecida, en su reparto de caídas de tensión en los elementos que constituyen la red, para que las CGP estén dentro de los límites establecidos por el Reglamento por el que se regulan las actividades de transporte, distribución y suministro. En todo caso, se comprobará que no sea superior al 3%. Siendo L la longitud de la acometida, y ρ la resistividad del aluminio a 70°C.

$$R = \frac{\rho \cdot L}{S} = \frac{0,036 \cdot 50}{300} = 0,006 \Omega \quad (\text{Ecuación 4})$$

(Ecuación 5)

$$X = 0,0001 \cdot L = 0,0001 \cdot 50 = 0,005 \Omega$$

(Ecuación 6)

$$\Delta U = \frac{P}{U} \cdot (R + X \cdot \tan \varphi) = \frac{200 \cdot 10^3}{400} \cdot (0,006 + 0,005 \cdot 0,48432) = 4,21 \text{ V}$$

Esta caída de tensión expresada como un porcentaje de la tensión de línea es:

$$\Delta U(\%) = 4,21 \cdot 100/400 = \mathbf{1,053\%} < 3\%$$

Por lo tanto, se ha comprobado que cumple este criterio ampliamente, con lo que la sección de 300 mm² es correcta.

Para este valor de conductor de fase, la tabla 1 de la ITC-BT-7 marca una sección mínima del conductor neutro de 150 mm². Con lo cual para cada una de las 4 acometidas se instalarán conductores del tipo:

3 x 300 mm² + 150 mm² 0,6/1kV XLPE Aluminio

Para la protección de la acometida se dispondrán de unos fusibles en el cuadro de BT del centro de transformación de una intensidad nominal de 400 A.

3. LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN (LGA).

Como se ha decidido poner 4 cajas generales de protección, esto conlleva que debemos instalar **4 líneas generales de alimentación**. Habrá 1 LGA de 35 metros de longitud, la cual corresponde a los garajes y servicios generales, y otras 3 líneas de 77 m, que serán las que abastecerán a las centralizaciones que se encuentran en cada planta de viviendas del bloque y a la centralización correspondiente a los locales comerciales, situada en la planta baja.

Cada LGA partirá de su correspondiente CGP, y bajará por un hueco de obra hasta llegar al techo de la planta subterránea de garajes, por donde discurrirá a través de una bandeja metálica perforada, para luego volver a subir hacia el cuarto de contadores de la planta baja.

Una vez ahí, una de las LGA se conectará a sus correspondientes contadores. Mientras que las otras tres líneas restantes subirán a través de otro hueco de obra común a los cuartos de contadores de cada una de las plantas, discurriendo también bajo una bandeja perforada, hasta la última planta del bloque.

Como en esta ocasión la longitud de la línea es relativamente larga, es de suponer que el criterio más limitante será el de caída de tensión máxima permitida. Por lo tanto, se dimensionará la línea basándose en dicho criterio, y a continuación se comprobará que la sección seleccionada cumple también con el criterio de intensidad máxima admisible.

- **Caída de tensión máxima permitida:**

Como en el caso de estudio se tratan de líneas generales de alimentación destinadas a centralizaciones parciales de contadores en cada una de las plantas del edificio, hay que considerar una caída de tensión máxima permitida de un **1%**.

Dimensionándose en primer lugar la LGA de longitud 35 m:

$$R = \frac{\rho \cdot L}{S} = \frac{0,0194 \cdot 35}{S} = \frac{0,679}{S} \Omega$$

$$X = 0,0001 \cdot L = 0,0001 \cdot 35 = 0,0035 \Omega$$

$$\Delta U = \frac{P}{U} \cdot (R + X \cdot \tan \varphi) = \frac{200 \cdot 10^3}{400} \cdot (R + 0,0035 \cdot 0,48432) = 0,01 \cdot 400 = 4 \text{ V}$$

Sustituyendo y despejando la sección, resulta: $S = 107,7 \text{ mm}^2$.

A continuación, normalizándose dicha sección, se obtiene: **$S = 120 \text{ mm}^2$** .

Ahora se pasa a dimensionar las otras 3 LGA, cuya longitud es de 77 m:

$$R = \frac{\rho \cdot L}{S} = \frac{0,0194 \cdot 77}{S} = \frac{1,494}{S} \Omega$$

$$X = 0,0001 \cdot L = 0,0001 \cdot 77 = 0,0077 \Omega$$

$$\Delta U = \frac{P}{U} \cdot (R + X \cdot \tan \varphi) = \frac{200 \cdot 10^3}{400} \cdot (R + 0,0077 \cdot 0,48432) = 0,01 \cdot 400 = 4 \text{ V}$$

Procediendo análogamente al caso anterior, se llega a que $S = 349,82 \text{ mm}^2$.

Pero debido a que no existe ninguna sección normalizada superior a dicho valor, se decide dividir esta LGA en dos ternas de cables, con lo cual tanto la potencia prevista como la intensidad de diseño de cada una de las ternas se verán reducidas a la mitad.

Recalculando la sección necesaria:

$$R = \frac{\rho \cdot L}{S} = \frac{0,0194 \cdot 77}{2 \cdot S} = \frac{0,747}{S} \Omega$$

Y sustituyendo en la misma ecuación para la caída de tensión que antes, se obtiene que: $S=174,91 \text{ mm}^2$.

Con lo cual, la sección normalizada será: **$S= 185 \text{ mm}^2$** .

- **Intensidad máxima admisible:**

Para calcular dicha intensidad se acude a la **UNE 20.460-5-523**, donde también se indican los factores de corrección correspondientes a cada tipo de montaje.

Para determinar cuáles son las intensidades máximas admisibles asociadas a las secciones resultantes para el criterio anterior, primero habrá que identificar el método de instalación empleado. En este caso se ha hecho uso de cables unipolares sobre **bandejas perforadas**, que se corresponde con el método F.

Como se trata de tres cables unipolares de cobre con protección de XLPE, se tienen las siguientes intensidades:

Para $S=120 \text{ mm}^2$, se tiene: $I_z = 382 \text{ A}$.

Para $S=185 \text{ mm}^2$, se tiene: $I_z = 506 \text{ A}$.

A estas intensidades hay que aplicarles unos factores de corrección:

- Temperatura ambiente: **30°C**. Por lo tanto: $K_1 = 1$.
- Número de ternas de cables en la misma bandeja:
Para $L=35 \text{ m}$, se tiene **1 terna** por bandeja, con lo cual: $K_3 = 1$.
Para $L=77 \text{ m}$, se tienen **6 ternas** por bandeja, con lo cual: $K_3 = 0,73$.

A continuación, se calcularán las intensidades máximas admisibles corregidas, las cuales deberán ser mayores que las intensidades de diseño de cada línea para que se cumpla el criterio térmico.

Para $L=35 \text{ m}$, $I = 382 \cdot 1 \cdot 1 = 382 \text{ A} > 320,75 \text{ A}$

Para $L=77 \text{ m}$, $I = 506 \cdot 1 \cdot 0,73 = 369,38 \text{ A} > 320,75 \text{ A}$

Vistos los resultados, para la línea de 35 m se escogerá finalmente la siguiente sección normalizada a la obtenida con el criterio de caída de tensión. Ya que posteriormente, a la hora de escoger los fusibles protectores la sección de 120 mm^2 resultaría problemática, debido a que no existen fusibles normalizados en ese margen tan estrecho.

Por lo tanto, para $L=35$ m, se seleccionará una $S=150$ mm², cuya intensidad admisible asociada será: **$I_z = 441$ A.**

Por otra parte, para las líneas de 77 m, sí que nos quedaremos con la sección obtenida anteriormente, $S=185$ mm², con intensidad admisible de: **$I_z = 506$ A.**

El conductor neutro deberá ser, en general, de la misma sección que los conductores de fase, excepto cuando se justifique que no pueden existir desequilibrios o corrientes armónicas debido a cargas no lineales. Como en este caso no se puede justificar esto, se eligen secciones iguales a las de sus correspondientes fases.

Resumiendo:

La LGA de 35 m de longitud será del tipo:

3 x 150 mm² + 150 mm² 0,6/1kV XLPE Cobre

Las 3 LGA de 77 m de longitud serán del tipo:

3 x (2 x 185 mm² + 185 mm²) 0,6/1kV XLPE Cobre

- **Protección contra sobrecargas de las LGA.**

La protección contra sobrecargas de las LGA se realizará mediante **fusibles tipo gG**, que irán alojados en el interior de las cajas generales de protección.

Se considera que un dispositivo protege de modo efectivo a un conductor si se verifican las dos **condiciones** siguientes:

Primera condición: $I_B \leq I_n \leq I_z$ (Ecuación 7)

Segunda condición: $I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$ (Ecuación 8)

Donde I_B es la intensidad de diseño, I_n es la intensidad nominal del dispositivo de protección, I_z es la intensidad admisible, e I_2 depende del dispositivo protector a utilizar. Para el caso de fusibles tipo gG, será: $I_2 = 1,6 \cdot I_n$.

A continuación, se mostrará una tabla que servirá para escoger el calibre de los fusibles encargados de proteger las LGA:

Long.(m)	S(mm ²)	Primera Condición			Segunda Condición	
		$I_B \leq I_n \leq I_z$			$I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$	
		I_B (A)	I_n (A)	I_z (A)	$I_2 = 1,6 \cdot I_n$	$1,45 \cdot I_z$
35	120	320,75	400	441	640	640
77	185	320,75	400	506	640	733,7

Tabla 10

A la vista de los resultados obtenidos en la tabla, se instalarán en la CGP correspondiente a cada una de las LGA, 4 cortacircuitos fusibles unipolares de **400 A**, seccionables en carga, que corresponden a cada una de las fases y al neutro.

- **Protección contra cortocircuitos de las LGA.**

Para la protección contra cortocircuitos mediante fusibles, habría que comprobar dos **condiciones**:

- a) Que el poder de corte del fusible es mayor que la máxima corriente de cortocircuito.
- b) Que la forma de las características $I-t$ admisible por el cable, y por tanto el tiempo admisible por el conductor es mayor que el tiempo de extinción para todas las posibles corrientes de cortocircuito de la línea.

El poder de corte de los fusibles suele ser 100 kA como mínimo, por lo que se cumple prácticamente siempre la condición a).

Por otro lado, los fusibles por su principio de funcionamiento limitan fuertemente el $I^2 \cdot t$ en caso de cortocircuito, reduciéndolo a valores muy por debajo del admitido por los cables de intensidad admisible similar a su calibre. Por esta razón, en general no es necesario verificar el $I^2 \cdot t$ para el cortocircuito máximo, es decir la condición b).

Llegándose a la conclusión de que protegiendo contra sobrecargas con fusibles se está protegiendo también contra cortocircuitos las LGA.

A pesar de los motivos que se acaban de dar para explicar que no es necesario hacer las comprobaciones de protección contra cortocircuitos, en el apartado 5 del Anexo I se ha realizado el cálculo de las corrientes de cortocircuito. Así se dará por seguro que no se está incurriendo en ningún riesgo por hacer dichas suposiciones.

4. DERIVACIONES INDIVIDUALES (DI).

En este apartado se tratará de calcular tanto las secciones como las protecciones de las derivaciones individuales que salen de cada centralización de contadores. Debido a las características de los consumos finales, se ha dividido el cálculo de las DI en dos subapartados, uno corresponde a viviendas, locales y garajes, y el otro a los servicios generales.

- **Derivaciones Individuales de viviendas, locales y garajes.**

Para el cálculo de la sección de los conductores se tendrá en cuenta:

- a) La demanda prevista por los usuarios o negocios, que será como mínimo la fijada por la ITC-BT-10 y cuya intensidad estará controlada por los dispositivos de mando y protección.

- b) La caída de tensión máxima admisible que será de **0,5%**, por tratarse de contadores concentrados en más de un lugar.

Para el dimensionado, se han seguido los siguientes pasos:

- 1) Se han calculado las secciones mínimas que cumplen con la caída de tensión máxima establecida.
- 2) Se ha asignado el valor de sección normalizado inmediatamente superior al calculado, excepto cuando dicho valor resulte inferior a **10 mm²**, siguiendo las recomendaciones.
- 3) Se comprueba que la intensidad admisible por el cable, según la **UNE 20.460-5-523**, es superior a la intensidad nominal o de diseño.
- 4) Se asigna el diámetro exterior del tubo, aunque con un diámetro mínimo de 32 mm².

Para el cálculo de la sección según la caída de tensión, se ha usado la siguiente ecuación:

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot U}, \text{ donde:} \quad (\text{Ecuación 9})$$

- γ , conductividad del conductor a la Tª prevista (cobre: 52 m/Ω · mm²).
- e, caída de tensión, para monofásicos será de **1,15 V** (0,05 · 230).

El resultado de aplicar estos cálculos a las D.I. se muestra en la siguiente tabla:

Derivación Individual	Tipo de Derivación	Potencia (W)	Longitud (m)	Sección Obtenida (mm ²)	Sección Normalizada (mm ²)
Vivienda Tipo 1	Monofásica	9200	24,23	32,41	35
Vivienda Tipo 2	Monofásica	5750	17,23	14,41	16
Vivienda Tipo 3	Monofásica	5750	9,84	8,23	10
Vivienda Tipo 4	Monofásica	5750	17,23	14,41	16
Vivienda Tipo 5	Monofásica	9200	24,23	32,41	35
Vivienda Tipo 6	Monofásica	9200	21,23	28,40	35
Vivienda Tipo 7	Monofásica	5750	14,23	11,90	16
Vivienda Tipo 8	Monofásica	5750	6,84	5,72	10
Vivienda Tipo 9	Monofásica	5750	14,23	11,90	16
Vivienda Tipo 10	Monofásica	9200	21,23	28,40	35
Local 1	Monofásica	10633	45,00	69,58	70
Local 2	Monofásica	10633	28,25	43,68	50
Local 3	Monofásica	10633	45,00	69,58	70
Local 4	Monofásica	10633	31,45	48,63	50
Local 5	Monofásica	10633	31,45	48,63	50
1ª Planta Garajes	Monofásica	9891	47,50	68,32	70
2ª Planta Garajes	Monofásica	9891	50	71,91	95

Tabla 11

Como se puede observar en la tabla anterior los cálculos referentes a viviendas se han realizado únicamente para una de las plantas del edificio.

Este hecho es debido a que cada planta posee una centralización de contadores propia, y como en todas las plantas dicha centralización está situada en el mismo lugar (cuarto de contadores), la longitud de las DI se mantiene entre las distintas plantas.

Por otra parte, también cabe comentar que en la derivación correspondiente a la 2ª planta de garajes incluida en la tabla anterior solo está contemplada la iluminación de dicha planta, es decir, no se tiene en cuenta el sistema de renovación del aire, compuesto por ventiladores y extractores, el cual será de tipo trifásico. Por lo cual, dicha carga será contemplada en la siguiente sección correspondiente a los servicios generales, esta potencia será la mitad de la asociada a la 2ª planta de garajes.

Ahora se pasa a comprobar la intensidad admisible máxima, para ello se hace uso de la siguiente ecuación:

$$I_B = \frac{P}{U \cdot \cos \phi}$$

considerando para las viviendas un factor de potencia igual a 1 y para el resto de derivaciones 0,9. Se obtiene:

Derivación Individual	Tipo de Derivación	Potencia (W)	Intensidad de Diseño (A)	Intensidad Admisible (A)	Diámetro Exterior de Tubo (mm)
Vivienda Tipo 1	Monofásica	9200	40	126	32
Vivienda Tipo 2	Monofásica	5750	25	80	32
Vivienda Tipo 3	Monofásica	5750	25	60	32
Vivienda Tipo 4	Monofásica	5750	25	80	32
Vivienda Tipo 5	Monofásica	9200	40	126	32
Vivienda Tipo 6	Monofásica	9200	40	126	32
Vivienda Tipo 7	Monofásica	5750	25	80	32
Vivienda Tipo 8	Monofásica	5750	25	60	32
Vivienda Tipo 9	Monofásica	5750	25	80	32
Vivienda Tipo 10	Monofásica	9200	40	126	32
Local 1	Monofásica	10633	51,37	196	40
Local 2	Monofásica	10633	51,37	153	40
Local 3	Monofásica	10633	51,37	196	40
Local 4	Monofásica	10633	51,37	153	40
Local 5	Monofásica	10633	51,37	196	40
1ª Planta Garajes	Monofásica	9891	47,78	196	40
2ª Planta Garajes	Monofásica	9891	47,78	196	40

Tabla 12

Para obtener la intensidad admisible se ha tenido en cuenta que el conductor es de cobre con aislamiento de XLPE y el método de instalación es **tipo A1** (conductores empotrados en pared).

Como se observa todas las secciones elegidas previamente cumplen con el criterio térmico, por lo tanto no ha sido necesario aumentar ninguna sección.

En la tabla anterior también se muestra el diámetro exterior de tubo necesario para cada derivación individual, el cual se ha obtenido de la siguiente tabla extraída de la citada **ITC-BT-21**:

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

Tabla 13

En cuanto a la sección de los **conductores neutros**, según el REBT se recomienda usar la **misma sección** que los conductores de fase, excepto cuando se justifique que no pueden existir desequilibrios o corrientes armónicas debido a cargas no lineales. Como en este caso no se puede justificar esto, se eligen secciones iguales a las de sus correspondientes fases.

- **Derivaciones Individuales de Servicios Generales.**

Estas engloban a las siguientes D.I.:

- Iluminación de portal, planta baja (Hall), escaleras, rellanos de las 14 plantas y los distintos cuartos comunes repartidos por todo el edificio. Estas derivaciones serán de tipo monofásico.
- Servicio a los 4 porteros electrónicos. También monofásicos.
- Ascensores, cuyo cuarto de máquinas se encuentra en la planta de acceso a terrazas. Esta derivación será trifásica, y a la hora de calcular su intensidad de diseño se usará la siguiente fórmula: $I_B = 1,25 \cdot 1,3 \cdot I_n$.
- Grupos de presión, los cuales se encuentran en un cuarto situado en la planta baja. También será de tipo trifásico.

El tipo de conductor y aislante será el mismo que para el caso anterior. Y al igual que en las D.I. a viviendas, la sección de los conductores es calculada teniendo en cuenta una caída de tensión máxima del **0,5%**.

Para el cálculo de la D.I. de servicios generales se ha tomado un factor de potencia menor a la unidad. El valor estimado es $\cos \varphi = 0,9$.

Para D.I trifásicas, se usará la siguiente fórmula: $S = \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot U}$ con $e = 2V (0,05 \cdot 400)$.

Teniendo en cuenta las mismas consideraciones que en las D.I. para viviendas, y procediendo de forma análoga para calcular el valor de las secciones, se obtiene:

Derivación Individual	Tipo de Derivación	Potencia (W)	Longitud (m)	Sección Obtenida (mm ²)	Sección Normalizada (mm ²)
Porteros Electrónicos	Monofásica	4000	35,00	20,36	25
Ascensores	Trifásica	82000	55,55	109,50	120
Grupos de Presión	Trifásica	80097	8,25	15,88	16
Ventilación Forzada	Trifásica	9891	50	11,89	16
Iluminación PB	Monofásica	1600	35	8,14	10
Iluminación P1	Monofásica	1600	38	8,84	10
Iluminación P2	Monofásica	1600	41	9,54	10
Iluminación P3	Monofásica	1600	44	10,24	16
Iluminación P4	Monofásica	1600	47	10,94	16
Iluminación P5	Monofásica	1600	50	11,63	16
Iluminación P6	Monofásica	1600	53	12,33	16
Iluminación P7	Monofásica	1600	56	13,03	16
Iluminación P8	Monofásica	1600	59	13,73	16
Iluminación P9	Monofásica	1600	62	14,42	16
Iluminación P10	Monofásica	1600	65	15,12	16
Iluminación P11	Monofásica	1600	68	15,82	16
Iluminación P12	Monofásica	1600	71	16,52	25
Iluminación P13	Monofásica	1600	74	17,22	25
Iluminación P14	Monofásica	1600	77	17,91	25

Tabla 14

A la vista de la siguiente tabla se puede comprobar que todas las derivaciones cumplen el criterio de intensidad máxima admisible excepto la correspondiente a los **grupos de presión**, para la cual habrá que aumentar su sección hasta los **70 mm²**. Para dicha sección su intensidad admisible pasará a ser 179 A, con la cual se cumple ya dicho criterio, y el diámetro del tubo pasaría a ser de 50 mm. Este hecho se debe a que dicha línea es relativamente corta y debe transportar una potencia considerable (82 kW). Por lo tanto, el dimensionamiento a partir del criterio de caída de tensión no es en esta ocasión el más limitante.

Derivación Individual	Tipo de Derivación	Potencia (W)	Intensidad de Diseño (A)	Intensidad Admisible (A)	Diámetro Exterior de Tubo (mm)
Porteros Electrónicos	Monofásica	4000	19,32	101	32
Ascensores	Trifásica	82000	164,38	249	63
Grupos de Presión	Trifásica	80097	128,46	73	32
Ventilación Forzada	Trifásica	9891	15,86	73	32
Iluminación PB	Monofásica	1600	7,73	60	32
Iluminación P1	Monofásica	1600	7,73	60	32
Iluminación P2	Monofásica	1600	7,73	60	32
Iluminación P3	Monofásica	1600	7,73	80	32
Iluminación P4	Monofásica	1600	7,73	80	32
Iluminación P5	Monofásica	1600	7,73	80	32
Iluminación P6	Monofásica	1600	7,73	80	32
Iluminación P7	Monofásica	1600	7,73	80	32
Iluminación P8	Monofásica	1600	7,73	80	32
Iluminación P9	Monofásica	1600	7,73	80	32
Iluminación P10	Monofásica	1600	7,73	80	32
Iluminación P11	Monofásica	1600	7,73	80	32
Iluminación P12	Monofásica	1600	7,73	101	32
Iluminación P13	Monofásica	1600	7,73	101	32
Iluminación P14	Monofásica	1600	7,73	101	32

Tabla 15

- **Protección contra sobrecargas de las D.I.**

En el REBT especifica que cada derivación individual debe llevar sus propios fusibles de seguridad, instalados antes del contador. Para la protección contra sobrecargas, se puede afirmar que unos fusibles son efectivos si se verifica simultáneamente que:

Primera condición: $I_B \leq I_n \leq I_Z$

Segunda condición: $I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z$, siendo: $I_2 = 1,6 \cdot I_n$.

La tabla siguiente (Tabla 16) muestra los fusibles utilizados en cada D.I, así como los valores de las intensidades involucradas en el cálculo, de manera que se puede comprobar como cumplen con las dos condiciones. El calibre de los fusibles seleccionados para cada D.I corresponde con la columna resaltada en negra.

Tabla 16

		Primera Condición			Segunda Condición	
		$I_B \leq I_n \leq I_z$			$I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$	
Derivación Individual	Sección Normalizada (mm ²)	I_B (A)	I_n (A)	I_z (A)	$I_2 = 1,6 \cdot I_n$	$1,45 \cdot I_z$
Vivienda Tipo 1	35	40	40	126	64	182,7
Vivienda Tipo 2	16	25	25	80	40	116
Vivienda Tipo 3	10	25	25	60	40	87
Vivienda Tipo 4	16	25	25	80	40	116
Vivienda Tipo 5	35	40	40	126	64	182,7
Vivienda Tipo 6	35	40	40	126	64	182,7
Vivienda Tipo 7	16	25	25	80	40	116
Vivienda Tipo 8	10	25	25	60	40	87
Vivienda Tipo 9	16	25	25	80	40	116
Vivienda Tipo 10	35	40	40	126	64	182,7
Local 1	70	51,37	63	196	100,8	284,2
Local 2	50	51,37	63	153	100,8	221,85
Local 3	70	51,37	63	196	100,8	284,2
Local 4	50	51,37	63	153	100,8	221,85
Local 5	50	51,37	63	196	100,8	284,2
1ª Planta Garajes	70	47,78	50	196	80	284,2
2ª Planta Garajes	95	47,78	50	196	80	284,2
Porteros Electrónicos	25	19,32	20	101	32	146,45
Ascensores	120	164,38	200	249	320	361,05
Grupos de Presión	70	128,46	160	179	256	259,55
Ventilación Forzada	16	15,86	16	73	25,6	105,85
Iluminación PB	10	7,73	10	60	16	87
Iluminación P1	10	7,73	10	60	16	87
Iluminación P2	10	7,73	10	60	16	87
Iluminación P3	16	7,73	10	80	16	116
Iluminación P4	16	7,73	10	80	16	116
Iluminación P5	16	7,73	10	80	16	116
Iluminación P6	16	7,73	10	80	16	116
Iluminación P7	16	7,73	10	80	16	116
Iluminación P8	16	7,73	10	80	16	116
Iluminación P9	16	7,73	10	80	16	116
Iluminación P10	16	7,73	10	80	16	116
Iluminación P11	16	7,73	10	80	16	116
Iluminación P12	25	7,73	10	101	16	146,45
Iluminación P13	25	7,73	10	101	16	146,45
Iluminación P14	25	7,73	10	101	16	146,45

- **Protección contra cortocircuitos de las D.I.**

La protección contra cortocircuitos de las derivaciones individuales se justifica mediante el empleo de los fusibles cuyos valores nominales se muestran en la tabla anterior. La justificación es la misma que se ha expuesto en el apartado de protección contra cortocircuitos de las LGA. Aunque en la siguiente sección se confirmará lo dicho.

5. CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.

En este apartado se van a calcular primero las **corrientes de cortocircuito tripolares** permanentes en los puntos donde están situados los fusibles de seguridad, los cuales se encuentran en las 4 CGP y en las 17 centralizaciones de contadores. Para el cálculo de dichas corrientes se considerarán las aclaraciones recogidas en el capítulo 6 de la referencia "Tecnología Eléctrica" (Roger y otros, 2010).

Se tiene un transformador trifásico de potencia aparente de 1000 kVA y de relación de transformación 20kV/400V. En cuanto a las componentes resistiva e inductiva de la caída de tensión en cortocircuito se suponen:

$$\epsilon_{R_{CC}} = 1\% \text{ y } \epsilon_{X_{CC}} = 6\%.$$

Los cálculos se harán considerando la potencia de cortocircuito de la red de media tensión infinita, con lo cual la tensión en bornes del transformador durante el cortocircuito es constante e igual a la nominal.

En primer lugar, se calculará la impedancia de cortocircuito del transformador, para ello se hará uso de las siguientes fórmulas:

$$R_{CC} = \frac{\epsilon_{R_{CC}}(\%) \cdot U_{nT}^2}{100 \cdot S_{nT}} \text{ (m}\Omega\text{)} = \frac{1 \cdot 400^2}{100 \cdot 1000} = 1,6 \text{ m}\Omega \quad \text{(Ecuación 10)}$$

$$X_{CC} = \frac{\epsilon_{X_{CC}}(\%) \cdot U_{nT}^2}{100 \cdot S_{nT}} \text{ (m}\Omega\text{)} = \frac{6 \cdot 400^2}{100 \cdot 1000} = 9,6 \text{ m}\Omega \quad \text{(Ecuación 11)}$$

$$Z_{CC} = \sqrt{R_{CC}^2 + X_{CC}^2} \text{ (m}\Omega\text{)} = 9,73 \text{ m}\Omega \quad \text{(Ecuación 12)}$$

Ahora ya se puede calcular la corriente de cortocircuito en bornes del transformador:

$$I_{k3} = \frac{U_{nT}}{\sqrt{3} \cdot Z_k} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 9,73} = 23,73 \text{ kA} \quad \text{(Ecuación 13)}$$

A continuación, se calculará la corriente de cortocircuito en las CGP, para lo cual habrá que tener en cuenta los conductores de la acometida. Para ello se usarán las siguientes fórmulas, correspondientes a un cortocircuito en un **punto alejado del transformador**:

La resistencia de las líneas será:

$R_i = 1000 \cdot \rho \cdot L_i / n_i \cdot S_i$ (mΩ), siendo:

- ρ , la resistividad del conductor de la acometida, que en este caso es aluminio, cuya resistividad a 20°C es: $0,028264 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.
- L_i , la longitud de la línea, en este caso dicha distancia es de 50 metros.
- n_i , es el número de conductores en paralelo por fase.
- S_i , es la sección del conductor en mm^2 .

El valor de la reactancia de las líneas viene dado por:

$X_i = x'_i \cdot L_i / 1000$ (mΩ), donde: (Ecuación 14)

- x'_i es la reactancia por kilómetro de línea, cuyo valor depende de la disposición de los conductores de las distintas fases en la sección transversal de la línea. Para este caso en el que los conductores se encuentran enterrados en paralelo i separados 1 metro, se ha considerado un valor de $130 \text{ m}\Omega/\text{km}$.

Por último, se pasará a calcular todas las corrientes de cortocircuito en las distintas centralizaciones de contadores. Para ello se hará uso de las ecuaciones recientemente expuestas correspondientes a un punto alejado del transformador.

En esta ocasión habrá que añadir las resistencias y reactancias asociadas a las líneas generales de alimentación. Con lo cual ahora los conductores serán de cobre, siendo su resistividad a 20°C de $0,017241 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$, y la reactancia por kilómetro de línea será de $100 \text{ m}\Omega/\text{km}$. Tanto las longitudes de las líneas como las secciones serán las obtenidas en apartados anteriores.

En la siguiente tabla se presentan resumidas las **corrientes de cortocircuito máximas**, y en ella se puede ver como la máxima intensidad de cortocircuito en las CGP es de **13,36 kA**. Dicho valor se encuentra muy por debajo del poder de corte de los fusibles, que como se ha dicho anteriormente era de 100 kA como mínimo.

	R (mΩ)	X (mΩ)	Σ R (mΩ)	Σ X (mΩ)	Z (mΩ)	I _{k3} (kA)
Transformador	1,6	9,6	1,6	9,6	9,73	23,73
Acometida - CGP	4,71	6,5	6,31	16,1	17,29	13,36
LGA Corta – Contadores Planta Baja	4,02	3,50	10,33	19,60	22,16	10,42
LGA Larga – Contadores Planta Baja	1,63	3,50	11,96	23,10	26,01	8,88
LGA - Contadores 1ª Planta	1,77	3,80	13,73	26,90	30,20	7,65
LGA – Contadores 2ª Planta	1,91	4,10	15,64	31,00	34,72	6,65
LGA – Contadores 3ª Planta	2,05	4,40	17,70	35,40	39,58	5,84
LGA – Contadores 4ª Planta	2,19	4,70	19,89	40,10	44,76	5,16
LGA - Contadores 5ª Planta	2,33	5,00	22,22	45,10	50,27	4,59
LGA - Contadores 6ª Planta	2,47	5,30	24,68	50,40	56,12	4,12
LGA - Contadores 7ª Planta	2,61	5,60	27,29	56,00	62,30	3,71
LGA – Contadores 8ª Planta	2,75	5,90	30,04	61,90	68,81	3,36
LGA – Contadores 9ª Planta	2,89	6,20	32,93	68,10	75,64	3,05
LGA - Contadores 10ª Planta	3,03	6,50	35,96	74,60	82,82	2,79
LGA – Contadores 11ª Planta	3,17	6,80	39,13	81,40	90,32	2,56
LGA – Contadores 12ª Planta	3,31	7,10	42,44	88,50	98,15	2,35
LGA - Contadores 13ª Planta	3,45	7,40	45,89	95,90	106,31	2,17
LGA - Contadores 14ª Planta	3,59	7,70	49,47	103,60	114,81	2,01

Tabla 17

Ahora y como modo de ejemplo se calcularán las **corrientes de cortocircuito mínimas** para una de las 14 plantas de viviendas, dichas corrientes se utilizarían para realizar la comprobación del I²· t. Para ello hay que tener en cuenta que:

- La I_{cc,min} se produce en el extremo final de las derivaciones individuales, es decir, en los cuadros generales de mando y protección de cada vivienda.
- El tipo de defecto que produce el cortocircuito mínimo no es el tripolar, sino el fase-fase o el fase-neutro. En este caso, como sí que existe neutro distribuido, la corriente de cortocircuito a calcular será la **fase-neutro** (I_{k1}).

- Ahora la resistividad del material conductor deberá considerarse a la máxima temperatura de funcionamiento. En este caso, como el material aislante es XLPE, la Tª máxima de funcionamiento será de 70°C. Para dicha Tª las resistividades de cobre y aluminio respectivamente son: 0,02063 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ y 0,03395 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.

Para obtener I_{k1} previamente se debe calcular la corriente de cortocircuito tripolar en dicho punto, a partir de esta y sabiendo que en este caso la sección del neutro es igual a la sección de la fase, se usa la siguiente fórmula:

$$I_{cc,\min} = I_{k1} = 0,5 \cdot I_{k3} \quad (\text{Ecuación 15})$$

Por lo tanto, a continuación se va a realizar dicho cálculo para las viviendas situadas en la 14ª planta. Se han seleccionado las viviendas de dicha planta debido a que serán las que mayor impedancia presentarán, ya que son las que más alejadas se encuentran del centro de transformación. Con lo cual serán las que presenten las mínimas corrientes de cortocircuito.

En la realización de los cálculos se ha tenido en cuenta que los conductores serán de cobre, y que tanto las longitudes de las líneas como sus secciones serán las obtenidas en apartados anteriores.

	R (m Ω)	X (m Ω)	Σ R (m Ω)	Σ X (m Ω)	Z (m Ω)	I_{k3} (kA)	I_{k1} (kA)
DI - Vivienda 1	14,28	2,42	73,20	106,02	128,84	1,79	0,90
DI - Vivienda 2	19,77	1,53	78,69	105,13	131,32	1,76	0,88
DI - Vivienda 3	16,17	0,78	75,09	104,38	128,59	1,80	0,90
DI - Vivienda 4	19,77	1,53	78,69	105,13	131,32	1,76	0,88
DI - Vivienda 5	14,28	2,42	73,20	106,02	128,84	1,79	0,90
DI - Vivienda 6	12,51	2,12	71,43	105,72	127,59	1,81	0,90
DI - Vivienda 7	15,90	1,23	74,82	104,83	128,79	1,79	0,90
DI - Vivienda 8	9,98	0,48	68,90	104,08	124,82	1,85	0,93
DI - Vivienda 9	15,90	1,23	74,82	104,83	128,79	1,79	0,90
DI - Vivienda 10	12,51	2,12	71,43	105,72	127,59	1,81	0,90

Tabla 18

Como la protección se realiza a base de **fusibles**, situados a la salida de los contadores, para obtener el tiempo admisible por el conductor se han de utilizar las corrientes de cortocircuito mínimas que se acaban de calcular. Ello se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$t_{ad} = \left(\frac{K \cdot S}{I_{cc,\min}} \right)^2 \quad (\text{Ecuación 16})$$

Donde K es una constante que depende del material conductor y del tipo de aislante, para este caso, en el cual se utiliza como conductor cobre y como aislante XLPE, se tiene que $K = 143$. Por lo tanto, realizando los cálculos correspondientes se obtiene:

	I_{k1} (kA)	S (mm ²)	t_{ad} (s)
DI - Vivienda 1	0,90	35	31,19
DI - Vivienda 2	0,88	16	6,77
DI - Vivienda 3	0,90	10	2,54
DI - Vivienda 4	0,88	16	6,77
DI - Vivienda 5	0,90	35	31,19
DI - Vivienda 6	0,90	35	30,59
DI - Vivienda 7	0,90	16	6,51
DI - Vivienda 8	0,93	10	2,39
DI - Vivienda 9	0,90	16	6,51
DI - Vivienda 10	0,90	35	30,59

Tabla 19

Por lo tanto, para hacer la comprobación del $I^2 \cdot t$, se deben representar en la siguiente gráfica adjunta los puntos asociados a cada intensidad de cortocircuito mínima y su correspondiente tiempo admisible o de fusión. Con lo cual, serán válidos para proteger contra cortocircuitos los fusibles cuya característica I-t pase por debajo de dicho punto. Podemos ver como los fusibles de 40 y 25 A seleccionados para las viviendas se encuentran por debajo de sus correspondientes puntos.

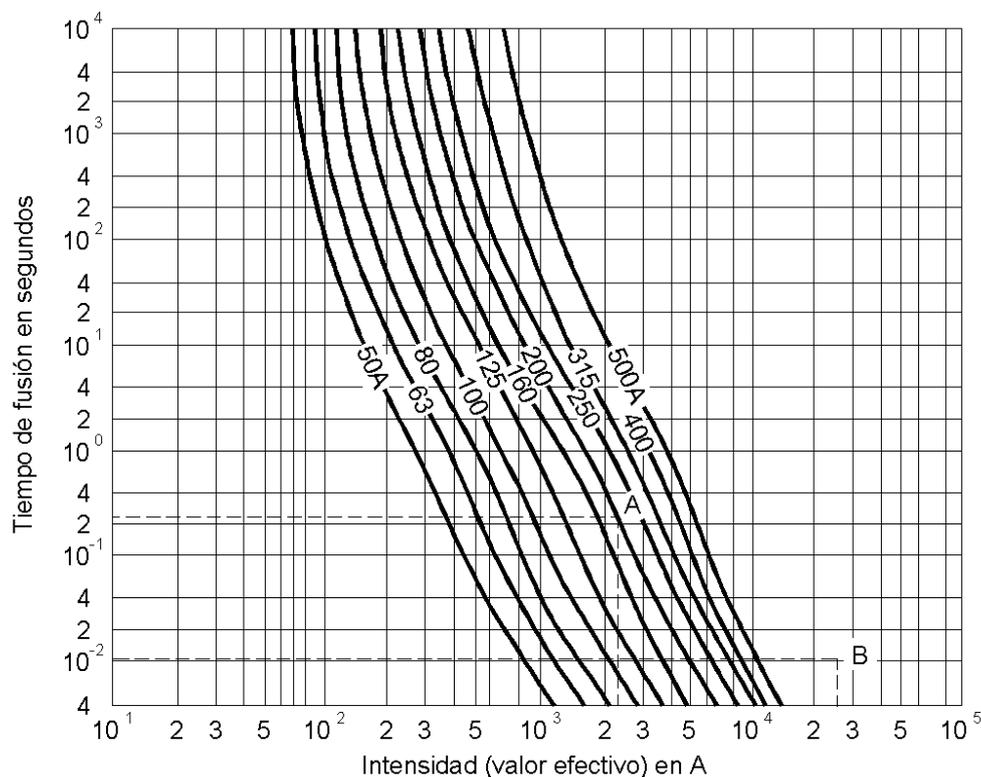


Figura 17

6. CIRCUITOS INTERIORES DE VIVIENDAS.

En este apartado se van a calcular las secciones de los conductores que conforman los circuitos interiores de cada tipo de vivienda presente en el edificio.

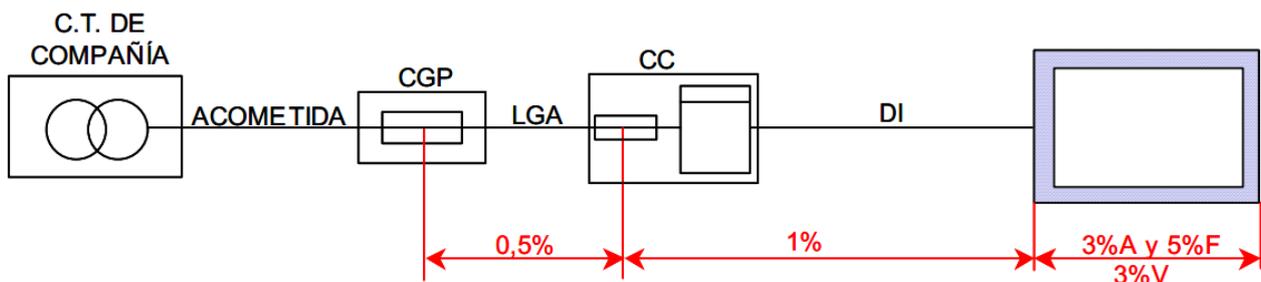
La sección de los conductores será tal que no se supere la intensidad máxima admisible, marcada en la **ITC-BT-19**, y que no se sobrepase el **3%** de caída de tensión, contada desde el origen de la instalación interior hasta los puntos de consumo.

La sección mínima por circuito indicada en la citada instrucción está calculada para un número limitado de puntos de utilización. De aumentarse el número de puntos de utilización, será necesaria la instalación de circuitos adicionales correspondientes.

Cada accesorio o elemento del circuito en cuestión tendrá una corriente asignada, no inferior al valor de la intensidad prevista del receptor o receptores a conectar.

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

En la siguiente imagen se muestra un esquema donde se resumen las caídas de tensión máximas permitidas en cada línea que forma la instalación con contadores distribuidos por plantas, es decir, con varias centralizaciones.



Esquema cuando existen varias centralizaciones de contadores:

Figura 18

La determinación de la sección de los conductores se realizará en base a las consideraciones indicadas para caída máxima permitida de tensión y de intensidad máxima admisible, utilizando siempre la que resulte más desfavorable. Realizaremos, a modo de ejemplo, el cálculo para el circuito C1 (Iluminación) de una vivienda.

Potencia: la potencia necesaria para este circuito se calcula según la siguiente ecuación:

$$P = n \cdot F_U \cdot F_S \cdot 200 \quad (\text{Ecuación 17})$$

Donde:

- P: potencia (W).
- n: número de receptores (15).
- F_U : factor de utilización (0,75).
- F_S : factor de simultaneidad (0,5).
- 200 es la potencia prevista por toma.

Por tanto, tendremos una potencia de: **P = 1125 W**

Criterio de corriente máxima: aplicando la siguiente ecuación, obtenemos la intensidad que recorrerá el circuito. Por lo tanto, obtenemos:

$$I_B = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{1125}{230 \cdot 0,9} = 5,4 \text{ A} \quad (\text{Ecuación 18})$$

Y según la Tabla 1 de la ITC-BT-19, se obtiene: $S = 1,5 \text{ mm}^2$.

Criterio de caída de tensión: para el cálculo de caída de tensión se considera, como se ha explicado previamente, un máximo del 3% de la tensión nominal. Con lo cual tenemos que: $e = 230 \cdot 3/100 = 6,9 \text{ V}$. Ahora aplicando la **ecuación 9**, obtenemos una sección de:

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot U} = \frac{2 \cdot 1125 \cdot 15}{52 \cdot 6,9 \cdot 230} = 0,41 \text{ mm}^2$$

Se ha tomado como conductividad del cobre: $52 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$ y como longitud media para las líneas un valor de 15 metros.

La sección comercial más próxima por exceso es de **1,5mm²**, la cual admite hasta 13 A. Por lo tanto, la caída de tensión real será de 0,82%, con lo cual se cumplen ambos criterios ampliamente.

Para el resto de circuitos se realizarán los mismos cálculos, que se resumirán en la siguiente tabla, para un tipo de vivienda con grado de electrificación elevado.

Circuito de utilización	Potencia prevista por toma (W)	Factor de simultaneidad	Factor de utilización	Número de receptores	Intensidad del circuito (A)	Sección mínima (mm ²)	Caída de tensión (%)	Diámetro tubo (mm)
C1: Iluminación	200	0,75	0,5	15	5,43	1,5	0,82	16
C2: Tomas de uso general	3450	0,2	0,25	18	15,00	2,5	1,51	20
C3: Cocina y horno	5400	0,6	0,75	2	23,48	6	0,81	25
C4: Lavadora, lavavajillas y termo eléctrico	3450	0,75	0,5	3	18,75	4	1,40	20
C5: Baños	3450	0,3	0,5	6	15,00	2,5	1,81	20
C8: Calefacción	5750	1	0,85	1	23,61	6	1,05	25
C9: Aire acondicionado	5750	1	0,85	1	23,61	6	1,05	25
C10: Secadora	3450	1	0,85	1	14,17	2,5	1,69	20
C11: Automatización	230	1	0,75	10	8,33	1,5	2,09	16

Tabla 20

En esta tabla se puede observar como para las secciones escogidas para cada uno de los circuitos considerados, en ningún caso se supera la caída de tensión máxima permitida, establecida en un 3%. Y en la última columna se ha situado el diámetro del tubo por donde discurrirán los conductores de dicha línea.

También hay que indicar que tanto los factores de simultaneidad y de utilización como el número de receptores son valores generalizados para las viviendas, los cuales se han extraído de la **ITC-BT-25**.

Ahora se pasará a obtener las **protecciones** de la instalación interior de la vivienda, para ello nos fijaremos en las intensidades obtenidas en la tabla 20 para cada uno de los circuitos receptores.

A partir de dichas corrientes se seleccionará el calibre de los pequeños interruptores automáticos (PIAs) a instalar en el cuadro general de mando y protección situado en la entrada de la vivienda.

Circuito de utilización	Sección mínima (mm²)	Intensidad del circuito (A)	Calibre PIA (A)
C1: Iluminación	1,5	5,43	10
C2: Tomas de uso general	2,5	15,00	16
C3: Cocina y horno	6	23,48	25
C4: Lavadora, lavavajillas y termo eléctrico	4	18,75	20
C5: Baños	2,5	15,00	16
C8: Calefacción	6	23,61	25
C9: Aire acondicionado	6	23,61	25
C10: Secadora	2,5	14,17	16
C11: Automatización	1,5	8,33	10

Tabla 21

Por lo tanto, en las viviendas con grado de electrificación básico se deberán instalar como mínimo:

- 1 PIA de 10 A.
- 2 PIAs de 16 A.
- 1 PIA de 20 A.
- 1 PIA de 25 A.

Y en las viviendas con grado de electrificación elevado se deberán instalar como mínimo:

- 2 PIAs de 10 A.
- 3 PIAs de 16 A.
- 1 PIA de 20 A.
- 3 PIAs de 25 A.

A continuación, se adjuntarán los esquemas correspondientes a los dos tipos de circuitos receptores de viviendas que se han estudiado. En ellos se detallan las secciones que se acaban de obtener, así como los interruptores que se deberán instalar.

Esquema para vivienda con grado de electrificación básico:

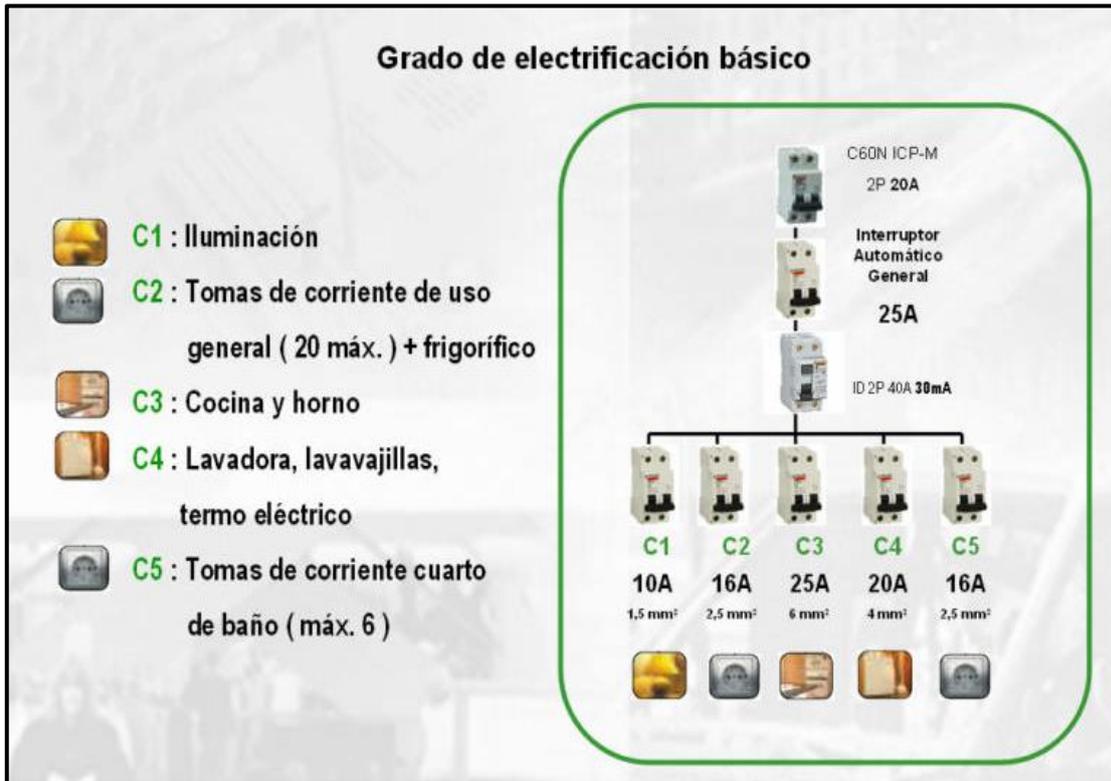


Figura 19

Esquema para vivienda con grado de electrificación elevado:

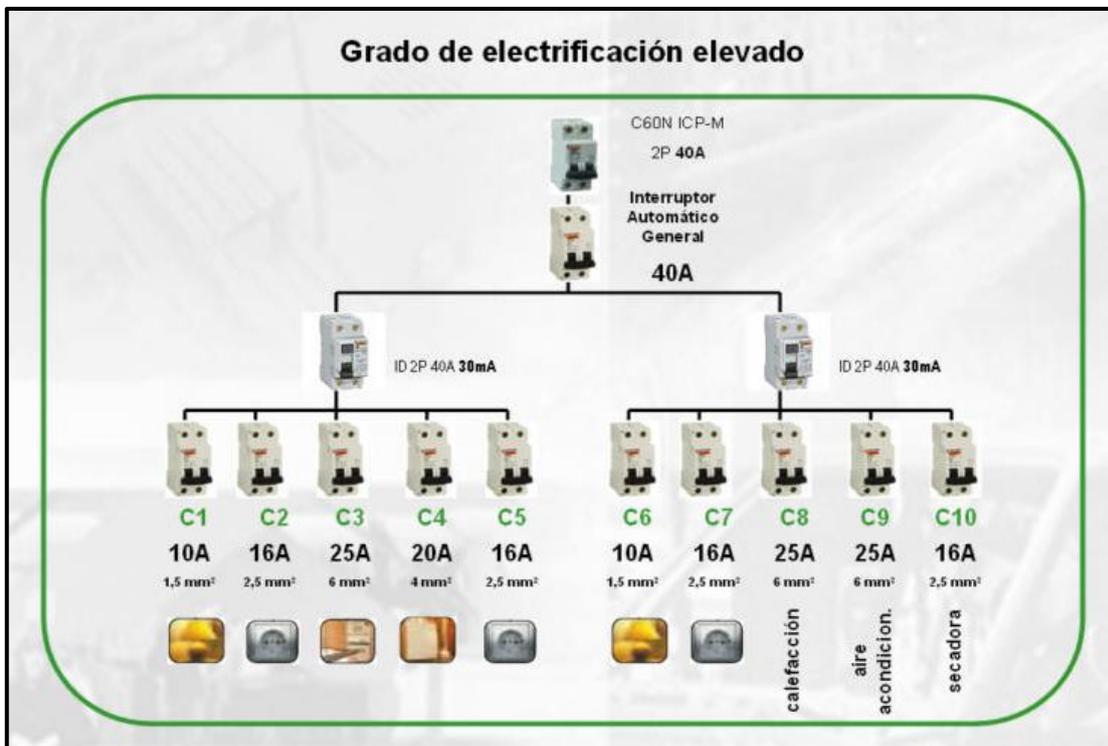


Figura 20

7. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.

En este apartado se va a calcular:

- La resistencia de puesta a tierra del conductor en anillo.
- Si hay necesidad de añadir picas al anillo de puesta a tierra.
- Las secciones de los conductores de protección.

En primer lugar, se calculará cual es la resistencia que ofrece el conductor enterrado de 35 mm² instalado en forma de anillo, al cual se conectará toda la estructura del edificio mediante soldadura autógena.

Para el cálculo aproximado de dicha resistencia a tierra, en función del terreno y de las características del electrodo, se emplea el modelo aproximado para el caso de conductor enterrado horizontalmente. La fórmula a aplicar es:

$$R_A = 2 \cdot \rho / L \quad (\text{Ecuación 19})$$

Donde:

R: Resistencia de la toma de tierra (Ω).

ρ : resistividad del terreno (50 $\Omega \cdot m$, valor correspondiente a terrenos cultivables y fértiles, terraplenes compactos y húmedos).

L: longitud del conductor, que es aproximadamente equivalente al perímetro del edificio (para este caso son 150 metros).

Sustituyendo valores obtenemos: **$R_A = 0,667 \Omega$** .

De acuerdo con la ITC-BT-24, se debe cumplir en todo momento la siguiente condición:

$$R_A \leq U / I_a, \text{ siendo:} \quad (\text{Ecuación 20})$$

R_A : es la resistencia a tierra calculada anteriormente.

I_a : es la corriente diferencial-residual asignada, que debe ser menor o igual a 30 mA.

U: es la tensión de contacto límite convencional, la cual se toma 24 V ya que la cocina y el cuarto de baño son locales húmedos.

Operando resulta: **$R_A \leq 800 \Omega$** .

Como el valor de la resistencia a tierra del edificio estudiado es mucho menor que el valor máximo de la resistencia de toma de tierra, se considera adecuada la instalación de dicho **anillo de sección 35 mm²**.

A continuación, mediante el uso de la referenciada **ITC-BT-26** se tratará de confirmar que no es necesaria la instalación de picas para mejorar la eficacia de la puesta a tierra de la conducción enterrada.

En dicha instrucción aparece una tabla, con la cual puede determinarse el número orientativo de electrodos verticales a instalar en función de las características del terreno, la longitud del anillo y la presencia o no de pararrayos en el edificio.

Para el caso de estudio, se cataloga el terreno del solar como **arena arcillosa**, y por otra parte, se considera que el edificio si posee pararrayos, y que la longitud en planta del anillo conductor enterrado es:

$$L = 3 \cdot 52,5 + 3 \cdot 23 = \mathbf{226,5} \text{ metros.}$$

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
							^	

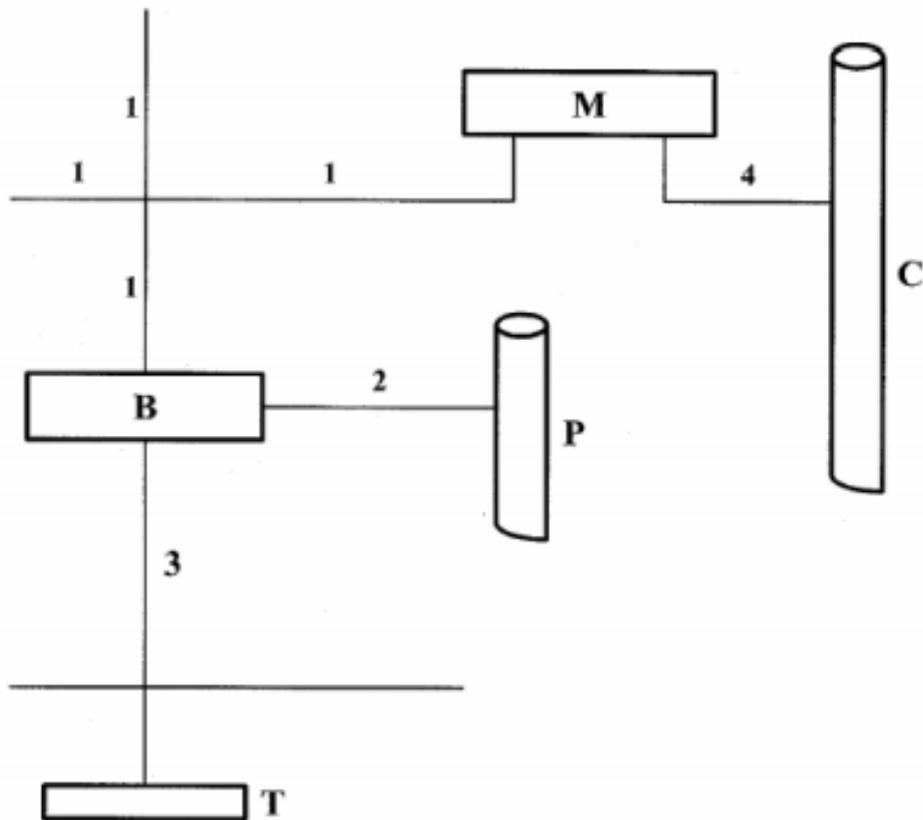
Tabla 22

A la vista de la tabla se puede decir que no es necesario instalar ninguna pica para aumentar la resistencia a tierra del edificio. Ya que para las condiciones descritas anteriormente, el mínimo valor de longitud que implica poner una pica son 67 metros, valor bastante inferior al obtenido para el caso de análisis.

Por último, se dimensionarán los conductores que conforman la unión entre el conductor enterrado y las partes del edificio a proteger. Hay dos tipos de conductores encargados de realizar esta función:

- La **línea de enlace con tierra**, que es la encargada de unir la toma de tierra con el borne principal de tierra, situado en cada una de las CGP.
- Los **conductores de protección**, que unen el borne principal de tierra con las distintas masas del edificio.

En la siguiente imagen se puede observar una representación esquemática de un circuito de puesta a tierra:



Leyenda

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

Figura 21

En cuanto a las líneas de enlace con tierra hay que decir que se establecerán de acuerdo con la situación y número previsto de puntos de puesta a tierra.

Y según la siguiente tabla de la **ITC-BT-18**, las secciones mínimas convencionales de las líneas de enlace con el electrodo de tierra son:

TIPO	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión*	Según apartado 3.4 (1)	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		

Tabla 23

Por lo tanto, como en este caso se trata de conductores no protegidos mecánicamente pero sí contra la corrosión, se tiene que las 4 líneas de enlace con tierra serán como mínimo de **16 mm²** de cobre.

Ahora se pasa a dimensionar los conductores de protección asociados a las distintas líneas generales de alimentación y derivaciones individuales del edificio. Para ello se hará uso de la tabla ya mostrada en el apartado 5.4 de la memoria descriptiva, que se vuelve a adjuntar.

Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm²)	Sección mínima de los conductores de protección S_p (mm²)
S ≤ 16	S _p = S
16 < S ≤ 35	S _p = 16
S > 35	S _p = S/2

Tabla 24

La metodología a seguir se basa en calcular primero la sección mínima de los conductores de protección a partir de la sección de sus correspondientes conductores de fase. Y a continuación se normaliza dicho valor, siempre teniendo en cuenta que la sección mínima a instalar sea de 16 mm².

Primero se hará el cálculo para las **LGA**, de las cuales había dos tipos de secciones, unas eran de 150 mm² y otras de 185 mm².

Para **S = 150 mm²**, se tiene que **S_p = 75 mm²**, y normalizando se llega a que la sección de su conductor de protección será de: **95 mm²**.

Para **S = 185 mm²**, se tiene que **S_p = 92,5 mm²**, y normalizando se llega a que la sección de su conductor de protección será de: **95 mm²**.

Ahora se realizará el mismo proceso para cada una de las derivaciones del edificio: viviendas, locales, garajes y servicios generales. En la siguiente tabla se resumen los resultados obtenidos.

Derivación Individual	Sección conductores de fase (mm ²)	Sección mínima conductores de protección (mm ²)	Sección normalizada conductores de protección (mm ²)
Vivienda Tipo 1	35	16	16
Vivienda Tipo 2	16	16	16
Vivienda Tipo 3	10	10	16
Vivienda Tipo 4	16	16	16
Vivienda Tipo 5	35	16	16
Vivienda Tipo 6	35	16	16
Vivienda Tipo 7	16	16	16
Vivienda Tipo 8	10	10	16
Vivienda Tipo 9	16	16	16
Vivienda Tipo 10	35	16	16
Local 1	70	35	35
Local 2	50	25	25
Local 3	70	35	35
Local 4	50	25	25
Local 5	50	25	25
1ª Planta Garajes	70	35	35
2ª Planta Garajes	95	75	95
Porteros Electrónicos	25	16	16
Ascensores	120	60	70
Grupos de Presión	70	35	35
Ventilación Forzada	16	16	16
Iluminación PB	10	10	16
Iluminación P1	10	10	16
Iluminación P2	10	10	16
Iluminación P3	16	16	16
Iluminación P4	16	16	16
Iluminación P5	16	16	16
Iluminación P6	16	16	16
Iluminación P7	16	16	16
Iluminación P8	16	16	16
Iluminación P9	16	16	16
Iluminación P10	16	16	16
Iluminación P11	16	16	16
Iluminación P12	25	16	16
Iluminación P13	25	16	16
Iluminación P14	25	16	16

Tabla 25

ANEXO II: SELECCIÓN DE APARAMENTA

ÍNDICE:

	Página
1. CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN (CGP)	64
2. CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES	66
3. INTERRUPTOR DE CONTROL DE POTENCIA	74
4. DISPOSITIVOS GENERALES DE MANDO Y PROTECCIÓN	76

ANEXO II: SELECCIÓN DE APARAMENTA.

1. CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN (CGP).

En el edificio se instalarán **4 CGP**, las cuales deben soportar una potencia de **200 kW**, con una intensidad de **320,75 A**. Tres de ellas serán las encargadas de proteger las líneas pertenecientes a las viviendas y locales, mientras que la otra se encargará de proteger las líneas que abastecen a los servicios generales del edificio y a los garajes.

Según dice la ITC-BT-13, no se podrán alojar más de dos CGP en el interior del mismo nicho. Por lo tanto, en este caso habrá que construir **dos nichos**, y en cada uno de ellos se situarán dos cajas generales de protección.

Para la selección del modelo de CGP a instalar se ha acudido a uno de los catálogos regulados por la empresa suministradora (IBERDROLA), en este caso de la marca URIARTE, del cual se puede obtener mayor información en los catálogos del apartado referencias.

Para el caso que se está analizando, de entre las posibles opciones del catálogo hay que quedarse con las cajas que son capaces de soportar los 320,75 A requeridos, con lo cual solo son seleccionables los dos modelos de intensidad 400 A. Y entre estos, para tomar la decisión hay que fijarse en el factor económico, con lo que se seleccionará aquel de menor precio.

En la siguiente imagen se pueden observar todos los modelos de CGP que proporciona el fabricante en su catálogo:

CAJAS GENERALES DE PROTECCION CON BASES BUC DE MÁXIMA SEGURIDAD SEGÚN NI-76.50.01.					
Conexión mediante tornillo encastrado para terminal)					
CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN. BASES BUC TAMAÑO 00.					
Código ref.	Descripción	P.V.P. Euros	Und. embal.	Peso/ud.	
GL-100A-1-BUC	Intensidad 100A. Seccionable en carga (fusible NH tamaño 00)	132,21	1	4,60	
GL-100A-7-BUC	Intensidad 100A. Seccionable en carga (fusible NH tamaño 00)	240,83	1	5,00	
GL-160A-7-BUC	Intensidad 160A. Seccionable en carga (fusible NH tamaño 00)	252,38	1	5,00	
GL-160A-7-BUC-63	Tamaño mayor para facilitar conexión de cables de gran sección	265,24	1	5,40	
GL-160A-9-BUC	Intensidad 160A. Seccionable en carga (fusible NH tamaño 00)	240,48	1	4,70	
CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN. BASES BUC TAMAÑO 1-2.					
GL-250A-7-BUC	Intensidad 250A. Seccionable en carga (fusible NH tamaño 1)	381,32	1	11,00	
GL-250A-9-BUC	Intensidad 250A. Seccionable en carga (fusible NH tamaño 1)	364,84	1	10,70	
GL-250A-10-BUC	Intensidad 250A. Seccionable en carga (fusible NH tamaño 1)	464,49	1	13,20	
GL-250A-11-BUC	Intensidad 250A. Seccionable en carga (fusible NH tamaño 1)	851,12	1	23,20	
GL-400A-7-BUC	Intensidad 400A. Seccionable en carga (fusible NH tamaño 2)	397,67	1	11,00	
GL-400A-9-BUC	Intensidad 400A. Seccionable en carga (fusible NH tamaño 2)	372,09	1	10,70	

Tabla 26

Por lo tanto, siguiendo los criterios descritos anteriormente, el modelo seleccionado para ser instalado es el siguiente:

CGP-400A-9-BUC

En esta imagen se muestra el modelo de CGP elegido, el cual admite intensidades de hasta 400 A:



Figura 22

En cuanto a la instalación, ha de tenerse en cuenta que a la entrada de la CGP tendremos conductores de aluminio procedentes de la acometida, mientras que en la salida tendremos conductores de cobre de la LGA, por lo que se evitará el contacto directo entre ambos conductores, realizándose las conexiones a través de aleaciones especiales, con objeto de evitar la aparición de potenciales originados por los efectos pares galvánicos.

En el proceso de selección de aparataje eléctrico de baja tensión se tomarán en consideración todas aquellas ideas recogidas en el capítulo 2 del citado libro "Tecnología Eléctrica" (Roger y otros, 2010). En el cual también aparecen determinadas gráficas que serán de utilidad a la hora de tomar las decisiones e imágenes para entender el funcionamiento de las distintas clases de interruptores disponibles en el mercado.

2. CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES.

En este edificio, la centralización de contadores se realizará por plantas, como se ha explicado en el apartado 4 de la memoria donde se ha descrito la instalación. En total habrá **17 centralizaciones**, de las cuales 14 serán para viviendas y cada una de éstas contendrá 10 contadores (todos monofásicos).

Por otra parte, las otras 3 centralizaciones estarán situadas en la planta baja, una corresponde a locales (contiene 5 contadores monofásicos, uno por cada local), otra centralización será para los garajes y la restante corresponde a los servicios generales (formada por un único contador trifásico).

En cuanto a la forma de instalación de las centralizaciones, hay que decir que estarán todas alojadas en diferentes cuartos previstos exclusivamente para este uso. Y los módulos de contadores estarán homologados por la compañía suministradora (IBERDROLA).

En la siguiente imagen se pueden observar las distintas partes que componen una centralización de contadores, y que se han descrito detalladamente en el apartado 5.2.4 de la memoria.

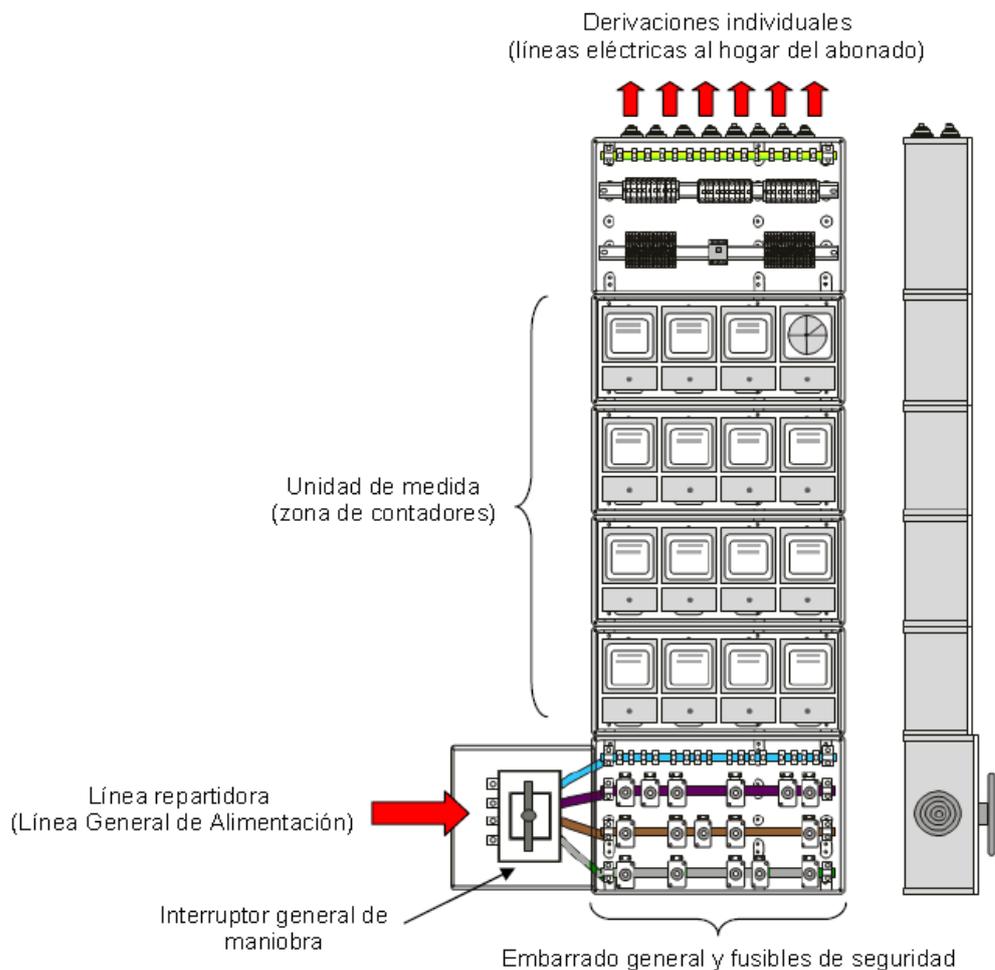


Figura 23

Ahora se pasará a seleccionar los modelos a instalar de cada uno de los componentes de las centralizaciones de contadores.

Interruptor General de Maniobra (IGM):

En primer lugar se escogerá la clase de interruptor general de maniobra a disponer, para ello se ha recurrido al catálogo mencionado ya anteriormente de la marca URIARTE.

Como por cada centralización hay que instalar un interruptor general de maniobra, serán necesarios un total de **17 interruptores**. El siguiente paso es averiguar el calibre de éstos, en este caso como por la LGA puede circular una corriente de hasta 320,75A, habrá que escoger los interruptores de intensidad nominal **400 A**.

En la siguiente imagen se pueden observar todos los modelos de IGM que proporciona el fabricante en su catálogo:

Código ref.	Descripción	AnchoxAltoxFondo	P.V.P. Euros	Peso/ud.
INTERRUPTORES DE CORTE CON ANCHO 555 mm (Sistema SMS)				
IDT-160A-I	Interruptor de 160A. Colocación en la izquierda	555x418x157	235,45	3,70
IDT-160A-D	Interruptor de 160A. Colocación en la derecha	555x418x157	235,45	3,70
IDT-250A-I	Interruptor de 250A. Colocación en la izquierda	555x418x157	341,87	4,60
IDT-250A-D	Interruptor de 250A. Colocación en la derecha	555x418x157	341,87	4,60
IDT-400A-I	Interruptor de 400A. Colocación en la izquierda	555x418x157	474,71	6,60
IDT-400A-D	Interruptor de 400A. Colocación en la derecha	555x418x157	474,71	6,60

Tabla 27

Por lo tanto, de entre los interruptores de corte de 400 A disponibles, al tener todos ellos el mismo precio, se escogerá aquel que se coloca en la parte izquierda por motivos de facilidad a la hora de la instalación. El modelo es el siguiente:

IDT-400A-I

Fusibles de seguridad:

El siguiente elemento a seleccionar serán los fusibles de seguridad previos a los contadores. La elección del calibre de estos fusibles se ha realizado en la sección correspondiente al dimensionado de las derivaciones individuales (apartado 4 del Anexo I), se pueden ver en la columna en negrita de la **Tabla 16**.

Columnas para contadores:

Antes de elegir los contadores habrá que seleccionar la estructura donde se van a situarse estos, ya que es importante que las unidades de medida estén dentro de un lugar rígido, estanco y seguro.

Para ello, dependiendo del número de unidades funcionales de medida que se vayan a instalar en cada columna y también según el suministro sea monofásico o trifásico, hay que elegir un modelo u otro. Basándonos en las siguientes tablas extraídas del catálogo de la marca URIARTE se hará la selección.

CENTRALIZACIONES DE CONTADORES EN ARMARIO DE DOBLE AISLAMIENTO				
COLUMNAS PARA CONTADORES MONOFÁSICOS (Según Norma UF-1.3.56.03A)				
Código ref.	Descripción	AnchoxAltoxFondo	P.V.P. Euros	Und. embal.
AM-3-UF	Armario para 3 cont. Monofásicos	555x945x144	556,26	1
AM-4-UF	Armario para 4 cont. Monofásicos	555x1201x144	777,18	1
AM-5-UF	Armario para 5 cont. Monofásicos	555x1201x144	781,38	1
AM-6-UF	Armario para 6 cont. Monofásicos	555x1201x144	785,58	1
AM-7-UF	Armario para 7 cont. Monofásicos	555x1457x144	1.006,50	1
AM-8-UF	Armario para 8 cont. Monofásicos	555x1457x144	1.010,70	1
AM-9-UF	Armario para 9 cont. Monofásicos	555x1457x144	1.014,90	1
AM-10-UF	Armario para 10 cont. Monofásicos	555x1713x144	1.235,82	1
AM-11-UF	Armario para 11 cont. Monofásicos	555x1713x144	1.240,02	1
AM-12-UF	Armario para 12 cont. Monofásicos	555x1713x144	1.244,22	1
AM-13-UF	Armario para 13 cont. Monofásicos	555x1969x144	1.465,14	1
AM-14-UF	Armario para 14 cont. Monofásicos	555x1969x144	1.469,34	1
AM-15-UF	Armario para 15 cont. Monofásicos	555x1969x144	1.473,54	1

Tabla 28

COLUMNAS PARA CONTADORES TRIFÁSICOS ELECTRÓNICOS. ABONADOS MAYORES DE 15KW HASTA 43,65 KW. (Según Norma UF-1.3.56.03A) (Bases D03-100A, cableado 16 mm²)				
Código ref.	Descripción	AnchoxAltoxFondo	P.V.P. Euros	Und. embal.
AT-1-UF	Armario para 1 cont. Trifásico	555x1073x144	612,50	1
AT-2-UF	Armario para 2 cont. Trifásicos	555x1073x144	635,60	1
AT-3-UF	Armario para 3 cont. Trifásicos	555x1457x144	921,15	1
AT-4-UF	Armario para 4 cont. Trifásicos	555x1457x144	944,25	1
AT-5-UF	Armario para 5 cont. Trifásicos	555x1841x144	1.229,81	1
AT-6-UF	Armario para 6 cont. Trifásicos	555x1841x144	1.252,91	1

Tabla 29

Por lo tanto, serán necesarias:

- **14 columnas de 10 contadores monofásicos cada una. (AM-10-UF).**
- **2 columnas para 1 contador trifásico cada una. (AT-1-UF).**
- **1 columna para 5 contadores monofásicos. (AM-5-UF).**

Unidad funcional de medida:

Por último se hará la elección de los contadores o unidades funcionales de medida, en el edificio habrá un total de **145 contadores monofásicos y 2 contadores trifásicos**.

En esta ocasión se ha consultado un catálogo de la marca **CIRCUITOR**, el cual se encuentra también aceptado por la empresa suministradora (IBERDROLA). Para obtener mayor información acerca del catálogo consultar los catálogos del apartado referencias.

Como modelo de **contador monofásico** se ha elegido entre las posibles opciones el siguiente modelo:

CIRWATT B 101

Se trata de un contador para uso residencial, de clase 1 en energía activa y clase 2 en energía reactiva. Dispone de hasta 4 tarifas y una configuración flexible. También dispone de la posibilidad de registrar cualquier intento de intrusismo o fraude.



Figura 24

A continuación se va a adjuntar la siguiente información proporcionada por el catálogo relacionada con el modelo seleccionado: **características, conexiones y dimensiones**.

Características

Alimentación	
Tensión nominal	127 V ó 230 V
Tolerancia	80%...115% U_n
Consumo	<2 W; 10 V·A
Frecuencia	50 Hz ó 60 Hz
Medida de tensión	
Conexión	Asimétrica o Simétrica
Tensión de referencia	127 V ó 230 V
Frecuencia	50 Hz ó 60 Hz
Medida de corriente	
Corriente nominal referencia (I_{ref})	5 A
Corriente máxima (I_{max})	65 A
Corriente mínima (I_{min})	250 mA
Corriente de arranque (I_s)	20 mA
Clase de precisión	
Energía activa	Clase 1 - IEC 62053-21 / Clase B - EN 50470
Energía reactiva	Clase 2 - IEC 62053-21
Batería	
Tipo	Liño
Duración	> 20 años @ 30 °C
Influencias del entorno	
Rango de temperatura de trabajo	40 °C ... +70 °C
Rango de temperatura de almacenamiento	-40 °C ... +85 °C
Humedad relativa	95% máx.
Aislamiento	
Tensión de aislamiento	4 kV a 50 Hz durante un minuto
Tensión de impulso 1,2 / 50 μ s - IEC 62052-11	6 kV
Grado de protección (IEC 62052-11)	II
Display	
Tipo	LCD
Numero de dígitos de datos	Hasta 7
Lectura sin alimentación	Si
<i>Backlight</i>	Si (opcional)

Tabla 30

Conexiones

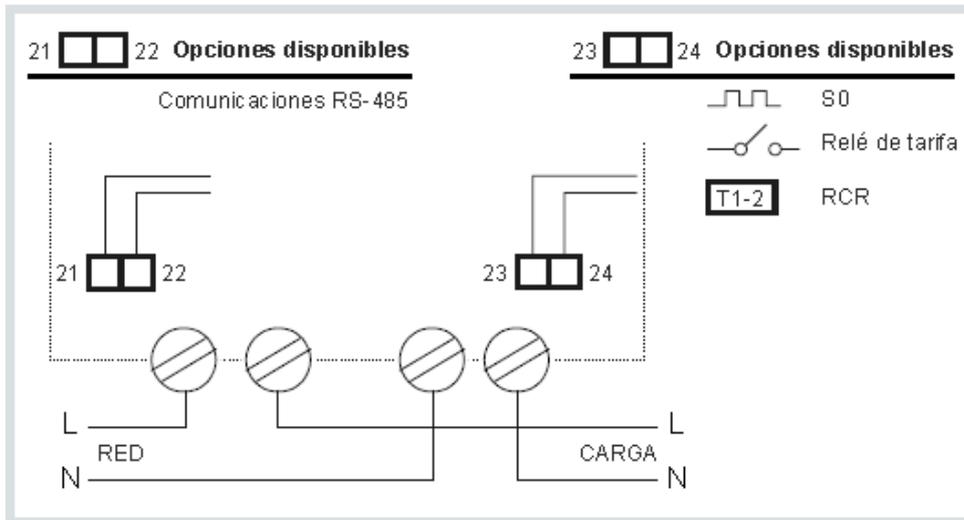


Figura 25

Dimensiones

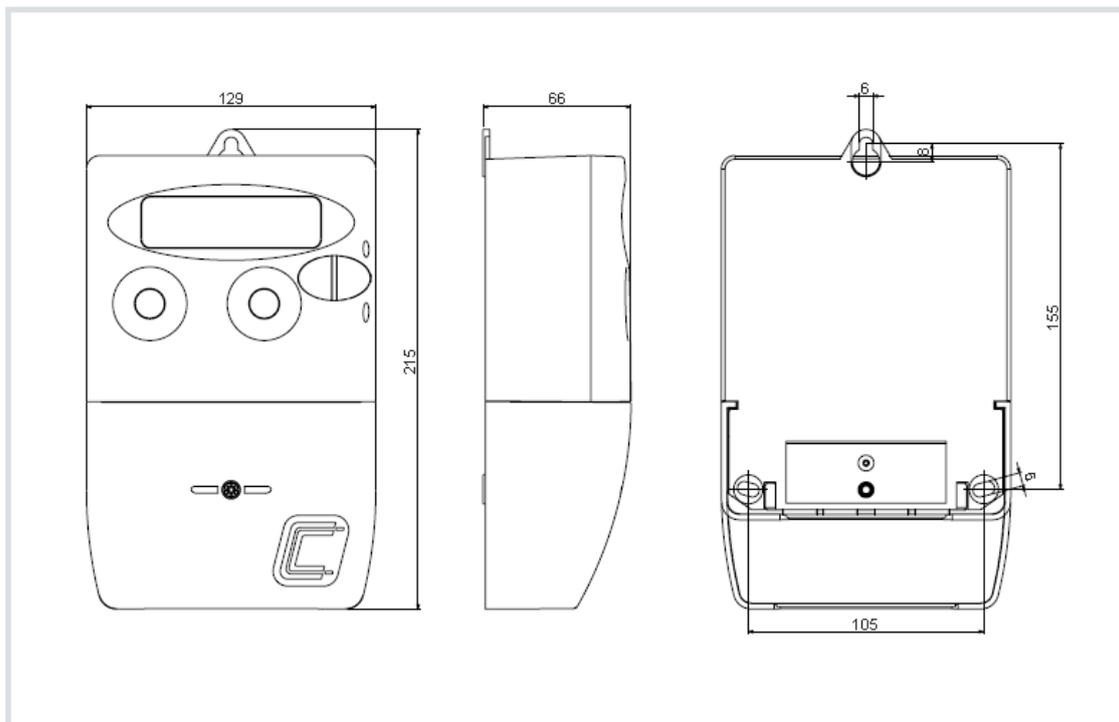


Figura 26

Como modelo de **contador trifásico** se ha elegido entre las posibles opciones el siguiente modelo:

CIRWATT B 410D

Se trata de un contador directo, idóneo para aplicaciones trifásicas en baja tensión y es un de clase 1 en energía activa.



Figura 27

A continuación se va a adjuntar la siguiente información proporcionada por el catálogo relacionada con el modelo seleccionado: **conexiones, características, y dimensiones.**

Conexiones

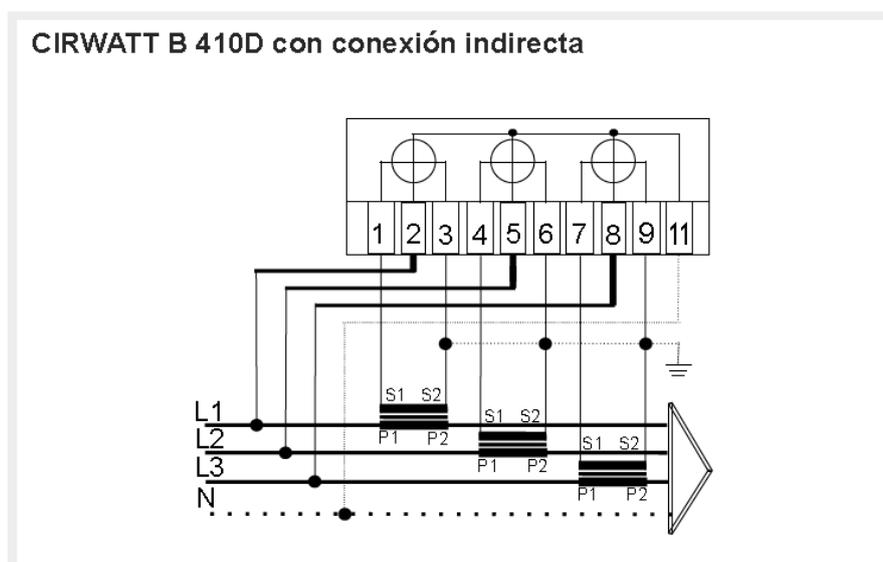


Figura 28

Características

Alimentación	
Tensión nominal	3 x 230 (400) V - 3 x 127 (230) V - 3 x 63,5 (110) V
Tolerancia	80 % ... 115 % U_n
Consumo	< 2 W; < 10 V·A
Frecuencia	50 ó 60 Hz
Medida de tensión	
Conexionado	Asimétrico
Tensión de referencia	3 x 230 (400) V - 3 x 127 (230) V - 3 x 63,5 (110) V *
Frecuencia	50 ó 60 Hz
Consumo circuito tensión	< 2 W; 10 V·A
Medida de corriente	
Corriente nominal de referencia $I_{ref}(I_{max})$	1 (2) A ó 1 (6) A ó 2,5 (10) A ó 5 (10) A *
Corriente de arranque I_{st}	< 0,04 x I_{ref}
Corriente mínima I_{min}	< 0,2 x I_{ref}
Consumo circuito corriente	< 0,1 V·A
Clase de precisión	
Precisión medida de energía activa	EN 50470 (Clase B) - IEC 62053-21 (Clase 1)
Precisión medida de energía reactiva	IEC 62053-23 (Clase 2)
Memoria	
Datos	Memoria no-volátil
Setup y eventos	Serial flash
Batería	
Tipo	Litio
Vida	> 20 años a 30 °C
Reloj	
Tipo	Calendario Gregoriano
Fuente	Oscilador compensado en temperatura
Precisión (EN 61038)	< 0,5 s/día a 23 °C
Influencias del entorno	
Rango de temperatura de trabajo	-40 ... +70 °C
Rango de temperatura de almacenamiento	-40 ... +85 °C
Coefficiente de temperatura	< 15 ppm/K
Humedad	95 % máx.
Aislamiento	
Tensión aislamiento	4 kV a 50 Hz durante 1 min
Tensión de impulso 1,2/50µs - IEC 62052-11	6 kV
Indice de protección (IEC 62052-11)	II
Display	
Tipo	LCD
Número de dígitos de datos	Hasta 8
Tamaño dígitos de datos	8 mm
Lectura del display en ausencia de tensión	Sí

Tabla 31

Dimensiones

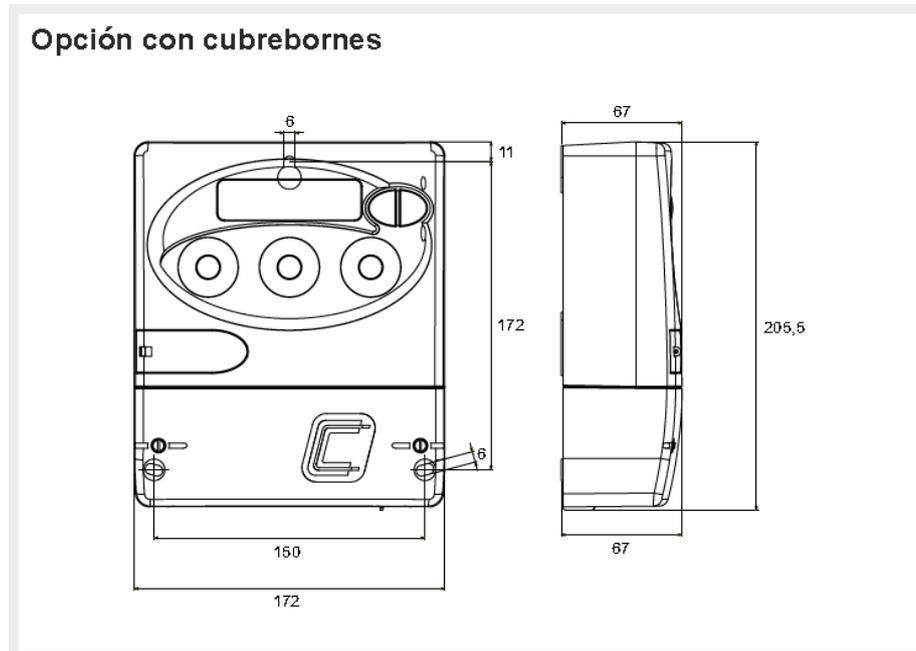


Figura 29

3. INTERRUPTOR DE CONTROL DE POTENCIA.

En este apartado se tratará de obtener el modelo de ICP a instalar en los distintos tipos de viviendas, en los locales y en los garajes. Para el cálculo del calibre se hará uso de la previsión de potencias realizada en el apartado 1 del Anexo de cálculos.

A la hora de designar el calibre mínimo del ICP en las **viviendas** del edificio, hay dos casos:

- En viviendas con grado de electrificación **básico** será de:
25 A (5750/230).
- En viviendas con grado de electrificación **elevado** será de:
40 A (9200/230).

En los **locales** el calibre del ICP deberá ser como mínimo: **46,25 A** (10633/230).

En el suministro a los **garajes** hay 2 derivaciones:

- **Iluminación**, la cual se subdivide en 2 puntos de consumo monofásicos, el calibre mínimo será de: **43 A** (9890/ 230).
- Ventiladores y extractores para **ventilación forzada**, la cual está formada por un único punto de consumo trifásico, y el calibre mínimo necesario será de: **24,73 A** (9890/400).

Acudiendo a un catálogo de la marca **DIRECT-ELECTRO** se han seleccionado los modelos correspondientes, en la siguiente tabla se muestran todos los calibres disponibles de ICPs tanto para suministros monofásicos (2 polos) como para trifásicos (3 polos + neutro).

Código	Descripción	P.V.P.	
Negrita: producto en stock			
Interruptor Control de Potencia ICP - 2 polos - 2 módulos			
	IPM-M-10/2	Interruptor Contr. de Pot. ICP, 10A, 2P, 2 mod	16,25 €
	IPM-M-15/2	Interruptor Contr. de Pot. ICP, 15A, 2P, 2 mod	16,25 €
	IPM-M-20/2	Interruptor Contr. de Pot. ICP, 20A, 2P, 2 mod	16,25 €
	IPM-M-25/2	Interruptor Contr. de Pot. ICP, 25A, 2P, 2 mod	16,25 €
	IPM-M-30/2	Interruptor Contr. de Pot. ICP, 30A, 2P, 2 mod	35,88 €
	IPM-M-35/2	Interruptor Contr. de Pot. ICP, 35A, 2P, 2 mod	37,68 €
	IPM-M-40/2	Interruptor Contr. de Pot. ICP, 40A, 2P, 2 mod	37,68 €
	IPM-M-45/2	Interruptor Contr. de Pot. ICP, 45A, 2P, 2 mod	56,08 €
	IPM-M-50/2	Interruptor Contr. de Pot. ICP, 50A, 2P, 2 mod	94,07 €
	IPM-M-63/2	Interruptor Contr. de Pot. ICP, 63A, 2P, 2 mod	97,23 €

Tabla 32

Interruptor Control de Potencia ICP - 3 polos + neutro - 4 módulos			
	IPM-M-20/3N	Interruptor Contr. de Pot. ICP, 20A, 3PN, 4 mod	84,32 €
	IPM-M-25/3N	Interruptor Contr. de Pot. ICP, 25A, 3PN, 4 mod	85,88 €
	IPM-M-30/3N	Interruptor Contr. de Pot. ICP, 30A, 3PN, 4 mod	91,04 €
	IPM-M-35/3N	Interruptor Contr. de Pot. ICP, 35A, 3PN, 4 mod	94,94 €
	IPM-M-40/3N	Interruptor Contr. de Pot. ICP, 40A, 3PN, 4 mod	94,94 €
	IPM-M-45/3N	Interruptor Contr. de Pot. ICP, 45A, 3PN, 4 mod	113,34 €
	IPM-M-50/3N	Interruptor Contr. de Pot. ICP, 50A, 3PN, 4 mod	186,21 €
	IPM-M-63/3N	Interruptor Contr. de Pot. ICP, 63A, 3PN, 4 mod	190,88 €

Tabla 33

Con lo cual para abastecer al edificio serán necesarios los siguientes ICPs:

- **84 unidades del modelo IPM-M-25/2.**
- **56 unidades del modelo IPM-M-40/2.**
- **5 unidades del modelo IPM-M-50/2.**
- **2 unidades del modelo IPM-M-63/2.**
- **1 unidad del modelo IPM-M-25/3N.**

4. DISPOSITIVOS GENERALES DE MANDO Y PROTECCIÓN.

Este apartado se dedica a la selección de los interruptores incluidos en el cuadro de mando y protección de viviendas, locales y garajes. A continuación se citarán los requisitos que deben cumplir cada uno de ellos.

Interruptor General Automático (IGA):

El calibre del IGA para cada una de las derivaciones deberá ser el mismo que el calculado en el apartado anterior para el ICP. Además, para todos los casos el poder de corte debe ser como mínimo de 4,5 kA.

Los modelos han sido escogidos del catálogo de la marca **SCHNEIDER**.

Por lo tanto, para realizar la instalación serán necesarios los siguientes interruptores, cuyas fichas de características se adjuntan a continuación:

- **147 IGAs Acti 9 IC60 de 2 Polos.**
- **1 IGA Acti 9 IC60 de 4 Polos.**

Acti 9 IC60 2 Polos

Interruptor automático
Modular hasta 63A



Figura 30

PVR*: 131.10345 EUR

Principal

Estatus comercial	Comercializado
Aplicación	Distribución
Gama	Acti 9
Tipo de producto o componente	Disyuntor
Nombre del producto	IC60
Nombre del dispositivo	IC60N
Número de polos	2P
Número de polos protegidos	2
[In] corriente nominal	1 A
Tipo de red	CA CC
Tipo de unidad de control	Térmico-magnético
Código de curva de disparo ins	B

Tabla 34

Acti 9 IC60 4 Polos

Interruptor automático
Modular hasta 63A



Figura 31

PVR*: 242.36595 EUR

Principal

Estatus comercial	Comercializado
Aplicación	Distribución
Gama	Acti 9
Tipo de producto o componente	Disyuntor
Nombre del producto	IC60
Nombre del dispositivo	IC60N
Número de polos	4P
Número de polos protegidos	4
[In] corriente nominal	1 A
Tipo de red	CA CC
Tipo de unidad de control	Térmico-magnético
Código de curva de disparo ins	B

Tabla 35

Interruptor Diferencial (ID):

Todos los ID tendrán una **sensibilidad de 30 mA**, mientras que su intensidad nominal será para cada caso la misma que para los interruptores previamente dimensionados.

Para la selección de todos los interruptores restantes del cuadro se ha utilizado el catálogo de la marca **DIRECT-ELECTRO**.

Código	Descripción	P.V.P.
Negrita: producto en stock		
DE FI63, protección diferencial clase A, inmunizado		
DE FI63-2-30-63	DE FI63 63 A, 30 mA, 2 polos	27,03 €
DE FI63-2-100-63	DE FI63 63 A, 100 mA, 2 polos	36,04 €
DE FI63-2-300-63	DE FI63 63 A, 300 mA, 2 polos	27,03 €
DE FI63-4-30-63	DE FI63 63 A, 30 mA, 4 polos	35,15 €
DE FI63-4-100-63	DE FI63 63 A, 100 mA, 4 polos	46,87 €
DE FI63-4-300-63	DE FI63 63 A, 300 mA, 4 polos	35,15 €
Nota:		
El interruptor diferencial de 63A es adecuado y permitido para instalaciones de 25A y de 40A		

Tabla 36

Con lo cual para una correcta protección de las derivaciones serán necesarios:

- **147 IDs del modelo DE FI63-2-30-63. (2 polos).**
- **1 ID del modelo DE FI63-430-63. (4 polos).**

Magnetotérmico o Pequeño Interruptor Automático (PIA) por circuito:

El calibre mínimo del interruptor será de 10 A, y dependerá principalmente de a que se dedique el circuito interior que se le ha asignado proteger. En la siguiente tabla se pueden observar los diferentes calibres de PIAs disponibles.

	Código	Descripción	P.V.P.
	Negrita: producto en stock		
	Magnetotérmicos DE LS63 C - 1 polo		
	DE LS63 C-1P-1	C 1A, 1 polo, 1 módulo, 10kA	4,05 €
	DE LS63 C-1P-2	C 2A, 1 polo, 1 módulo, 10kA	4,05 €
	DE LS63 C-1P-3	C 3A, 1 polo, 1 módulo, 10kA	4,05 €
	DE LS63 C-1P-4	C 4A, 1 polo, 1 módulo, 10kA	4,05 €
	DE LS63 C-1P-6	C 6A, 1 polo, 1 módulo, 10kA	4,05 €
	DE LS63 C-1P-10	C 10A, 1 polo, 1 módulo, 10kA	4,05 €
	DE LS63 C-1P-16	C 16A, 1 polo, 1 módulo, 10kA	4,05 €
	DE LS63 C-1P-20	C 20A, 1 polo, 1 módulo, 10kA	4,05 €
	DE LS63 C-1P-25	C 25A, 1 polo, 1 módulo, 10kA	4,05 €
	DE LS63 C-1P-32	C 32A, 1 polo, 1 módulo, 10kA	4,05 €
	DE LS63 C-1P-40	C 40A, 1 polo, 1 módulo, 10kA	4,05 €
	DE LS63 C-1P-50	C 50A, 1 polo, 1 módulo, 10kA	4,05 €
	DE LS63 C-1P-63	C 63A, 1 polo, 1 módulo, 10kA	4,05 €

Tabla 37

En cuanto a los PIAs asociados a cada circuito de cada derivación individual, únicamente podemos diseñar los correspondientes a las **viviendas**. Con lo que los circuitos interiores de las derivaciones individuales que no sean de viviendas, deberán ser diseñados posteriormente en función de las necesidades de consumo.

Por lo tanto, centrándose en las viviendas, dependiendo de su grado de electrificación se tiene un número de circuitos determinado y se conoce la intensidad asignada a cada PIA. Todo esto viene recogido en la **ITC-BT-25**, en la cual aparecen unas tablas que definen cada circuito interior.

A continuación, se adjuntarán dos tablas en las cuales se muestra para cada grado de electrificación, los circuitos que conforman la instalación interior de la vivienda y el calibre de los PIAs que protegen cada uno de estos.

Grado de electrificación básico:

Circuito interior	Calibre PIA (A)
C1 Iluminación	10
C2 Tomas de uso general	16
C3 Cocina y horno	25
C4 Lavadora y termo eléctrico	20
C5 Baño y cocina	16

Tabla 38

Grado de electrificación elevado:

Circuito interior	Calibre PIA (A)
C1 Iluminación	10
C2 Tomas de uso general	16
C3 Cocina y horno	25
C4 Lavadora y termo eléctrico	20
C5 Baño y cocina	16
C8 Calefacción	25
C9 Aire acondicionado	25
C10 Secadora	16
C11 Automatización	10

Tabla 39

Dispositivo de protección contra sobretensión:

En este caso se ha decidido instalar protección contra sobretensiones en viviendas y locales únicamente. En la siguiente tabla se describen los modelos disponibles y sus características:

	Código	Descripción	P.V.P.
	Negrita: producto en stock		
	DE PS, protectores sobretensión		
	DE PS 5	Protector sobretension 5kA, protección 1kV, 1 P	12,13 €
	DE PS 20	Protector sobretension 20kA, protección 1,5kV, 1 P	14,53 €
	DE PS 40	Protector sobretension 40 kA, protección 2,3 kV, 1 P	23,47 €

Tabla 40

Para evitar disparos intempestivos de los interruptores diferenciales en caso de actuación del dispositivo de protección contra sobretensiones, dicho dispositivo debe instalarse aguas arriba del interruptor diferencial (entre el interruptor general y el propio interruptor diferencial), salvo si el interruptor diferencial es selectivo.

DOCUMENTO N°2: PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

ÍNDICE:

	Página
1. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN	81
2. CARACTERÍSTICAS DE LA EMPRESA INSTALADORA	81
3. CALIDAD DE LOS MATERIALES	82
3.1. CONDUCTORES	82
3.2. CANALIZACIONES	83
3.3. CAJAS DE EMPALME Y DERIVACIÓN	86
3.4. APARATOS DE PROTECCIÓN, MANDO Y MANIOBRA	86
3.5. LUMINARIAS	89
3.6. MOTORES	90
4. PUESTA A TIERRA	91
5. REVISIONES Y PRUEBAS AL FINALIZAR LA OBRA	92
6. INSPECCIONES PERIÓDICAS REGLAMENTARIAS	93
7. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD	93
8. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN	94
9. LIBRO DE ÓRDENES	94

DOCUMENTO Nº2: PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS.

1. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN.

La instalación cumplirá con todos los artículos e Instrucciones Técnicas Complementarias contenidos en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) que le sean aplicables.

Los equipos y materiales cumplirán en cuanto a su fabricación y ensayos, con la última edición de la norma UNE (Una Norma Española) publicada por AENOR (Asociación Española de Normalización), referente al equipo o material especificado. A falta de norma UNE para un equipo concreto se aplicará la norma europea más exigente.

Como condicionante en materia de seguridad en el trabajo se cumplirá:

- Siempre que se vaya a intervenir en una instalación eléctrica, tanto en la ejecución de la misma como en su mantenimiento, los trabajos se realizarán sin tensión, asegurándonos la inexistencia de ésta mediante los correspondientes aparatos de medición y comprobación.
- En el lugar de trabajo se encontrarán siempre un mínimo de dos operarios.
- Las herramientas estarán aisladas, presentando el grado de protección adecuado y se utilizarán guantes aislantes cuando el caso lo requiera.
- Cuando sea preciso emplear o utilizar aparatos o herramientas eléctricas, estos estarán dotados del grado de aislamiento II o estarán alimentados a tensión inferior a 50 voltios, mediante transformador de seguridad.

No obstante, serán de aplicación todas las disposiciones generales de la Ordenanza Laboral de Seguridad e Higiene en el trabajo.

2. CARACTERÍSTICAS DE LA EMPRESA INSTALADORA.

La empresa instaladora deberá cumplir todos los requisitos de la normativa oficial vigente, la cual se encuentra reflejada en la **ITC-BT-03** del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, para la instalación que se proyecta.

3. CALIDAD DE LOS MATERIALES.

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el REBT y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y estructuras de construcción. Serán del tipo que se fija en el proyecto, pudiendo sustituirse por otros de denominación distinta siempre que sus características técnicas se ajusten al tipo exigido.

Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro material que no haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección Técnica, siendo rechazado aquel que no reúna las condiciones exigidas para la correcta realización de la instalación.

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto de instalación eléctrica de baja tensión, se ejecutarán adecuadamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa

3.1. CONDUCTORES.

Los conductores y cables que se empleen en las instalaciones serán de cobre o aluminio y serán siempre aislados. La tensión asignada no será inferior a 450/750 V. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea menor del 3 % para alumbrado y del 5 % para los demás usos.

El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior (3-5 %) y la de la derivación individual (0,5 %), de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas.

Las intensidades máximas admisibles, se regirán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE 20.460-5-523 y su anexo Nacional.

Los conductores utilizados se regirán por las especificaciones del proyecto, según se indica en la Memoria Descriptiva, Planos y Mediciones del Presupuesto.

Los cables eléctricos a utilizar en las instalaciones de tipo general y en el conexionado interior de los cuadros, serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, (cables con características equivalentes a las normas UNE 21.123 parte 4 ó 5; o a la norma UNE 21.1002).

Los cables eléctricos destinados a circuitos de servicio de seguridad con fuentes autónomas centralizadas, deben mantener el servicio durante y después del incendio conforme a las especificaciones de la norma UNE 50.200.

Los conductores de cobre electrolítico se fabricarán de calidad y resistencia mecánica uniforme. Irán provistos de baño de recubrimiento de estaño, que deberá resistir la siguiente prueba:

A una muestra limpia y seca de hilo estañado se le da la forma de círculo de diámetro equivalente a 20 o 30 veces el diámetro del hilo, a continuación de lo cual se sumerge durante un minuto en una solución de ácido hidrocloreídrico a una temperatura de 20°C. Esta operación se efectuará dos veces, después de lo cual no deberán apreciarse puntos negros en el hilo. La capacidad mínima del aislamiento de los conductores será de 500 V.

Los conductores de sección igual o superior a 6 mm² deberán estar constituidos por cable obtenido por trenzado de hilo de cobre del diámetro correspondiente a la sección del conductor de que se trate.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos.

Cuando exista conductor neutro en la instalación se identificará éste por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

3.2. CANALIZACIONES.

Conductores aislados en el interior de la construcción.

Los cables o tubos podrán instalarse directamente en los huecos de la construcción con la condición de que sean no propagadores de llama.

Los huecos en la construcción admisibles para estas canalizaciones podrán estar dispuestos en muros, paredes, vigas, forjados o techos, adoptando la forma de conductos continuos o bien estarán comprendidos entre dos superficies paralelas como en el caso de falsos techos o muros con cámaras de aire.

La sección de los huecos será, como mínimo, igual a cuatro veces la ocupada por los cables o tubos, y su dimensión más pequeña no será inferior a dos veces el diámetro exterior de mayor sección de éstos, con un mínimo de 20 milímetros.

Las paredes que separen un hueco que contenga canalizaciones eléctricas de los locales inmediatos, tendrán suficiente solidez para proteger éstas contra acciones previsibles.

Se evitarán, dentro de lo posible, las asperezas en el interior de los huecos y los cambios de dirección de los mismos en un número elevado o de pequeño radio de curvatura.

La canalización podrá ser reconocida y conservada sin que sea necesaria la destrucción parcial de las paredes, techos, etc., o sus guarnecidos y decoraciones.

Los empalmes y derivaciones de los cables serán accesibles, disponiéndose para ellos las cajas de derivación adecuadas.

Se evitará que puedan producirse infiltraciones, fugas o condensaciones de agua que puedan penetrar en el interior del hueco, prestando especial atención a la impermeabilidad de sus muros exteriores, así como a la proximidad de tuberías de conducción de líquidos, penetración de agua al efectuar la limpieza de suelos, posibilidad de acumulación de aquella en partes bajas del hueco, etc

En la siguiente tabla se mostrarán las características mínimas para tubos en canalizaciones empotradas ordinarias en obra de fábrica (paredes, techos y falsos techos), huecos de la construcción y canales protectoras de obra.

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

Tabla 41

Conductores aislados en la superficie de la construcción.

Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo de 0,50 metros.

Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.

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

Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

En la siguiente tabla se mostrarán las características mínimas para tubos en canalizaciones superficiales ordinarias fijas.

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

Tabla 42

3.3. CAJAS DE EMPALME Y DERIVACIÓN.

Las cajas tendrán un cierre hermético con la tapa atornillada y sus dimensiones serán tales que se adapten holgadamente al tipo de cable o conductor que se emplee. Dichas estarán provistas de varias entradas troqueladas a ciegas en tamaños concéntricos, para poder disponer en la misma entrada agujeros de diferentes diámetros.

La fijación a techo pared será como mínimo de dos puntos de fijación, se realizará mediante tornillos de acero, para los cual deberán practicarse taladros en el fondo de las mismas. Deberán utilizarse arandelas de nylon en tornillos para conseguir una buena estanqueidad.

Las conexiones de los conductores se ejecutarán en las cajas y mediante bornes, no pudiendo conectarse más de cuatro hilos en cada borne.

3.4. APARATOS DE PROTECCIÓN, MANDO Y MANIOBRA.

Cuadros eléctricos.

Los cuadros eléctricos, serán nuevos y se entregarán en obra sin ningún defecto. Estarán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

Cada circuito en salida de cuadro estará protegido contra las sobrecargas y cortocircuitos. La protección contra corrientes de defecto hacia tierra se hará por circuito o grupo de circuitos según se indica en el proyecto, mediante el empleo de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada, según **ITC-BT-24**.

Los cuadros serán adecuados para trabajo en servicio continuo. Las variaciones máximas admitidas de tensión y frecuencia serán del + 5 % sobre el valor nominal.

Los cuadros serán diseñados para servicio interior, completamente estanco al polvo y la humedad, estarán constituidos por una estructura metálica de perfiles laminados en frío, adecuada para el montaje sobre el suelo, y paneles de cerramiento de chapa de acero de fuerte espesor, o de cualquier otro material que sea mecánicamente resistente y no inflamable.

Las puertas estarán provistas con una junta de estanqueidad de neopreno o material similar, para evitar la entrada de polvo. Y todos los cables se instalarán dentro de canaletas provistas de tapa desmontable. Los cables de fuerza irán en canaletas distintas en todo su recorrido de las canaletas para los cables de mando y control.

Los aparatos se montarán dejando entre ellos y las partes adyacentes de otros elementos una distancia mínima igual a la recomendada por el fabricante de los aparatos, en cualquier caso nunca inferior a la cuarta parte de la dimensión del aparato en la dirección considerada.

Las dimensiones de los cuadros en cuanto a altura, profundidad y anchura, será la necesaria para la colocación de los componentes e igual a un múltiplo entero del módulo del fabricante. Todos los componentes interiores, aparatos y cables, serán accesibles desde el exterior por el frente.

El cableado interior de los cuadros se llevará hasta una regleta de bornes situada junto a las entradas de los cables desde el exterior. Las partes metálicas de la envoltura del cuadro se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos manos de pintura anticorrosiva.

La construcción y diseño de los cuadros deberá proporcionar seguridad al personal y garantizar un perfecto funcionamiento bajo todas las condiciones de servicio, y en particular:

- Los compartimentos que hayan de ser accesibles para accionamiento o mantenimiento estando los cuadros en servicio no tendrán piezas en tensión al descubierto.
- Los cuadros y todos sus componentes serán capaces de soportar las corrientes de cortocircuito (kA) según especificaciones reseñadas en planos y mediciones.

Fusibles.

Los fusibles serán de alta capacidad de ruptura, limitadores de corriente y de acción lenta cuando vayan instalados en circuitos de protección de motores.

Los fusibles de protección de circuitos de control o de consumidores óhmicos serán de alta capacidad ruptura y de acción rápida.

Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán contruidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

No serán admisibles elementos en los que la reposición del fusible pueda suponer un peligro de accidente. Estará montado sobre una empuñadura que pueda ser retirada fácilmente de la base.

Interruptores automáticos.

Los interruptores automáticos serán del tipo y denominación que se fijan en el proyecto.

Se situarán en el origen de la instalación y lo más cerca posible del punto de alimentación a la misma, se colocará el cuadro general de mando y protección, en el que se dispondrá un interruptor general de corte omnipolar, así como dispositivos de protección contra sobreintensidades de cada uno de los circuitos que parten de dicho cuadro.

La protección contra sobreintensidades para todos los conductores (fases y neutro) de cada circuito se hará con interruptores magnetotérmicos o automáticos de corte omnipolar, con curva térmica de corte para la protección a sobrecargas y sistema de corte electromagnético para la protección a cortocircuitos.

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución o tipo de conductores utilizados.

No obstante, no se exige instalar dispositivos de protección en el origen de un circuito en que se presente una disminución de la intensidad admisible en el mismo, cuando su protección quede asegurada por otro dispositivo instalado anteriormente.

Los interruptores serán de ruptura al aire y de disparo libre y tendrán un indicador de posición. El accionamiento será directo por polos con mecanismos de cierre por energía acumulada. El accionamiento será manual o manual y eléctrico, según se indique en el esquema o sea necesario por necesidades de automatismo. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominal de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión.

El interruptor de entrada al cuadro, de corte omnipolar, será selectivo con los interruptores situados aguas abajo, tras él. Y los dispositivos de protección de los interruptores serán relés de acción directa.

Interruptores diferenciales.

Los interruptores diferenciales, serán del tipo y denominación que se fijan en el proyecto.

La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación". Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

Mecanismos y Tomas de corriente.

Los interruptores y conmutadores cortarán la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia. Serán del tipo cerrado y de material aislante. Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder de 65°C en ninguna de sus piezas. Su construcción será tal que permita realizar un número total de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo. Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1.000 voltios.

Las tomas de corriente serán de material aislante, llevarán marcadas su intensidad y tensión nominales de trabajo y dispondrán, como norma general, todas ellas de puesta a tierra.

Todos ellos irán instalados en el interior de cajas empotradas en los paramentos, de forma que al exterior sólo podrá aparecer el mando totalmente aislado y la tapa embellecedora. En el caso en que existan dos mecanismos juntos, ambos se alojarán en la misma caja, la cual deberá estar dimensionada suficientemente para evitar falsos contactos.

3.5. LUMINARIAS.

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE 60598.

La masa de las luminarias suspendidas excepcionalmente de cables flexibles no debe exceder de 5 kg. Los conductores, que deben ser capaces de soportar este peso, no deben presentar empalmes intermedios y el esfuerzo deberá realizarse sobre un elemento distinto del borne de conexión.

Las partes metálicas accesibles de las luminarias que no sean de Clase II o Clase III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra, que irá conectado de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

El uso de lámparas de gases con descargas a alta tensión se permitirá cuando su ubicación esté fuera del volumen de accesibilidad o cuando se instalen barreras o envolventes separadoras.

En instalaciones de iluminación con lámparas de descarga realizadas en locales en los que funcionen máquinas con movimiento alternativo o rotatorio rápido, se deberán tomar las medidas necesarias para evitar la posibilidad de accidentes causados por ilusión óptica originada por el efecto estroboscópico.

Los circuitos de alimentación estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque. Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase. Será aceptable un coeficiente diferente para el cálculo de la sección de los conductores, siempre y cuando el factor de potencia de cada receptor sea mayor o igual a 0,9 y si se conoce la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas y las corrientes de arranque, que tanto éstas como aquéllos puedan producir. En este caso, el coeficiente será el que resulte.

Las luminarias de tubos fluorescentes se ajustarán en cuanto a su composición, montaje, señalización, rendimiento y ensayos a lo especificado en la Norma UNE 20.346.

Además en las luminarias de tubos fluorescentes, cada componente deberá cumplir las siguientes normas en la totalidad de sus partes y complementos vigentes:

- Reactancia: Norma UNE 20.152.
- Casquillos: Norma UNE 20.057.
- Condensadores: Norma UNE 20.152.
- Cebadores: Norma UNE 20.393.
- Portacebadores: Norma UNE 20.394.
- Tubos: Norma UNE 20.064.
- Cable: Norma UNE 21.031.

3.6. MOTORES.

Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. Los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de estas.

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor. Los conductores de conexión que alimentan a varios motores, deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases. En el caso de motores con arrancador estrella-triángulo, se asegurará la protección, tanto para la conexión en estrella como en triángulo.

La clase de protección se determina en las normas UNE 20.324 y DIN 40.050. Todos los motores deberán tener la clase de protección IP 44 (protección contra contactos accidentales con herramienta y contra la penetración de cuerpos sólidos con diámetro mayor de 1 mm, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección), excepto para instalación a la intemperie o en ambiente húmedo o polvoriento y dentro de unidades de tratamiento de aire, donde se usarán motores con clase de protección IP 54 (protección total contra contactos involuntarios de cualquier clase, protección contra depósitos de polvo, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección).

Los motores con protecciones IP 44 e IP 54 son completamente cerrados y con refrigeración de superficie. Y los motores podrán admitir desviaciones de la tensión nominal de alimentación comprendidas entre el 5 % en más o menos.

4. PUESTA A TIERRA.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de sollicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

Para la toma de 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.

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

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

5. REVISIONES Y PRUEBAS AL FINALIZAR LA OBRA.

Al término de la ejecución de la instalación, y previo a su puesta en servicio, el instalador realizará las verificaciones y ensayos reglamentarios, así como todos los que determine la Dirección de Obra. Las instalaciones eléctricas en baja tensión de especial relevancia, deberán ser objeto de inspección por un Organismo de Control. En este caso la instalación necesitará la inspección de dicho Organismo de Control.

Independientemente de las pruebas de aislamiento que se especifican en las Reglamentaciones vigentes y las que prescriban los Organismos Competentes al efecto, la Dirección de Obra se reserva el derecho a realizar las pruebas que estime oportunas, tanto en los receptores como en la instalación, a fin de asegurar que los materiales instalados correspondan exactamente a los especificados en el proyecto, o, cuando menos, a los aprobados posteriormente por la Dirección de Obra.

Incluso podrá exigir que se descubran tubos empotrados o que se saquen conductores ya introducidos en los tubos, a fin de efectuar su comprobación.

Se comprobará el buen funcionamiento de todos los puntos de luz, enchufes, sistemas, etc., de manera que se cumplan las condiciones del proyecto.

6. INSPECCIONES PERIÓDICAS REGLAMENTARIAS.

La instalación eléctrica de baja tensión objeto de estudio deberá ser inspeccionada por un Organismo de Control Autorizado de forma inicial y periódica cada 5 años a fin de asegurar, en la medida de lo posible, el cumplimiento reglamentario a lo largo de la vida de dichas instalaciones.

La instalación de puesta a tierra será comprobada por personal técnicamente competente, al menos anualmente, en la época en la que el terreno esté más seco y se repararán con carácter urgente los defectos que se encuentren.

Las comprobaciones de mantenimiento a realizar por la empresa mantenedora se efectuarán al menos, una vez cada seis meses, sin perjuicio de las que proceda realizar con ocasión de subsanación de anomalías encontradas u otros motivos justificados.

7. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.

El titular será responsable de mantener la instalación en correcto funcionamiento, para ello, deberá requerir los servicios de una Empresa Mantenedora, tanto para comprobaciones, como para cualquier reparación o modificación.

Cuando sea necesario intervenir nuevamente en la instalación, bien sea por causa de averías o para efectuar modificaciones en la misma, deberán tenerse en cuenta todas las especificaciones reseñadas en los apartados de ejecución, control y seguridad, en la misma forma que si se tratara de una instalación nueva. Se aprovechará la ocasión para comprobar el estado general de la instalación, sustituyendo o reparando aquellos elementos que lo precisen, utilizando materiales de características similares a los reemplazados.

En general, basándonos en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y las especificaciones de las normas NTE, se cumplirán, entre otras, las siguientes condiciones de seguridad:

- Serán bloqueados en posición de apertura, si es posible, cada uno de los aparatos de protección, seccionamiento y maniobra, colocando en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo.
- No se restablecerá el servicio al finalizar los trabajos antes de haber comprobado que no exista peligro alguno.
- En general, mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos a tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal o artículos inflamables; llevarán las herramientas o equipos en bolsas y utilizarán calzado aislante, al menos, sin herrajes ni clavos en las suelas.

8. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.

Como resultado de la inspección por parte del Organismo de Control, este emitirá un Certificado de Inspección, en el cual figurarán los datos de identificación de la instalación y la posible relación de defectos, con su clasificación y la calificación de la instalación.

El Director Técnico de la obra, podrá exigir cuando lo crea oportuno, los certificados de Idoneidad Técnica, de los productos elaborados en fábrica, expedido por el organismo competente.

El Director Técnico de la obra, deberá velar por el cumplimiento de las especificaciones del proyecto y el cumplimiento de la normativa vigente, tanto en cuanto a la calidad de los materiales, como en cuanto a los métodos de ejecución de las instalaciones, de modo que a la finalización de las mismas, se hallen en adecuadas condiciones de recepción, cumpliendo, por consiguiente, las garantías adecuadas de seguridad que establecen las leyes.

Este control previo no constituye su recepción definitiva, pudiendo ser rechazada por el Director de Obra aún después de ser colocados, si no cumplieren con las condiciones exigidas en este Pliego de Condiciones, debiendo ser reemplazados por la Contrata por otros que cumplan las calidades exigidas.

Mediante la emisión de la certificación de dirección y terminación de obra, el Director Técnico quedará responsabilizado del cumplimiento, en el momento de la recepción, de los extremos anteriormente indicados.

La empresa instaladora correspondiente, emitirá al finalizar la instalación y ensayos reglamentarios el certificado de instalación, quedando como responsables subsidiarios de las instalaciones por causas tales como vicios ocultos, modificaciones no comunicadas y difícilmente observables, etc.

9. LIBRO DE ÓRDENES.

Durante la ejecución de la presente instalación existirá un Libro de Órdenes de uso por parte de la Dirección de Obra, que permanecerá en el lugar de la instalación hasta que esta acabe.

En él se efectuarán cuantas anotaciones, cambios o modificaciones que estime oportuno el Técnico Director de la Obra.

Su custodia será responsabilidad del Instalador que realice la instalación, quien lo mantendrá en perfectas condiciones, junto a un ejemplar del proyecto referido a la instalación.

DOCUMENTO N°3: PRESUPUESTO

ÍNDICE:

	Página
1. PRESUPUESTO DE LA INSTALACIÓN GENERAL	96
1.1. DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA	96
1.2. COMPOSICIÓN DE LA UNIDADES DE OBRA	101
1.3. MEDICIONES	109
1.4. PRESUPUESTOS PARCIALES	113
1.5. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (PEM)	115
1.6. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	115
2. PRESUPUESTO DE CIRCUITOS INTERIORES VIVIENDA	116
3. PRESUPUESTO TOTAL DEL PROYECTO	119

DOCUMENTO N°3: PRESUPUESTO.

En el apartado 1 se desarrollará el presupuesto general, el cual engloba todos los recursos necesarios para llevar a cabo la instalación eléctrica en baja tensión desde la acometida hasta los cuadros generales de mando y protección de cada vivienda, local o garajes.

Por otra parte, en el apartado 2 se realizará por separado el presupuesto correspondiente a la instalación de los circuitos interiores de los dos tipos de viviendas, tanto para el caso de electrificación básica como elevada.

1. PRESUPUESTO DE LA INSTALACIÓN GENERAL.

1.1. DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.

En este apartado se van a describir detalladamente cada una de las unidades de obra que conforman el presupuesto general de la instalación eléctrica en baja tensión del edificio objeto del presente proyecto.

- **Capítulo 1: Conexión entre Centro de Transformación y Edificio.**

Unidad de Obra 1: **Línea de Acometida (m).**

- Suministro y tendido de línea subterránea de baja tensión para distribución pública compuesta por 4 cables unipolares con aislamiento de polietileno reticulado 0,6/1 kV; con cubierta de PVC y conductor de aluminio de 3 x 300 + 1 x 150 mm² de sección, sobre fondo de zanja directamente enterrada, incluyendo la mano de obra.

Unidad de Obra 2: **Caja General de Protección (ud).**

- CGP con esquema tipo 10 para instalación en interior de nicho de obra y con doble aislamiento, incluyendo las bases y fusibles de protección de 400 A; autoextinguible y autoventilada para red trifásica, e incluida su instalación y puesta en marcha.

- **Capítulo 2: Líneas Generales de Alimentación.**

Unidad de Obra 3: **LGA de 150 mm² de sección (m).**

- Línea general de alimentación instalada con conductores de cobre con aislamiento de XLPE 0,6/1 kV; 3 conductores de fase de 150 mm² de sección y un conductor neutro de la misma sección, en bandeja metálica perforada, y totalmente instalada, conectada y en correcto funcionamiento.

Unidad de Obra 4: **LGA de 185 mm² de sección (m).**

- Línea general de alimentación instalada con conductores de cobre con aislamiento de XLPE 0,6/1 kV; 3 conductores de fase de 185 mm² de sección y un conductor neutro de la misma sección, en bandeja metálica perforada, y totalmente instalada, conectada y en correcto funcionamiento.

- **Capítulo 3: Centralizaciones de Contadores.**

Unidad de Obra 5: **Centralización de Contadores para Viviendas (ud).**

- Centralización modular de contadores eléctricos para edificios de viviendas, formada por: interruptor general de maniobra de 400 A, unidad funcional de medida, columna para 10 contadores monofásicos, módulo de embarrado, módulo de fusibles y módulo de bornes de salida con barra de puesta a tierra; se incluye la colocación, conexión y puesta en funcionamiento.

Unidad de Obra 6: **Centralización de Contadores para Locales (ud).**

- Centralización modular de contadores eléctricos para edificios de viviendas, formada por: interruptor general de maniobra de 400 A, unidad funcional de medida, columna para 5 contadores monofásicos, módulo de embarrado, módulo de fusibles y módulo de bornes de salida con barra de puesta a tierra; se incluye la colocación, conexión y puesta en funcionamiento.

Unidad de Obra 7: **Centralización de Contadores para Garajes (ud).**

- Centralización modular de contadores eléctricos para edificios de viviendas, formada por: interruptor general de maniobra de 400 A, unidad funcional de medida, columna para 1 contador trifásico, módulo de embarrado, módulo de fusibles y módulo de bornes de salida con barra de puesta a tierra; se incluye la colocación, conexión y puesta en funcionamiento.

- **Capítulo 4: Derivaciones Individuales.**

Unidad de Obra 8: **DI monofásica de 10 mm² de sección (m).**

- Derivación individual monofásica instalada con cable de cobre y aislamiento de XLPE, formada por fase + neutro + tierra de 10 mm² de sección, aislado bajo tubo flexible corrugado doble capa de PVC; incluyendo instalación, conexión y puesta en marcha.

Unidad de Obra 9: **DI monofásica de 16 mm² de sección (m).**

- Derivación individual monofásica instalada con cable de cobre y aislamiento de XLPE, formada por fase + neutro + tierra de 16 mm² de sección, aislado bajo tubo flexible corrugado doble capa de PVC; incluyendo instalación, conexión y puesta en marcha.

Unidad de Obra 10: **DI trifásica de 16 mm² de sección (m).**

- Derivación individual trifásica instalada con cable de cobre y aislamiento de XLPE, formada por 3 fases + neutro + tierra de 16 mm² de sección, aislado bajo tubo flexible corrugado doble capa de PVC; incluyendo instalación, conexión y puesta en marcha.

Unidad de Obra 11: **DI monofásica de 25 mm² de sección (m).**

- Derivación individual monofásica instalada con cable de cobre y aislamiento de XLPE, formada por fase + neutro + tierra de 25 mm² de sección, aislado bajo tubo flexible corrugado doble capa de PVC; incluyendo instalación, conexión y puesta en marcha.

Unidad de Obra 12: **DI monofásica de 35 mm² de sección (m).**

- Derivación individual monofásica instalada con cable de cobre y aislamiento de XLPE, formada por fase + neutro + tierra de 35 mm² de sección, aislado bajo tubo flexible corrugado doble capa de PVC; incluyendo instalación, conexión y puesta en marcha.

Unidad de Obra 13: **DI monofásica de 50 mm² de sección (m).**

- Derivación individual monofásica instalada con cable de cobre y aislamiento de XLPE, formada por fase + neutro + tierra de 50 mm² de sección, aislado bajo tubo flexible corrugado doble capa de PVC; incluyendo instalación, conexión y puesta en marcha.

Unidad de Obra 14: **DI monofásica de 70 mm² de sección (m).**

- Derivación individual monofásica instalada con cable de cobre y aislamiento de XLPE, formada por fase + neutro + tierra de 70 mm² de sección, aislado bajo tubo flexible corrugado doble capa de PVC; incluyendo instalación, conexión y puesta en marcha.

Unidad de Obra 15: **DI monofásica de 95 mm² de sección (m).**

- Derivación individual monofásica instalada con cable de cobre y aislamiento de XLPE, formada por fase + neutro + tierra de 95 mm² de sección, aislado bajo tubo flexible corrugado doble capa de PVC; incluyendo instalación, conexión y puesta en marcha.

Unidad de Obra 16: **DI trifásica de 120 mm² de sección (m).**

- Derivación individual trifásica instalada con cable de cobre y aislamiento de XLPE, formada por 3 fases + neutro + tierra de 120 mm² de sección, aislado bajo tubo flexible corrugado doble capa de PVC; incluyendo instalación, conexión y puesta en marcha.

- **Capítulo 5: Cuadros Generales de Mando y Protección.**

Unidad de Obra 17: **Cuadro General de Mando y Protección para Vivienda con electrificación básica (ud).**

- Instalación monofásica de cuadro general de mando y protección para vivienda con GEB formado por caja empotrable para alojamiento de ICP más las protecciones: Interruptor General Automático (IGA), Interruptor Diferencial (ID), protección contra sobretensiones y PIAs para cada uno de los circuitos interiores de la vivienda. Incluyendo accesorios, montaje, conexión y ayudas de albañilería.

Unidad de Obra 18: **Cuadro General de Mando y Protección para Vivienda con electrificación elevada (ud).**

- Instalación monofásica de cuadro general de mando y protección para vivienda con GEE formado por caja empotrable para alojamiento de ICP más las protecciones: Interruptor General Automático (IGA), Interruptor Diferencial (ID), protección contra sobretensiones y PIAs para cada uno de los circuitos interiores de la vivienda. Incluyendo accesorios, montaje, conexión y ayudas de albañilería.

Unidad de Obra 19: **Cuadro General de Mando y Protección para Local (ud).**

- Instalación monofásica de cuadro general de mando y protección para local, formado por caja empotrable para alojamiento de ICP más las protecciones: Interruptor General Automático (IGA), Interruptor Diferencial (ID), protección contra sobretensiones y PIAs para cada uno de los circuitos interiores del local. Incluyendo accesorios, montaje, conexión y ayudas de albañilería.

Unidad de Obra 20: **Cuadro General de Mando y Protección para Garaje (ud).**

- Instalación trifásica de cuadro general de mando y protección para garaje con ventilación forzada, formado por caja empotrable para alojamiento de ICP más las protecciones: Interruptor General Automático (IGA) e Interruptor Diferencial (ID). Incluyendo accesorios, montaje, conexión y ayudas de albañilería.

- **Capítulo 6: Red de Conexión a Tierra.**

Unidad de Obra 21: **Conductor de Puesta a Tierra (m).**

- Conducción de puesta a tierra enterrada a una profundidad mínima de 80 cm, instalada con conductor de cobre desnudo de 35 mm² de sección, incluyendo excavación y relleno.

Unidad de Obra 22: **Soldadura Aluminotérmica (ud).**

- Soldadura de alto punto de fusión entre el conductor de puesta a tierra y los conductores principales de protección, incluye la parte proporcional de utilización del molde de carbón, encendido, mano de obra y acabado total.

1.2. COMPOSICIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.

En este apartado se mostrarán los recursos empleados en cada una de las unidades de obra definidas, y además se detallarán los precios unitarios y rendimientos utilizados para el cálculo del **precio de cada unidad de obra**.

La información a utilizar respecto a los recursos necesarios para la realización de cada una de las unidades de obra se extraerá principalmente de la base de datos del Instituto Valenciano de la Edificación (IVE 2014). Y en cuanto a los precios de dichos recursos se emplearán tanto los obtenidos de catálogos en el Anexo de selección de apartamenta, como los que vienen referenciados en el IVE.

En la composición de cada unidad de obra, aparte de todos los recursos empleados en su formación, también se han de tener en cuenta unos **costes directos complementarios**. Para este caso se han cifrado en un 2 % de la suma de los importes de todos los recursos empleados en dicha unidad de obra. Estos costes engloban aquellos recursos que se utilicen para realizar la unidad de obra, para los cuales no se pueda determinar qué cantidad en concreto se ha empleado de ellos.

- **Capítulo 1: Conexión entre Centro de Transformación y Edificio.**

Unidad de Obra 1: **Línea de Acometida (metro).**

Descripción	Cantidad	Unidades	Precio(€)/ud.	Importe(€)
Oficial 1ª electricidad	0,1	h	15,34	1,53
Especialista electricidad	0,1	h	14,64	1,46
Cable Al rig. RV 0,6/1 kV 300 mm ²	3,15	m	3,57	11,24
Cable Al rig. RV 0,6/1 kV 150 mm ²	1,05	m	2,25	2,36
Costes Directos Complementarios	2	%	16,60	0,33
			Coste Total	16,93

Unidad de Obra 2: **Caja General de Protección (unidad).**

Descripción	Cantidad	Unidades	Precio(€)/ud.	Importe(€)
Oficial 1ª construcción	0,5	h	15,16	7,58
Peón ordinario construcción	1	h	14,26	14,26
Oficial 1ª electricidad	1	h	15,34	15,34
CGP esquema 10 int.400A	1	ud	208,15	208,15
Cable Cu flx. RV 0,6/1 kV 50 mm ²	3	m	3,17	9,50
Electrodo pica d.14,6mm lg.1,5m	1	ud	12,44	12,44
Puerta metálica galv. 1,20x0,70m	1	ud	97,29	97,29
Costes Directos Complementarios	2	%	364,57	7,29
			Coste Total	371,86

- **Capítulo 2: Líneas Generales de Alimentación.**

Unidad de Obra 3: **LGA de 150 mm² de sección (metro).**

Descripción	Cantidad	Unidades	Precio(€)/ud.	Importe(€)
Oficial 1ª construcción	0,1	h	15,16	1,52
Especialista electricidad	0,25	h	14,64	3,66
Cable Cu rig. RV 0,6/1 kV 150 mm ²	5,25	m	3,26	17,09
Bandeja metálica perforada	1,05	m	6,98	7,32
Costes Directos Complementarios	2	%	29,59	0,59
			Coste Total	30,19

Unidad de Obra 4: **LGA de 185 mm² de sección (metro).**

Descripción	Cantidad	Unidades	Precio(€)/ud.	Importe(€)
Oficial 1ª construcción	0,1	h	15,16	1,52
Especialista electricidad	0,25	h	14,64	3,66
Cable Cu rig. RV 0,6/1 kV 185 mm ²	5,25	m	4,43	23,27
Bandeja metálica perforada	1,05	m	6,98	7,32
Costes Directos Complementarios	2	%	35,77	0,72
			Coste Total	36,48

- **Capítulo 3: Centralizaciones de Contadores.**

Unidad de Obra 5: **Centralización de Contadores para Viviendas (unidad).**

Descripción	Cantidad	Unidades	Precio(€)/ud.	Importe(€)
Oficial 1ª electricidad	2	h	15,34	30,69
Especialista electricidad	2	h	14,64	29,28
Interruptor general 400A	1	ud	212,90	212,90
Unidad funcional de medida	10	ud	78,63	786,32
Módulo de embarrado	1	ud	90,61	90,61
Módulo de fusibles	1	ud	34,62	34,62
Módulo de bornes de salida	1	ud	77,28	77,28
Costes Directos Complementarios	2	%	1261,69	25,23
			Coste Total	1286,92

Unidad de Obra 6: **Centralización de Contadores para Locales (unidad).**

Descripción	Cantidad	Unidades	Precio(€)/ud.	Importe(€)
Oficial 1ª electricidad	1,5	h	15,34	23,02
Especialista electricidad	1,5	h	14,64	21,96
Interruptor general 400A	1	ud	212,90	212,90
Unidad funcional de medida	5	ud	78,63	393,16
Módulo de embarrado	1	ud	90,61	90,61
Módulo de fusibles	1	ud	34,62	34,62
Módulo de bornes de salida	1	ud	77,28	77,28
Costes Directos Complementarios	2	%	853,54	17,07
			Coste Total	870,61

Unidad de Obra 7: **Centralización de Contadores para Garajes (unidad).**

Descripción	Cantidad	Unidades	Precio(€)/ud.	Importe(€)
Oficial 1ª electricidad	1	h	15,34	15,34
Especialista electricidad	1	h	14,64	18,30
Interruptor general 400A	1	ud	212,90	266,12
Unidad funcional de medida	1	ud	84,40	105,50
Módulo de embarrado	1	ud	108,66	135,82
Módulo de fusibles	1	ud	46,89	58,61
Módulo de bornes de salida	1	ud	82,03	102,54
Costes Directos Complementarios	2	%	702,23	14,04
			Coste Total	716,28

- **Capítulo 4: Derivaciones Individuales.**

Unidad de Obra 8: **DI monofásica de 10 mm² de sección (metro).**

Descripción	Cantidad	Unidades	Precio(€)/ud.	Importe(€)
Oficial 1ª electricidad	0,3	h	15,34	4,60
Oficial 2ª construcción	0,1	h	14,57	1,46
Cable Cu flx. RV 0,6/1 kV 10 mm ²	4,2	m	0,49	2,05
Tubo flx. PVC 40 mm	1,05	m	0,92	0,97
Costes Directos Complementarios	2	%	9,08	0,18
			Coste Total	9,26

Unidad de Obra 9: **DI monofásica de 16 mm² de sección (metro).**

Descripción	Cantidad	Unidades	Precio(€)/ud.	Importe(€)
Oficial 1ª electricidad	0,3	h	15,34	4,60
Oficial 2ª construcción	0,1	h	14,57	1,46
Cable Cu flx. RV 0,6/1 kV 16 mm ²	4,2	m	0,82	3,46
Tubo flx. PVC 40 mm	1,05	m	0,92	0,97
Costes Directos Complementarios	2	%	10,49	0,21
			Coste Total	10,70

Unidad de Obra 10: **DI trifásica de 16 mm² de sección (metro).**

Descripción	Cantidad	Unidades	Precio(€)/ud.	Importe(€)
Oficial 1ª electricidad	0,3	h	15,34	4,60
Oficial 2ª construcción	0,1	h	14,57	1,46
Cable Cu flx. RV 0,6/1 kV 16 mm ²	6,3	m	0,82	5,19
Tubo flx. PVC 40 mm	1,05	m	0,92	0,97
Costes Directos Complementarios	2	%	12,22	0,24
			Coste Total	12,46

Unidad de Obra 11: **DI monofásica de 25 mm² de sección (metro).**

Descripción	Cantidad	Unidades	Precio(€)/ud.	Importe(€)
Oficial 1ª electricidad	0,3	h	15,34	4,60
Oficial 2ª construcción	0,1	h	14,57	1,46
Cable Cu flx. RV 0,6/1 kV 25 mm ²	4,2	m	1,29	5,41
Tubo flx. PVC 40 mm	1,05	m	0,92	0,97
Costes Directos Complementarios	2	%	12,44	0,25
			Coste Total	12,68

Unidad de Obra 12: **DI monofásica de 35 mm² de sección (metro).**

Descripción	Cantidad	Unidades	Precio(€)/ud.	Importe(€)
Oficial 1ª electricidad	0,3	h	15,34	4,60
Oficial 2ª construcción	0,1	h	14,57	1,46
Cable Cu flx. RV 0,6/1 kV 35 mm ²	4,2	m	1,54	6,45
Tubo flx. PVC 40 mm	1,05	m	0,92	0,97
Costes Directos Complementarios	2	%	13,48	0,27
			Coste Total	13,75

Unidad de Obra 13: **DI monofásica de 50 mm² de sección (metro).**

Descripción	Cantidad	Unidades	Precio(€)/ud.	Importe(€)
Oficial 1ª electricidad	0,3	h	15,34	4,60
Oficial 2ª construcción	0,1	h	14,57	1,46
Cable Cu flx. RV 0,6/1 kV 50 mm ²	4,2	m	1,88	7,90
Tubo flx. PVC 40 mm	1,05	m	0,92	0,97
Costes Directos Complementarios	2	%	14,92	0,30
			Coste Total	15,22

Unidad de Obra 14: **DI monofásica de 70 mm² de sección (metro).**

Descripción	Cantidad	Unidades	Precio(€)/ud.	Importe(€)
Oficial 1ª electricidad	0,3	h	15,34	4,60
Oficial 2ª construcción	0,1	h	14,57	1,46
Cable Cu flx. RV 0,6/1 kV 70 mm ²	4,2	m	2,33	9,78
Tubo flx. PVC 40 mm	1,05	m	0,92	0,97
Costes Directos Complementarios	2	%	16,80	0,34
			Coste Total	17,14

Unidad de Obra 15: **DI monofásica de 95 mm² de sección (metro).**

Descripción	Cantidad	Unidades	Precio(€)/ud.	Importe(€)
Oficial 1ª electricidad	0,3	h	15,34	4,60
Oficial 2ª construcción	0,1	h	14,57	1,46
Cable Cu flx. RV 0,6/1 kV 95 mm ²	4,2	m	2,76	11,59
Tubo flx. PVC 40 mm	1,05	m	0,92	0,97
Costes Directos Complementarios	2	%	18,62	0,37
			Coste Total	18,99

Unidad de Obra 16: **DI trifásica de 120 mm² de sección (metro).**

Descripción	Cantidad	Unidades	Precio(€)/ud.	Importe(€)
Oficial 1ª electricidad	0,3	h	15,34	4,60
Oficial 2ª construcción	0,1	h	14,57	1,46
Cable Cu flx. RV 0,6/1 kV 120 mm ²	6,3	m	3,28	20,66
Tubo flx. PVC 40 mm	1,05	m	0,92	0,97
Costes Directos Complementarios	2	%	27,69	0,55
			Coste Total	28,24

- **Capítulo 5: Cuadros Generales de Mando y Protección.**

Unidad de Obra 17: **Cuadro General de Mando y Protección para Vivienda con electrificación básica (unidad).**

Descripción	Cantidad	Unidades	Precio(€)/ud.	Importe(€)
Oficial 1ª electricidad	1,7	h	15,34	26,08
Oficial 2ª construcción	0,8	h	14,57	11,65
Caja distribución monofásica	1	ud	16,33	16,33
ICP de calibre 25A 2 polos	1	ud	17,00	17,00
IGA de calibre 25A 2 polos	1	ud	29,94	29,94
ID de calibre 25A 2 polos	1	ud	32,17	32,17
PIAs circuitos interiores 1 polo	5	ud	14,07	70,36
Protección contra sobretensiones	1	ud	18,78	18,78
Costes Directos Complementarios	2	%	222,31	4,45
			Coste Total	226,76

Unidad de Obra 18: **Cuadro General de Mando y Protección para Vivienda con electrificación elevada (unidad).**

Descripción	Cantidad	Unidades	Precio(€)/ud.	Importe(€)
Oficial 1ª electricidad	2	h	15,34	30,69
Oficial 2ª construcción	1	h	14,57	14,57
Caja distribución monofásica	1	ud	67,49	67,49
ICP de calibre 40A 2 polos	1	ud	28,33	28,33
IGA de calibre 40A 2 polos	1	ud	33,38	33,38
ID de calibre 40A 2 polos	1	ud	39,27	39,27
PIAs circuitos interiores 1 polo	11	ud	11,07	121,77
Protección contra sobretensiones	1	ud	18,78	18,78
Costes Directos Complementarios	2	%	354,27	7,09
			Coste Total	361,36

Unidad de Obra 19: **Cuadro General de Mando y Protección para Local (unidad).**

Descripción	Cantidad	Unidades	Precio(€)/ud.	Importe(€)
Oficial 1ª electricidad	2	h	15,34	30,69
Oficial 2ª construcción	0,8	h	14,57	11,65
Caja distribución monofásica	1	ud	67,49	67,49
ICP de calibre 50A 2 polos	1	ud	31,63	31,63
IGA de calibre 50A 2 polos	1	ud	35,40	35,40
ID de calibre 50A 2 polos	1	ud	43,15	43,15
PIAs circuitos interiores 1 polo	8	ud	11,07	88,56
Protección contra sobretensiones	1	ud	18,78	18,78
Costes Directos Complementarios	2	%	327,35	6,55
			Coste Total	333,90

Unidad de Obra 20: **Cuadro General de Mando y Protección para Garaje (unidad).**

Descripción	Cantidad	Unidades	Precio(€)/ud.	Importe(€)
Oficial 1ª electricidad	3,5	h	15,34	53,70
Oficial 2ª construcción	1,5	h	14,57	21,85
Caja distribución monofásica	2	ud	67,49	134,98
Caja distribución trifásica	1	ud	81,72	81,72
ICP de calibre 63A 2 polos	2	ud	28,33	56,66
IGA de calibre 63A 2 polos	2	ud	33,38	66,77
ID de calibre 63A 2 polos	2	ud	44,27	88,54
ICP de calibre 25A 4 polos	1	ud	30,31	30,31
IGA de calibre 25A 4 polos	1	ud	35,34	35,34
ID de calibre 25A 4 polos	1	ud	49,19	49,19
Costes Directos Complementarios	2	%	619,06	12,38
			Coste Total	631,44

- **Capítulo 6: Red de Conexión a Tierra.**

Unidad de Obra 21: **Conductor de Puesta a Tierra (metro).**

Descripción	Cantidad	Unidades	Precio(€)/ud.	Importe(€)
Peón ordinario construcción	0,2	h	14,26	2,85
Oficial 1ª electricidad	0,4	h	15,34	6,14
Cable cobre desnudo 35 mm ²	1	m	0,97	0,97
Costes Directos Complementarios	2	%	9,96	0,20
			Coste Total	10,16

Unidad de Obra 22: Soldadura Aluminotérmica (unidad).

Descripción	Cantidad	Unidades	Precio(€)/ud.	Importe(€)
Oficial 1ª electricidad	1	h	15,34	15,34
Soldadura aluminotérmica	1	h	3,14	3,14
Costes Directos Complementarios	2	%	18,48	0,37
			Coste Total	18,85

1.3. MEDICIONES.

En este apartado se va a llevar a cabo la realización del estado de mediciones del presupuesto de la instalación eléctrica en estudio. Dichas mediciones son en el conjunto de operaciones que se realizan sobre cada unidad de obra para obtener su cantidad necesaria en la obra. Y siempre que sea posible, la medición de las partidas de un proyecto se realizará sobre copias de planos definitivos.

A continuación, se detallarán las mediciones de cada una de las unidades descritas anteriormente. Para lo cual se hará uso de resultados obtenidos en los Anexos de cálculos y selección de aparataje.

- **Capítulo 1: Conexión entre Centro de Transformación y Edificio.**

Unidad de Obra 1: Línea de Acometida (m).

- Existen 4 acometidas, de 50 metros cada una de ellas, con lo cual serán necesarios 200 metros de línea de acometida.

Unidad de Obra 2: Caja General de Protección (ud).

- Se han instalado un total de 4 CGP, todas ellas de las mismas características.

- **Capítulo 2: Líneas Generales de Alimentación.**

Unidad de Obra 3: LGA de 150 mm² de sección (m).

- Existe una única LGA de 150 mm², la cual va desde una de las CGP hasta las centralizaciones de contadores de garajes y servicios generales, con lo cual serán necesarios 35 metros.

Unidad de Obra 4: **LGA de 185 mm² de sección (m).**

- Existen 3 LGA de 185 mm², las cuales van desde sus correspondientes CGPs hasta la centralización de contadores de la última planta del edificio (14ª planta), tomando esta distancia un valor de 77 metros. Por otra parte, como se ha razonado en el Anexo de cálculos, cada una de estas LGA está formada por dos ternas de conductores, por lo tanto serán necesarios un total de: $2 \times 3 \times 77 = 462$ metros.

- **Capítulo 3: Centralizaciones de Contadores.**

Unidad de Obra 5: **Centralización de Contadores para Viviendas (ud).**

- Como la instalación eléctrica se ha realizado con centralizaciones de contadores distribuidos por plantas, y hay un total de 14 plantas para viviendas, harán falta 14 centralizaciones de este tipo.

Unidad de Obra 6: **Centralización de Contadores para Locales (ud).**

- De este tipo de centralizaciones se necesita solo una unidad, debido a que los contadores de cada uno de los 5 locales comerciales situados en la planta baja se instalan juntos en una única centralización.

Unidad de Obra 7: **Centralización de Contadores para Garajes (ud).**

- De esta clase de centralización habrá también una única unidad, debido a que todos los servicios correspondientes a garajes (iluminación y sistemas de ventilación forzada) se juntan en un único contador trifásico.

- **Capítulo 4: Derivaciones Individuales.**

Unidad de Obra 8: **DI monofásica de 10 mm² de sección (m).**

- Partiendo de las Tablas 11 y 14, donde se encuentran las secciones y las longitudes correspondientes a todas las DI, obtenemos la longitud necesaria para esta línea: $(9,84 + 6,84) \cdot 14 + 35 + 38 + 41 = 347,52$ metros.

Unidad de Obra 9: **DI monofásica de 16 mm² de sección (m).**

- Partiendo de las Tablas 11 y 14, donde se encuentran las secciones y las longitudes correspondientes a todas las DI, obtenemos la longitud necesaria para esta línea: $(17,23 + 14,23) \cdot 2 \cdot 14 + 44 + 47 + 50 + 53 + 56 + 59 + 62 + 65 + 68 = 1384,88$ metros.

Unidad de Obra 10: **DI trifásica de 16 mm² de sección (m).**

- Partiendo de las Tablas 11 y 14, donde se encuentran las secciones y las longitudes correspondientes a todas las DI, obtenemos la longitud necesaria para esta línea: $50 + 8,25 = 58,25$ metros.

Unidad de Obra 11: **DI monofásica de 25 mm² de sección (m).**

- Partiendo de las Tablas 11 y 14, donde se encuentran las secciones y las longitudes correspondientes a todas las DI, obtenemos la longitud necesaria para esta línea: $35 + 71 + 74 + 77 = 257$ metros.

Unidad de Obra 12: **DI monofásica de 35 mm² de sección (m).**

- Partiendo de las Tablas 11 y 14, donde se encuentran las secciones y las longitudes correspondientes a todas las DI, obtenemos la longitud necesaria para esta línea: $(24,23 + 21,23) \cdot 2 \cdot 14 = 1272,88$ metros.

Unidad de Obra 13: **DI monofásica de 50 mm² de sección (m).**

- Partiendo de las Tablas 11 y 14, donde se encuentran las secciones y las longitudes correspondientes a todas las DI, obtenemos la longitud necesaria para esta línea: $28,25 + 31,45 \cdot 2 = 91,15$ metros.

Unidad de Obra 14: **DI monofásica de 70 mm² de sección (m).**

- Partiendo de las Tablas 11 y 14, donde se encuentran las secciones y las longitudes correspondientes a todas las DI, obtenemos la longitud necesaria para esta línea: $45 \cdot 2 + 47,5 = 137,5$ metros.

Unidad de Obra 15: **DI monofásica de 95 mm² de sección (m).**

- Partiendo de las Tablas 11 y 14, donde se encuentran las secciones y las longitudes correspondientes a todas las DI, obtenemos la longitud necesaria para esta línea: 50 metros.

Unidad de Obra 16: **DI trifásica de 120 mm² de sección (m).**

- Partiendo de las Tablas 11 y 14, donde se encuentran las secciones y las longitudes correspondientes a todas las DI, obtenemos la longitud necesaria para esta línea: 55,55 metros.

- **Capítulo 5: Cuadros Generales de Mando y Protección.**

Unidad de Obra 17: **Cuadro General de Mando y Protección para Vivienda con electrificación básica (ud).**

- Como en el edificio existen 84 viviendas con grado de electrificación básico, serán necesarios 84 CGMP de este tipo.

Unidad de Obra 18: **Cuadro General de Mando y Protección para Vivienda con electrificación elevada (ud).**

- Como en el edificio existen 56 viviendas con grado de electrificación elevado, serán necesarios 84 CGMP de este tipo.

Unidad de Obra 19: **Cuadro General de Mando y Protección para Local (ud).**

- Como en el edificio existen 5 locales comerciales situados en la planta baja, serán necesarios 5 CGMP de este tipo.

Unidad de Obra 20: **Cuadro General de Mando y Protección para Garaje (ud).**

- Únicamente hará falta una unidad de este tipo de CGMP.

- **Capítulo 6: Red de Conexión a Tierra.**

Unidad de Obra 21: **Conductor de Puesta a Tierra (m).**

- Como se ha obtenido anteriormente en el apartado 7 del Anexo de cálculos, la longitud necesaria de conductor de cobre desnudo será:
 $3 \cdot 52,5 + 3 \cdot 23 = 226,5$ metros.

Unidad de Obra 22: **Soldadura Aluminotérmica (ud).**

- Contabilizando todos los puntos de unión entre conductores requeridos para realizar la red de puesta a tierra, obtenemos: $2 \cdot 4 + 3 \cdot 4 + 4 \cdot 1 = 24$.

1.4. PRESUPUESTOS PARCIALES.

En este apartado se mostrarán los presupuestos de ejecución material desglosados por capítulos, para ello se emplearán tanto los precios unitarios de las unidades de obra como sus correspondientes mediciones.

- **Presupuesto Parcial N° 1:**
Conexión entre Centro de Transformación y Edificio.

Descripción	Cantidad	Unidades	Precio(€)/ud.	Importe(€)
Línea de Acometida	200	m	21,17	4234
Caja General de Protección	4	ud	371,86	1487,44
			Coste Total	5721,44

- **Presupuesto Parcial N° 2:**
Líneas Generales de Alimentación.

Descripción	Cantidad	Unidades	Precio(€)/ud.	Importe(€)
LGA de 150 mm ² de sección	35	m	30,19	1056,65
LGA de 185 mm ² de sección	462	m	36,48	16853,76
			Coste Total	17910,41

- **Presupuesto Parcial N° 3:**
Centralizaciones de Contadores.

Descripción	Cantidad	Unidades	Precio(€)/ud.	Importe(€)
C. Contadores para Viviendas	14	ud	1286,92	18016,88
C. Contadores para Locales	1	ud	870,61	870,61
C. Contadores para Garajes	1	ud	716,28	716,28
			Coste Total	19603,77

- **Presupuesto Parcial Nº 4:
Derivaciones Individuales.**

Descripción	Cantidad	Unidades	Precio(€)/ud.	Importe(€)
DI monofásica de 10 mm ² de sección	347,52	m	9,26	3218,04
DI monofásica de 16 mm ² de sección	1384,88	m	10,7	14818,22
DI trifásica de 16 mm ² de sección	58,25	m	12,46	725,80
DI monofásica de 25 mm ² de sección	257	m	12,68	3258,76
DI monofásica de 35 mm ² de sección	1272,88	m	13,75	17502,10
DI monofásica de 50 mm ² de sección	91,15	m	15,22	1387,30
DI monofásica de 70 mm ² de sección	137,5	m	17,14	2356,75
DI monofásica de 95 mm ² de sección	50	m	18,99	950
DI trifásica de 120 mm ² de sección	55,55	m	28,24	1568,73
			Coste Total	45785,19

- **Presupuesto Parcial Nº 5:
Cuadros Generales de Mando y Protección.**

Descripción	Cantidad	Unidades	Precio(€)/ud.	Importe(€)
CGMP Vivienda con GEB	84	ud	226,76	19047,84
CGMP Vivienda con GEE	56	ud	361,36	20236,16
CGMP Local	5	ud	333,9	1669,50
CGMP Garaje	1	ud	631,44	631,44
			Coste Total	41584,94

- **Presupuesto Parcial Nº 6:
Red de Conexión a Tierra.**

Descripción	Cantidad	Unidades	Precio(€)/ud.	Importe(€)
Conductor de Puesta a Tierra	226,5	m	10,16	2301,24
Soldadura Aluminotérmica	24	ud	18,85	452,40
			Coste Total	2753,64

1.4. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (PEM).

Ahora se mostrará el Presupuesto de Ejecución Material, el cual está formado por la suma de los distintos presupuestos parciales calculados anteriormente.

Capítulo N° 1: Conexión entre CT y Edificio.	5.721,44 €
Capítulo N° 2: Líneas Generales de Alimentación.	17.910,41 €
Capítulo N° 3: Centralizaciones de Contadores.	19.603,77 €
Capítulo N° 4: Derivaciones Individuales.	45.785,19 €
Capítulo N° 5: Cuadros Generales de Mando y Protección.	41.584,94 €
Capítulo N° 6: Red de Conexión a Tierra.	2.753,64 €

Presupuesto de Ejecución Material	133.359,39 €
--	---------------------

1.5. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA.

Finalmente, hay que añadir al PEM los gastos generales, el beneficio industrial y el IVA. Se considerarán gastos generales los gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la administración, y se cifrarán como un 13% del PEM. Y como beneficio industrial se considerará el 6% también sobre el PEM.

Tenemos que la suma del PEM más los gastos generales y el beneficio industrial conforma el presupuesto bruto. Para obtener el presupuesto de ejecución por contrata habrá que sumarle al presupuesto bruto el IVA, que actualmente es el 21% de dicho presupuesto bruto.

Presupuesto de Ejecución Material (PEM)	133.359,39 €
13 % (sobre PEM) Gastos Generales	17.336,72 €
6% (sobre PEM) Beneficio Industrial	8.001,56 €
Presupuesto Bruto	158.697,67 €
21 % IVA	33.326,51 €

Presupuesto de Ejecución por Contrata	192.024,19 €
--	---------------------

El presente presupuesto suma la cantidad de:

DOS CIENTOS TREINTA Y TRES MIL NOVECIENTOS CUARENTA EUROS CON DIECISEIS CÉNTIMOS.

2. PRESUPUESTO DE CIRCUITOS INTERIORES VIVIENDA.

En este apartado se incluirá el presupuesto correspondiente a la instalación y puesta en funcionamiento de los circuitos interiores de las viviendas, tanto para el caso de electrificación básica como elevada. Para ello se ha empleado también la base de datos de construcción de la Comunidad Valenciana.

En primer lugar, se mostrará el presupuesto para una vivienda con grado de electrificación básico. Dicho presupuesto incluye la instalación eléctrica completa en vivienda de 2 dormitorios y 1 baño, con una previsión de carga de 5750 W, compuesta por 5 circuitos:

- 1 para iluminación.
- 1 para tomas generales y frigorífico.
- 1 para tomas de corriente en baños y auxiliares de cocina.
- 1 para lavadora, lavavajillas y termo.
- 1 para cocina y horno.

Todos los circuitos estarán realizados con mecanismos de calidad regulada y con cable de cobre unipolares de diferentes secciones colocado bajo tubo flexible corrugado de doble capa de PVC de distintos diámetros. Y totalmente instalada, conectada y en correcto funcionamiento.

El presupuesto que se muestra a continuación estará formado por las instalaciones de los distintos habitáculos de la vivienda. Y cada una de estas instalaciones, a su vez, contendrá un listado de recursos para su montaje y puesta en funcionamiento. Como modo de ejemplo, solo se realizará la descomposición de una de estas instalaciones, en este caso se ha elegido el vestíbulo de la vivienda.

- **Instalación de vivienda con electrificación básica.**

Descripción	Cantidad	Unidades	Precio(€)/ud.	Importe(€)
Instalación vestíbulo 5,75 kW	1	ud	164,70	164,70
Instalación salón 5,75 kW	1	ud	239,65	239,65
Instalación dormitorio ppal. 5,75 kW	1	ud	210,57	210,57
Instalación dormitorio 5,75 kW	1	ud	192,34	192,34
Instalación baño 5,75 kW	1	ud	175,89	175,89
Instalación pasillo 5,75 kW	1	ud	142,28	142,28
Instalación cocina 5,75 kW	1	ud	250,75	250,75
Instalación terraza 5,75 kW	1	ud	124,60	124,60
			Coste Total	1500,78

Instalación vestíbulo 5.75 kW:

Descripción	Cantidad	Unidades	Precio(€)/ud.	Importe(€)
Oficial 1ª electricidad	1	h	15,34	15,34
Peón especializado construcción	1	h	14,26	14,26
Timbre zumbador	1	ud	18,90	18,90
Toma corriente empotrada 10/16 A	1	ud	27,91	27,91
Punto de luz conmutado	1	ud	85,06	85,06
Costes directos complementarios	2	%	161,47	3,23
			Coste Total	164,70

En segundo lugar, se mostrará el presupuesto para una vivienda con grado de electrificación elevado. Dicho presupuesto incluye la instalación eléctrica completa en vivienda de 3 dormitorios y 2 baños, con una previsión de carga de 9200 W, compuesta por 9 circuitos:

- 1 para iluminación.
- 1 para tomas generales y frigorífico.
- 1 para tomas de corriente en baños y auxiliares de cocina.
- 1 para lavadora, lavavajillas y termo.
- 1 para cocina y horno.
- 1 para calefacción.
- 1 para tomas de aire acondicionado.
- 1 para secadora.
- 1 para automatización.

En esta ocasión, la instalación que se descompondrá con más detalle como ejemplo será la de uno de los dormitorios.

- **Instalación de vivienda con electrificación elevada.**

Descripción	Cantidad	Unidades	Precio(€)/ud.	Importe(€)
Instalación vestíbulo 9,2 kW	1	ud	214,11	214,11
Instalación salón 9,2 kW	1	ud	311,55	311,55
Instalación dormitorio ppal. 9,2 kW	1	ud	273,74	273,74
Instalación dormitorio 9,2 kW	2	ud	238,65	477,30
Instalación baño 9,2 kW	2	ud	228,66	457,31
Instalación pasillo 9,2 kW	1	ud	142,28	142,28
Instalación cocina 9,2 kW	1	ud	325,98	325,98
Instalación terraza 9,2 kW	2	ud	124,60	249,20
			Coste Total	2451,47

Instalación dormitorio 9.2 kW:

Descripción	Cantidad	Unidades	Precio(€)/ud.	Importe(€)
Oficial 1ª electricidad	1,5	h	15,34	23,01
Peón especializado construcción	1	h	14,26	14,26
Toma corriente empotrada 10/16 A	4	ud	27,91	111,64
Punto de luz conmutado	1	ud	85,06	85,06
Costes directos complementarios	2	%	233,97	4,68
			Coste Total	238,65

Por lo tanto, teniendo en cuenta que hay un total de 84 viviendas con grado de electrificación básico y 56 con grado de electrificación elevado. El **presupuesto de Ejecución Material** sería:

Descripción	Cantidad	Unidades	Precio(€)/ud.	Importe(€)
Instalación Vivienda GEB	84	ud	1500,78	126.065,52
Instalación Vivienda GEE	56	ud	2451,47	137.282,32
			PEM	263.347,84 €

Y ahora aplicando a ésta cantidad, los porcentajes correspondientes a gastos generales, beneficio industrial e IVA, se obtiene:

Presupuesto de Ejecución Material (PEM)	263.347,84 €
13 % (sobre PEM) Gastos Generales	34.235,22 €
6% (sobre PEM) Beneficio Industrial	15.800,87 €
Presupuesto Bruto	313.383,93 €
21 % IVA	65.810,63 €

Presupuesto de Ejecución por Contrata	379.194,55 €
--	---------------------

El presente presupuesto suma la cantidad de:

TRESCIENTOS SETENTA Y NUEVE MIL CIENTO NOVENTA Y CUATRO EUROS CON CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS.

3. PRESUPUESTO TOTAL DEL PROYECTO.

A continuación se mostrará el importe total del proyecto, incluyendo tanto la instalación general del edificio como la instalación interior de las viviendas.

INSTALACIÓN GENERAL DEL EDIFICIO	192.024,19 €
INSTALACIÓN INTERIOR DE LAS VIVIENDAS	379.194,55 €

PRESUPUESTO TOTAL	571.218,74 €
--------------------------	---------------------

El presente presupuesto asciende a la cantidad de:

QUINIENTOS SETENTA Y UN MIL DOSCIENTOS DIECIOCHO EUROS CON SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

DOCUMENTO N°4: PLANOS Y DIAGRAMAS

A continuación se muestra el listado de planos y diagramas que se adjuntarán seguidamente:

1. PLANOS DE PLANTA BAJA.

- Plano N°1: Dimensiones planta baja.
- Plano N°2: Partes planta baja.

2. PLANOS DE VIVIENDAS.

- Plano N°3: Dimensiones planta de viviendas.
- Plano N°4: Partes planta de viviendas.
- Plano N°5: Dimensiones vivienda de electrificación básica.
- Plano N°6: Partes vivienda de electrificación básica.
- Plano N°7: Dimensiones vivienda de electrificación elevada.
- Plano N°8: Partes vivienda de electrificación elevada.

3. PLANOS DE GARAJES.

- Plano N°9: Dimensiones 1ª planta de garajes.
- Plano N°10: Partes 1ª planta de garajes.
- Plano N°11: Dimensiones 2ª planta de garajes.
- Plano N°12: Partes 2ª planta de garajes.

4. PLANOS DE ASCENSORES.

- Plano N°13: Dimensiones ascensor 8 personas.
- Plano N°14: Dimensiones ascensor 13 personas.

5. DIAGRAMA UNIFILAR DEL EDIFICIO (Diagrama N°1).

6. DIAGRAMA UNIFILAR DE PLANTA DE VIVIENDAS (Diagrama N°2).

7. DIAGRAMA UNIFILAR DE VIVIENDA DE ELEC. BÁSICA (Diagrama N°3).

8. DIAGRAMA UNIFILAR DE VIVIENDA DE ELEC. ELEVADA (Diagrama N°4).

9. DIAGRAMA UNIFILAR DE LOS LOCALES (Diagrama N°5).

10. DIAGRAMA UNIFILAR DE LOS GARAJES (Diagrama N°6).

11. DIAGRAMA UNIFILAR DE LOS SERVICIOS GENERALES (Diagrama N°7).

DOCUMENTO Nº4: PLANOS Y DIAGRAMAS.

En este apartado primero se adjuntarán los planos necesarios para la definición tanto de las distintas plantas que conforman el edificio como del interior de las viviendas. Para ello, de cada una de las plantas o viviendas del bloque se han realizado dos clases de planos, ordenados éstos siempre de menor a mayor detalle:

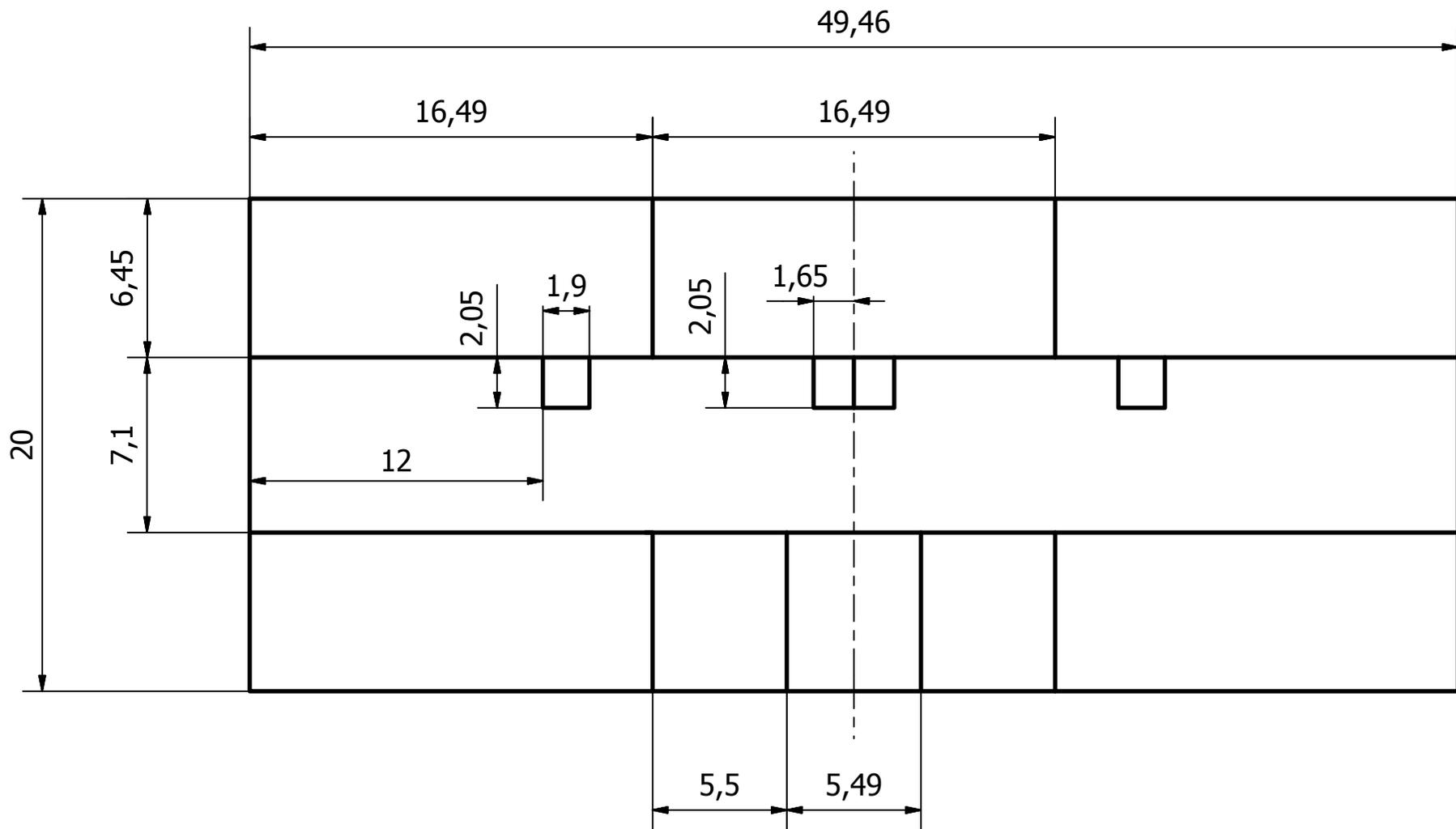
- **Dimensiones:** en estos se indican las medidas estrictamente necesarias para poder definir completamente la geometría de dicho espacio.
- **Ubicaciones:** en estos se indican como están distribuidas y situadas las distintas partes que conforman dicha planta.

También se mostrarán los planos de definición de los dos tipos de ascensores instalados en el edificio.

Por otra parte, se adjuntan los diagramas o esquemas unifilares, en ellos se representan gráficamente las distintas partes que conforman la instalación eléctrica del edificio en estudio.

La principal característica de los diagramas unifilares es que el conjunto de conductores de un circuito se representa mediante una única línea, independientemente de la cantidad de conductores instalados, lo que simplifica en gran medida el entendimiento de dichos circuitos. Y típicamente el esquema unifilar tiene una estructura de árbol.

También hay que decir que en este tipo de representaciones existe un código regulado de símbolos, en el cual cada uno de ellos se asocia a un elemento que suele aparecer en las instalaciones eléctricas.



Diseño de
Iván Blay



Escala
1:250

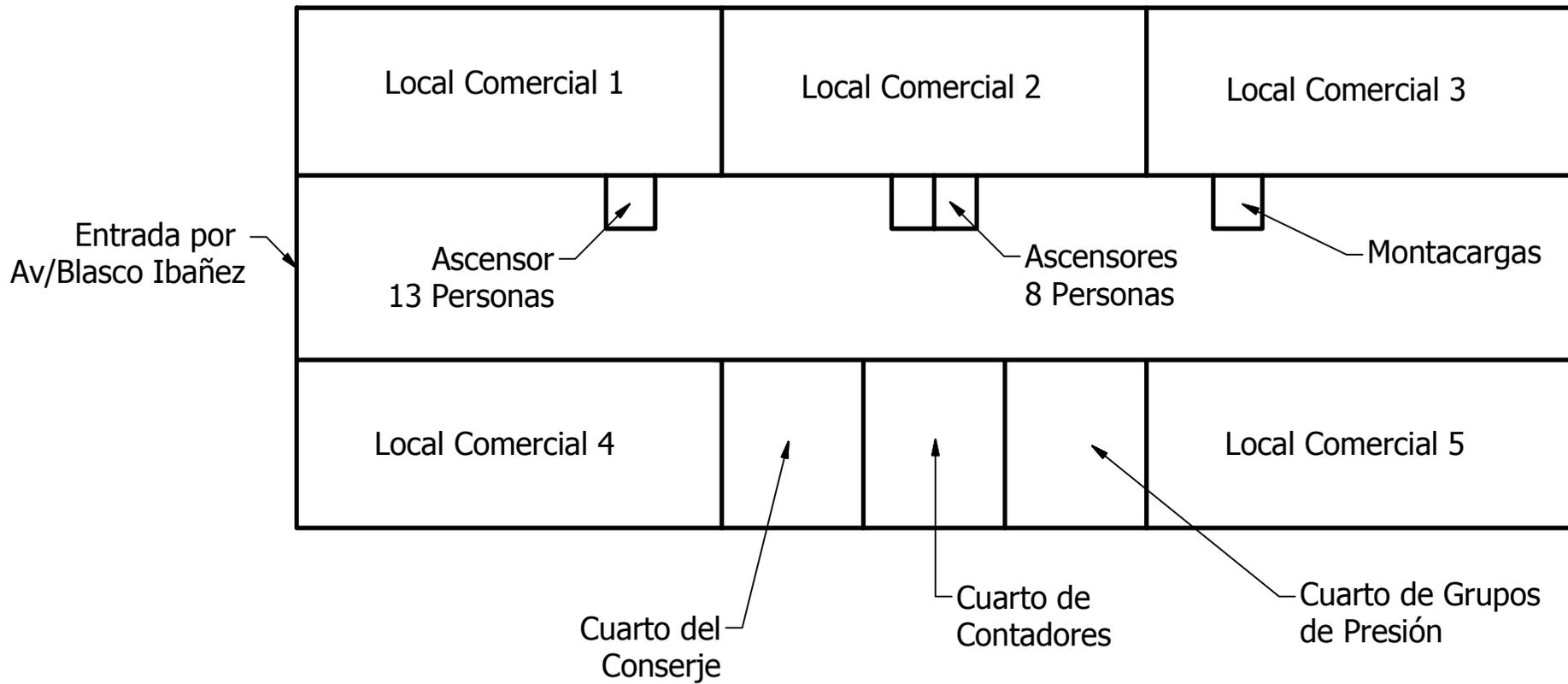


Plano Nº1

En este plano se pueden observar las dimensiones de las distintas partes que conforman la planta baja del edificio

Dimensiones Planta Baja

Instalación eléctrica en edificio de 140 viviendas con contadores distribuidos por plantas



Diseño de
Iván Blay



Escala
1:250

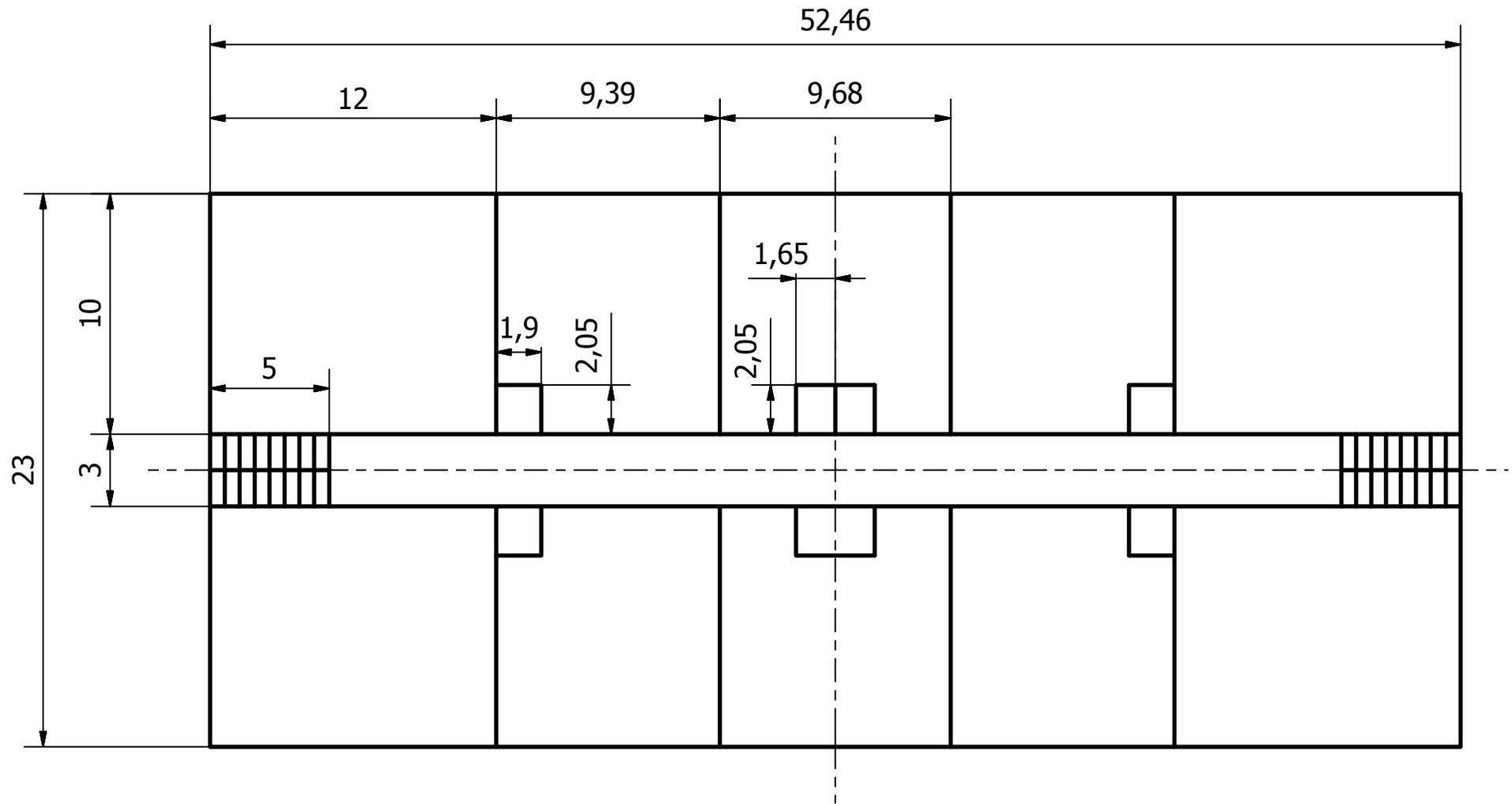


Plano Nº2

En este plano se puede observar la ubicación de las distintas partes que conforman la planta baja del edificio

Partes Planta Baja

Instalación eléctrica en edificio de 140 viviendas con contadores distribuidos por plantas



Diseño de
Iván Blay



Escala
1:250

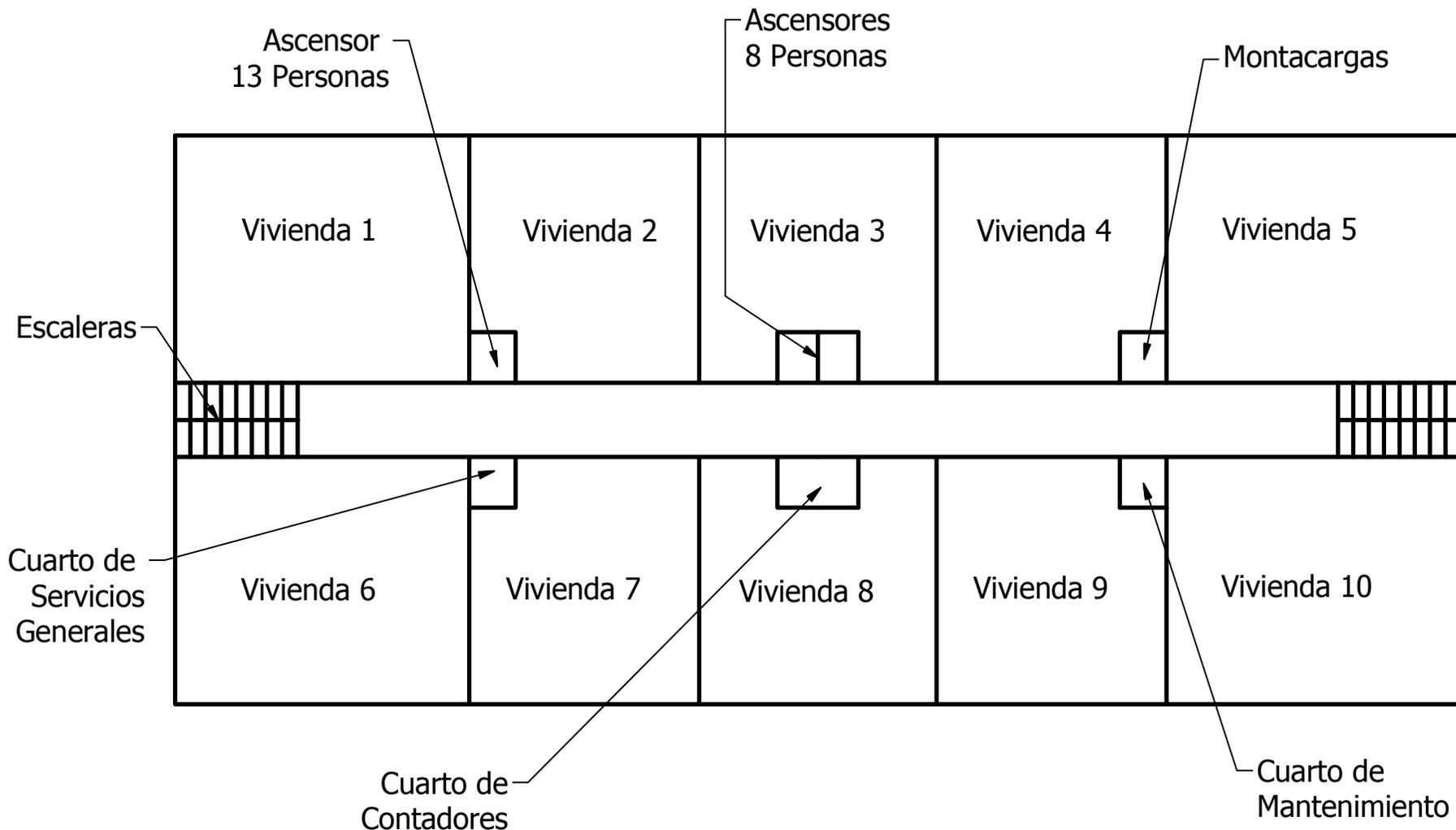


Plano Nº3

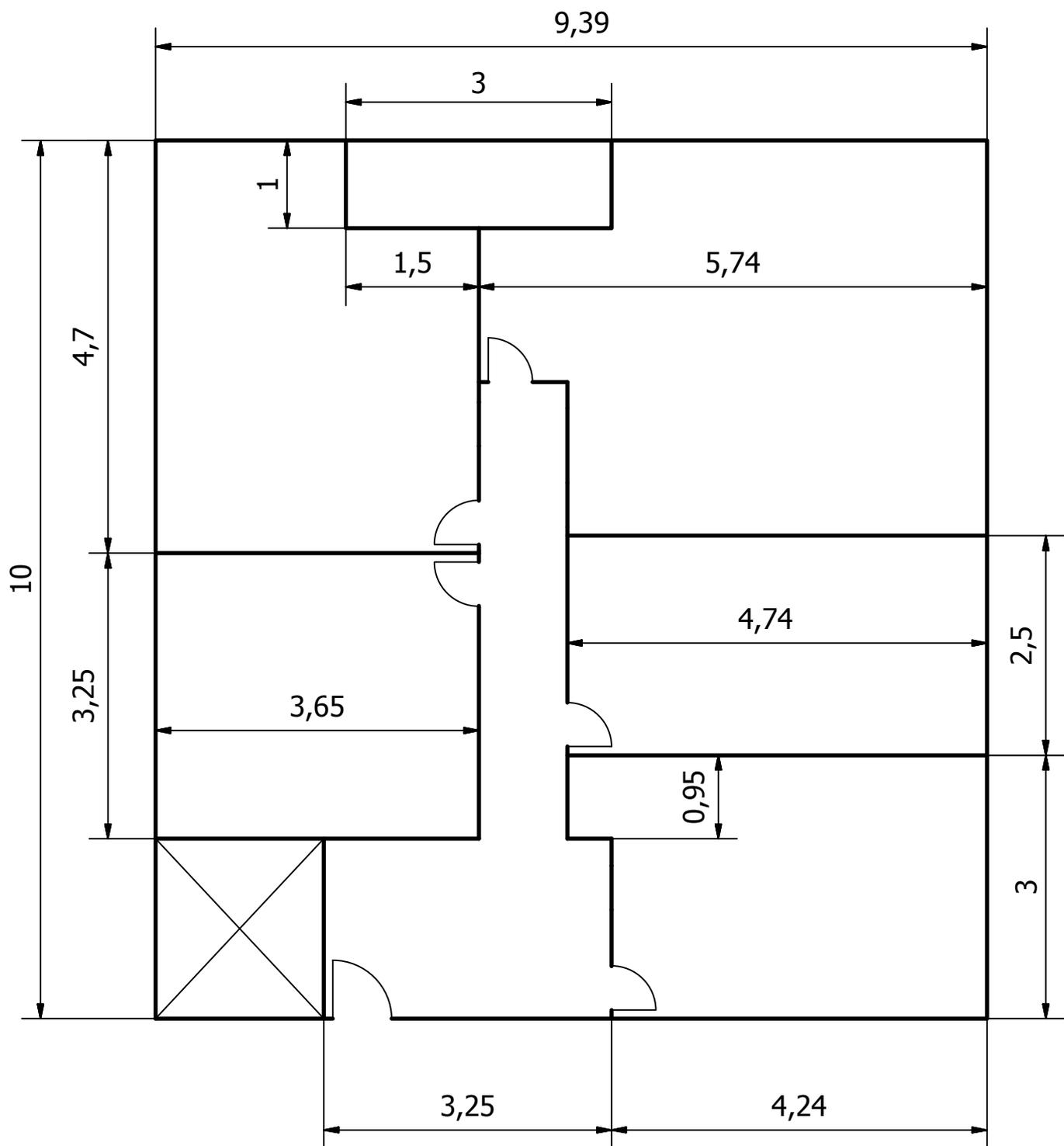
En este plano se pueden observar las dimensiones de las distintas partes que conforman cada planta de viviendas

Dimensiones Planta de Viviendas

Instalación eléctrica en edificio de 140 viviendas con contadores distribuidos por plantas



Diseño de Iván Blay	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	Escala 1:250	 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIEROS INDUSTRIALES VALENCIA	Plano Nº4
En este plano se puede observar la ubicación de las distintas partes que conforman cada planta de viviendas		Partes Planta de Viviendas Instalación eléctrica en edificio de 140 viviendas con contadores distribuidos por plantas		



Diseño de
Iván Blay



Escala
3:200

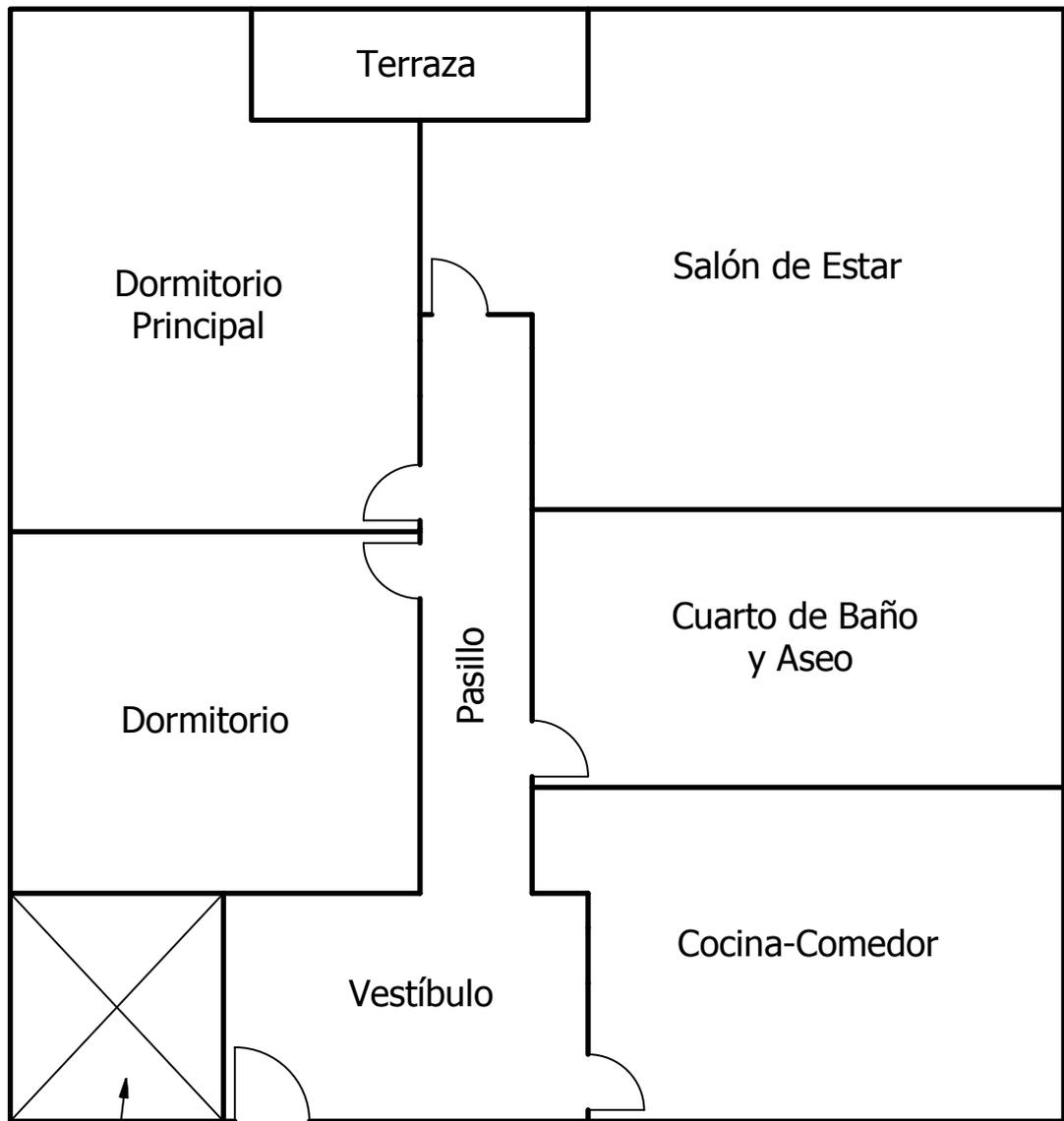


Plano Nº5

En este plano se pueden observar las dimensiones de los distintos habitáculos que conforman una de las viviendas de 90 m² y grado de electrificación básico

Dimensiones Vivienda Elec.Básica

Instalación eléctrica en edificio de 140 viviendas con contadores distribuidos por plantas



Hueco del Ascensor

Puerta de Entrada a la Vivienda

Diseño de
Iván Blay



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Escala
3:200



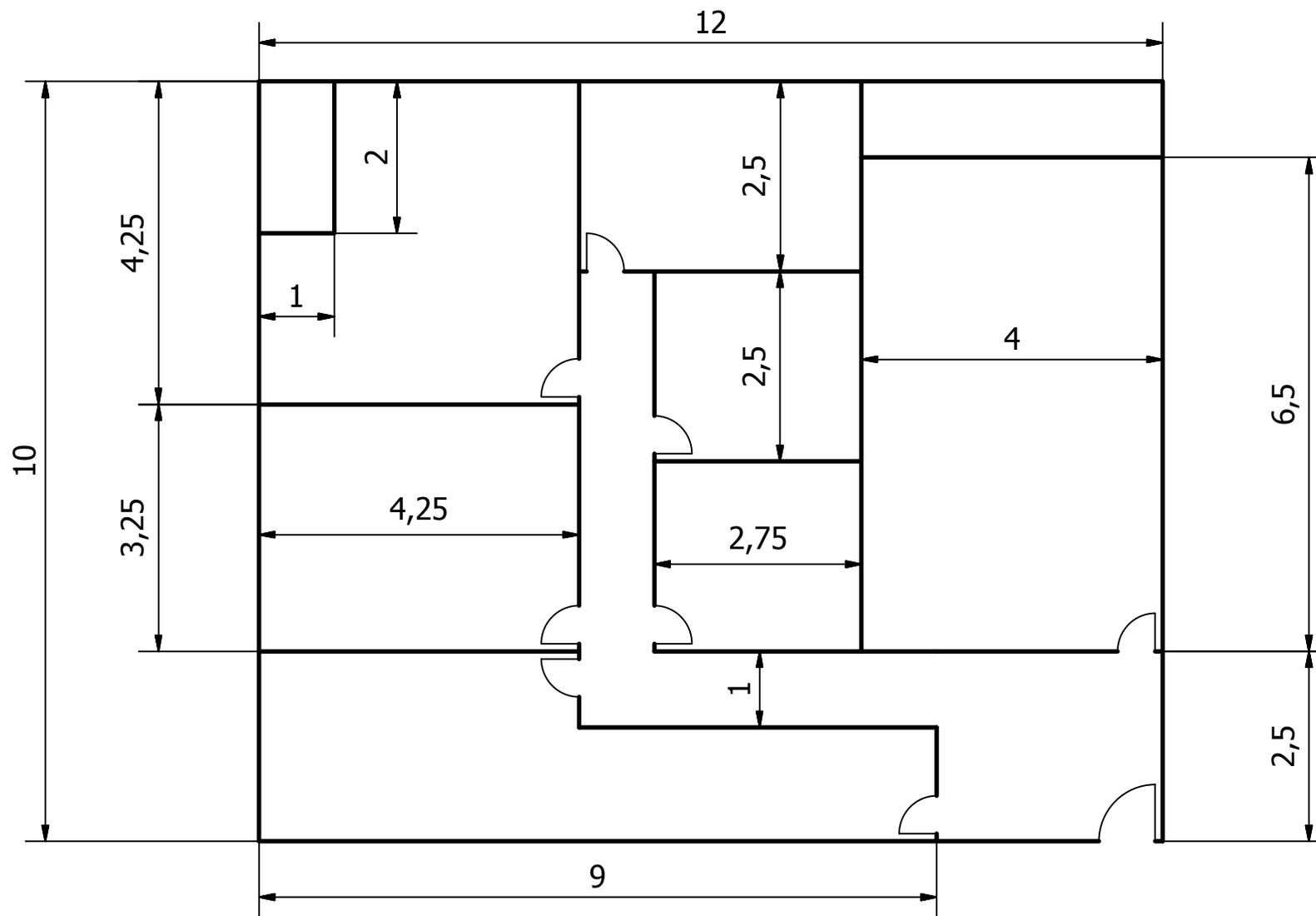
ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALÈNCIA

Plano Nº6

En este plano se puede observar la ubicación de los distintos habitáculos que conforman una de las viviendas de 90 m² y grado de electrificación básico

Partes Vivienda Elec.Básica

Instalación eléctrica en edificio de 140 viviendas con contadores distribuidos por plantas



Diseño de
Iván Blay



Escala
1:80

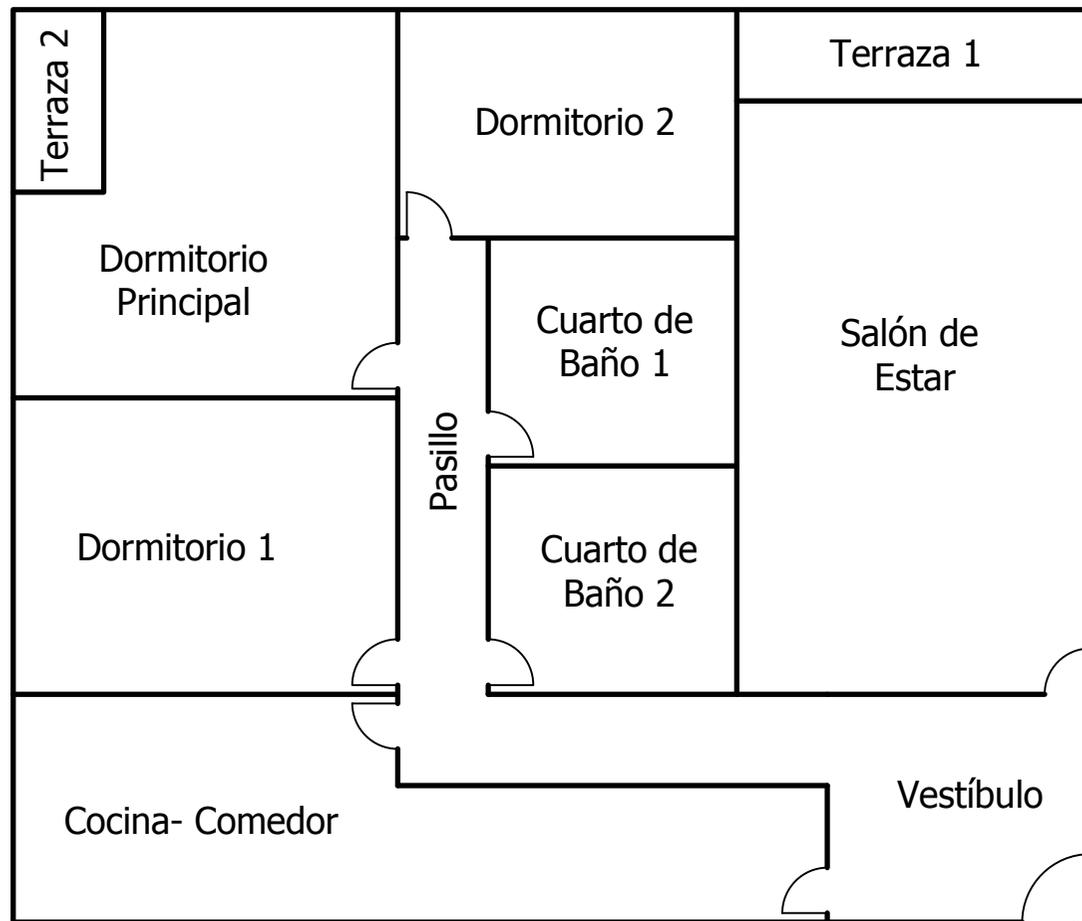


Plano Nº7

En este plano se pueden observar las dimensiones de los distintos habitáculos que conforman una de las viviendas de 120 m² y grado de electrificación elevado

Dimensiones Vivienda Elec.Elevada

Instalación eléctrica en edificio de 140 viviendas con contadores distribuidos por plantas



Puerta de Entrada a la Vivienda

Diseño de
Iván Blay



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Escala
1:80



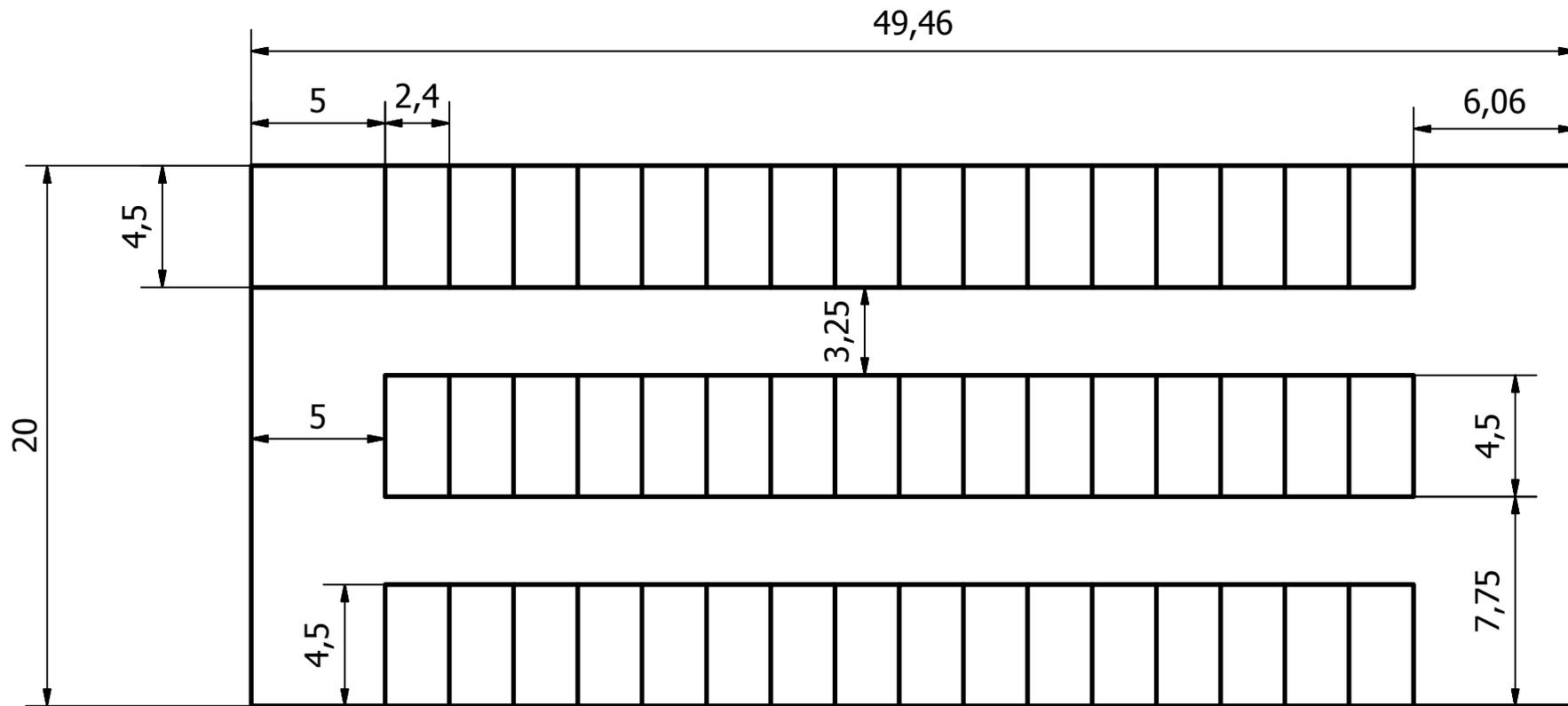
ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

Plano Nº8

En este plano se puede observar la ubicación de los distintos habitáculos que conforman una de las viviendas de 120 m² y grado de electrificación elevado

Partes Vivienda Elec.Elevada

Instalación eléctrica en edificio de 140 viviendas con contadores distribuidos por plantas



Diseño de
Iván Blay



Escala
1:250

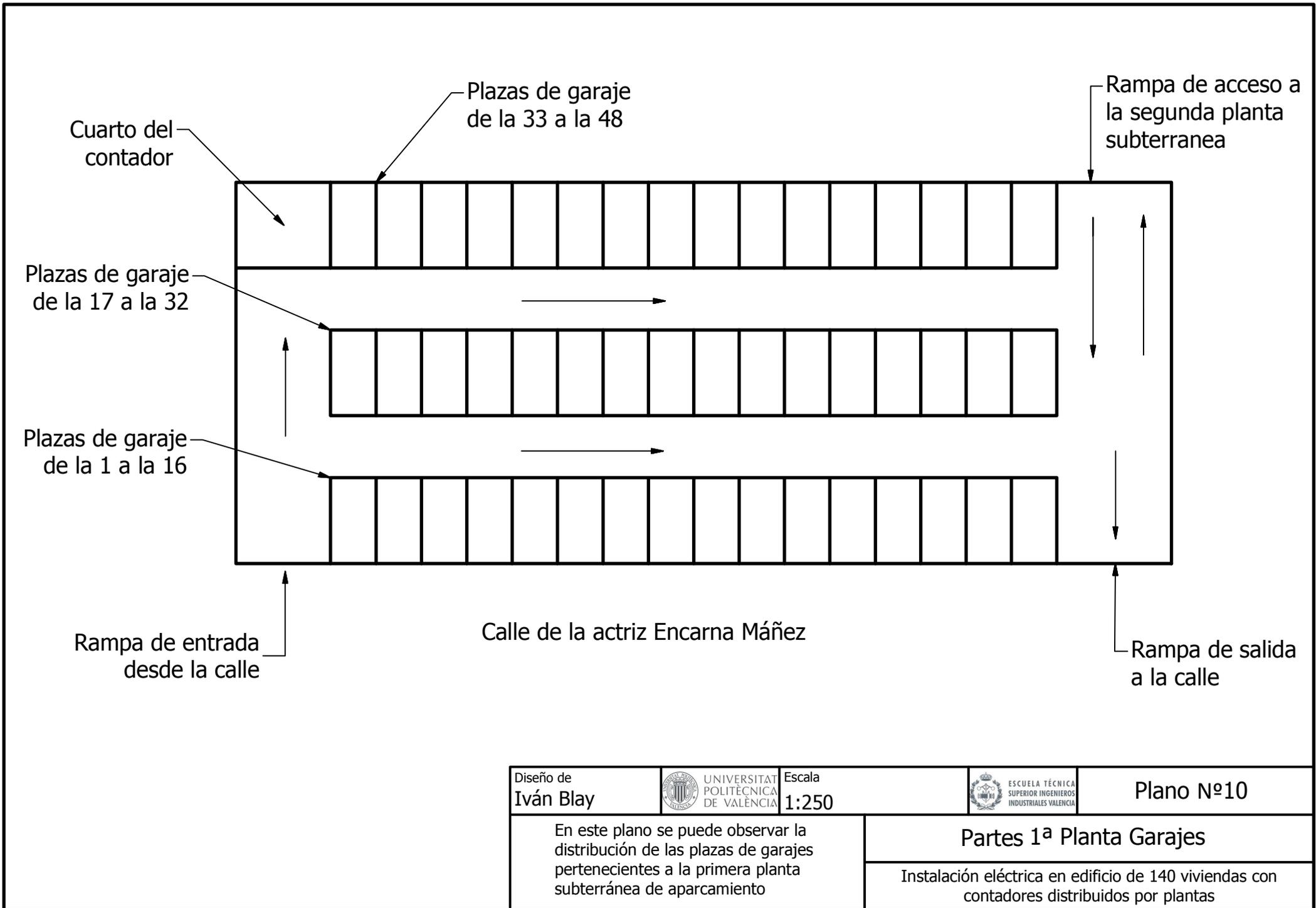


Plano Nº9

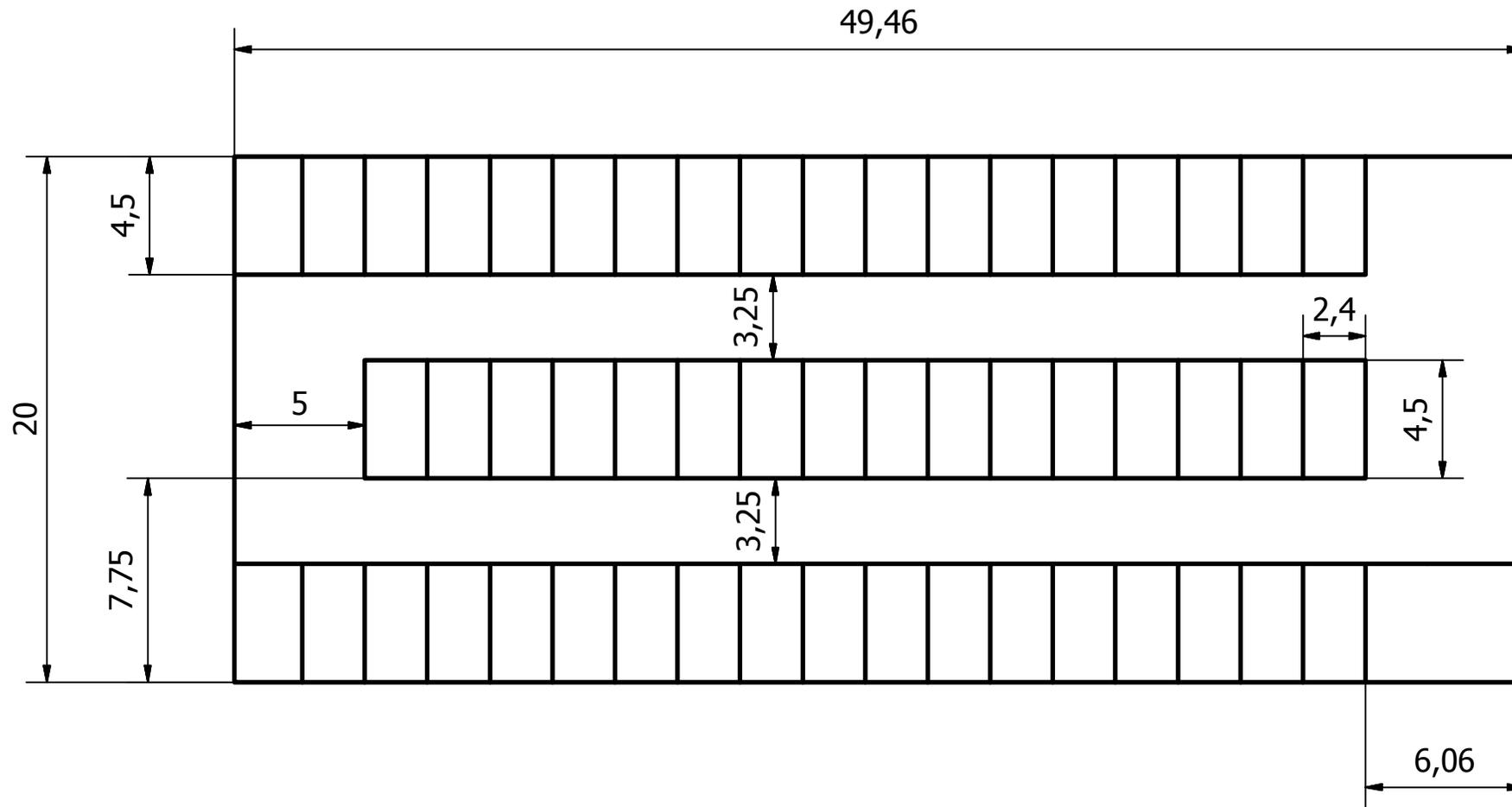
En este plano se pueden observar las medidas de las partes que conforman la primera planta subterránea de plazas de garajes

Dimensiones 1ª Planta Garajes

Instalación eléctrica en edificio de 140 viviendas con contadores distribuidos por plantas



Diseño de Iván Blay	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	Escala 1:250	 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIEROS INDUSTRIALES VALENCIA	Plano Nº10
En este plano se puede observar la distribución de las plazas de garajes pertenecientes a la primera planta subterránea de aparcamiento		Partes 1ª Planta Garajes Instalación eléctrica en edificio de 140 viviendas con contadores distribuidos por plantas		



Diseño de
Iván Blay



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Escala
1:250



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

Plano Nº11

En este plano se pueden observar las medidas de las partes que conforman la segunda planta subterránea de plazas de garaje

Dimensiones 2ª Planta Garajes

Instalación eléctrica en edificio de 140 viviendas con contadores distribuidos por plantas

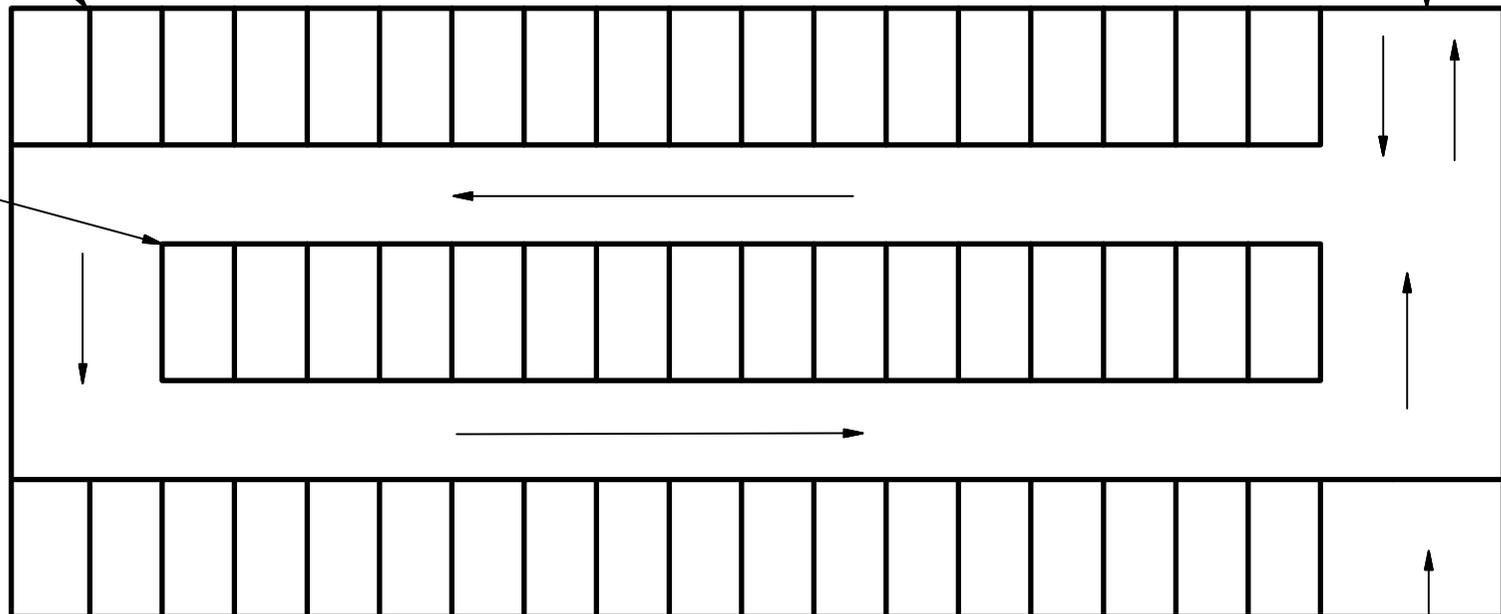
Plazas de garaje de la 49 a la 66

Plazas de garaje de la 67 a la 82

Plazas de garaje de la 83 a la 100

Rampa de acceso a la primera planta subterránea

Cuarto de ventiladores y extractores de aire



Diseño de
Iván Blay



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Escala
1:250



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALÈNCIA

Plano Nº12

En este plano se puede observar la distribución de las plazas de garajes pertenecientes a la segunda planta subterránea de aparcamiento

Partes 2ª Planta Garajes

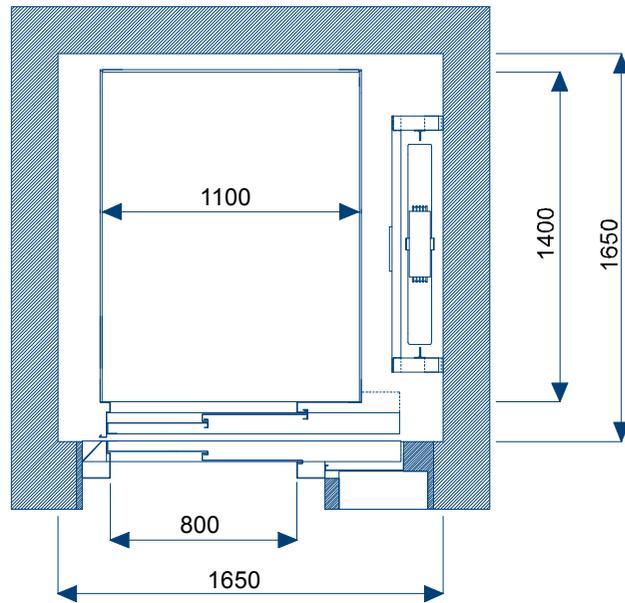
Instalación eléctrica en edificio de 140 viviendas con contadores distribuidos por plantas



Modelo: Lat630-01

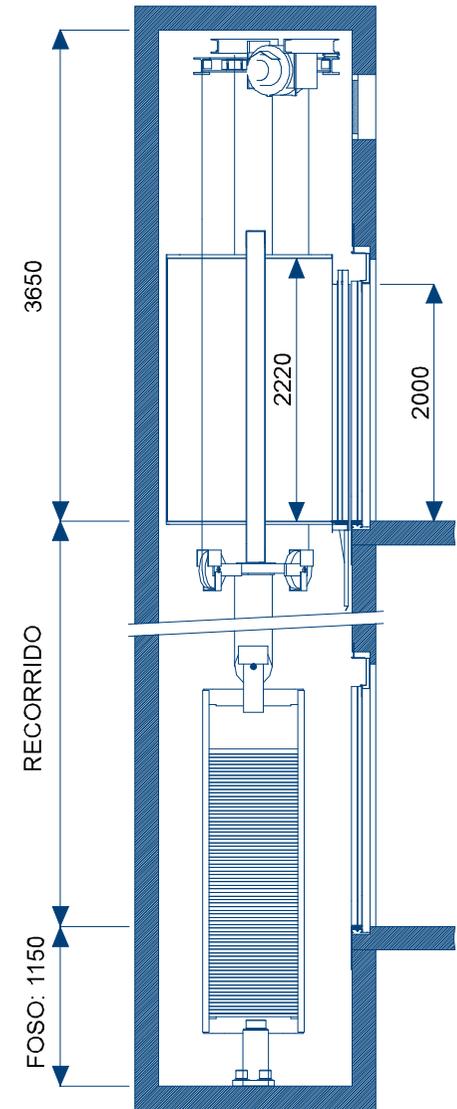
630 Kg - Un embarque - 1 m/s - Puerta 800

PLANTA DE PISO



Escala 3:100

ALZADO



Escala 3:200

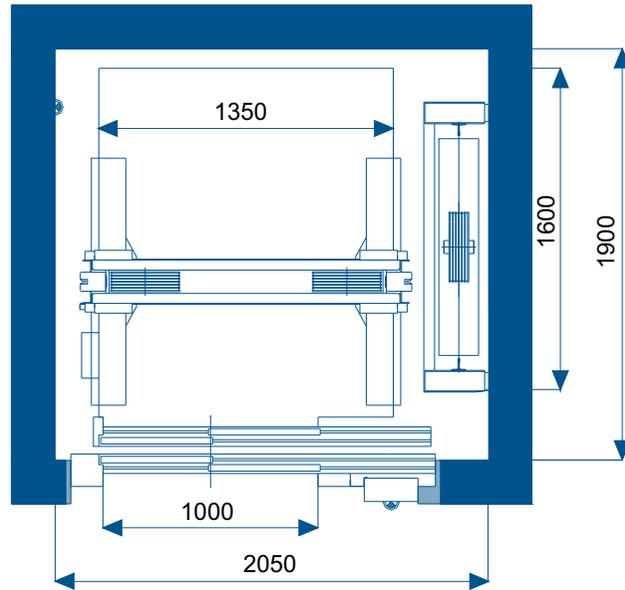
CARGA Kg	CAPACIDAD Personas	EMBARQUES	VELOCIDAD m/s	CABINA			HUECO			PUERTAS
				CA	CB	HA	HB	R.L.S.	FOSO	P
630	8	Un embarque	1	1.100	1.400	1.650	1.650	3.650	1.150	800



Modelo: Lat1000-01

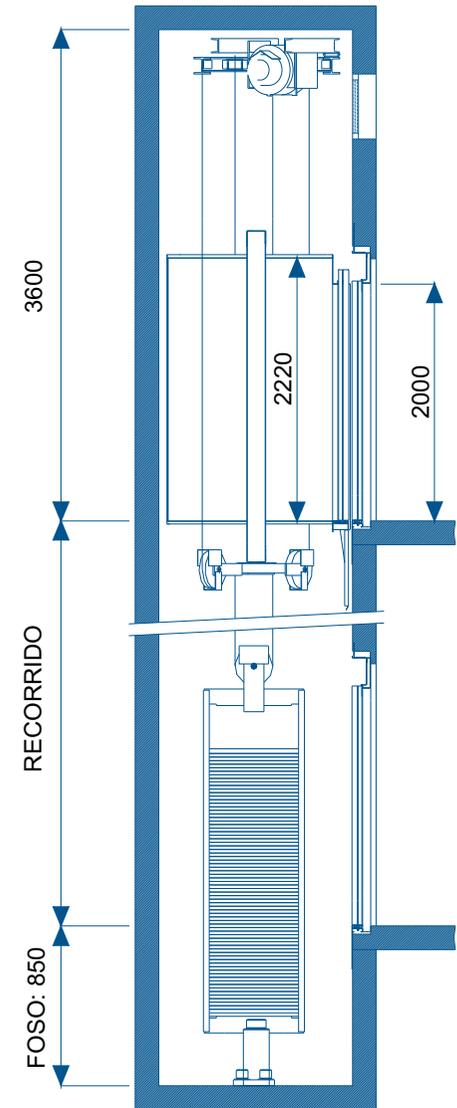
1000 Kg - Un embarque - 1 m/s - Puerta 1000

PLANTA DE PISO



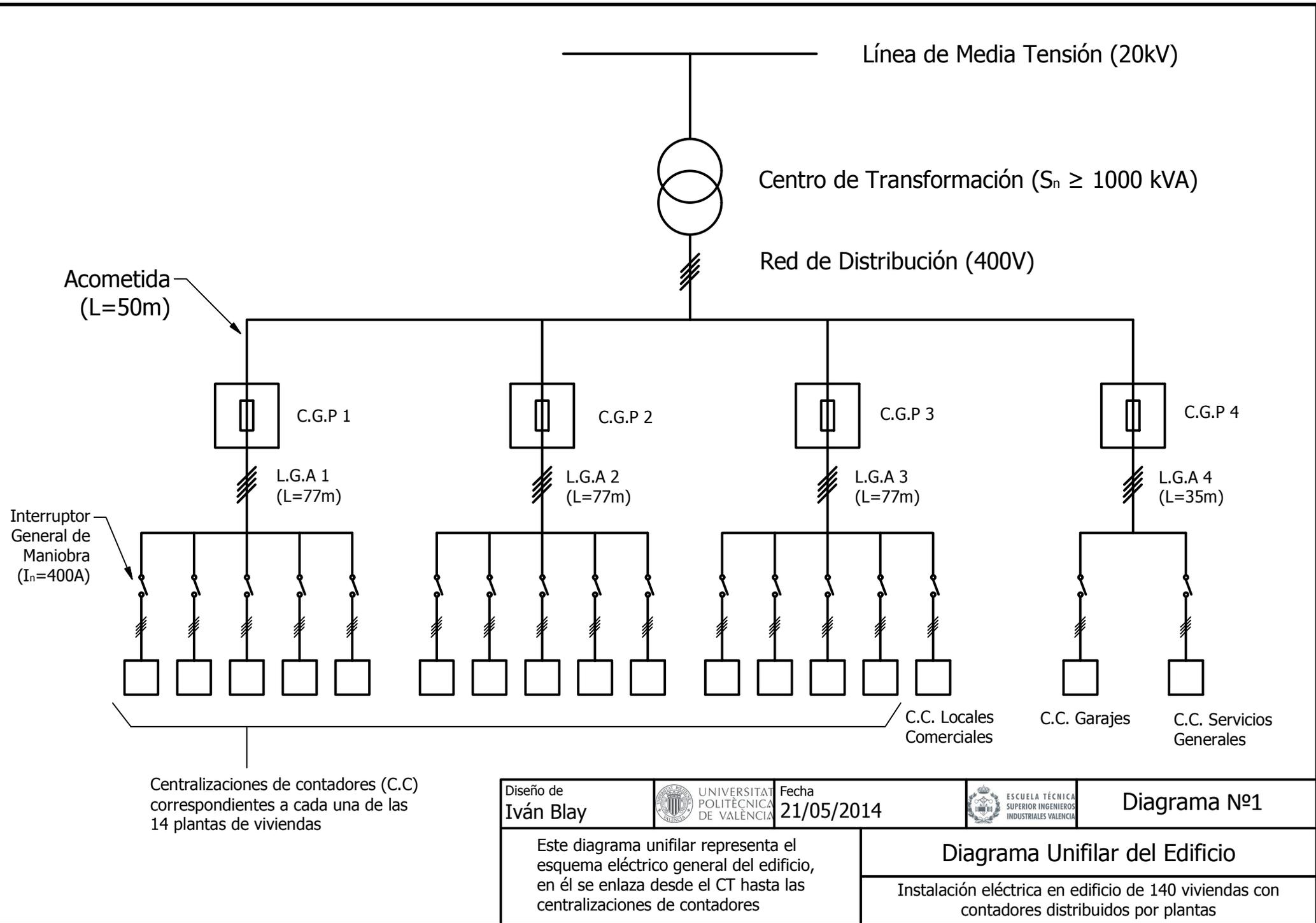
Escala 3:100

ALZADO

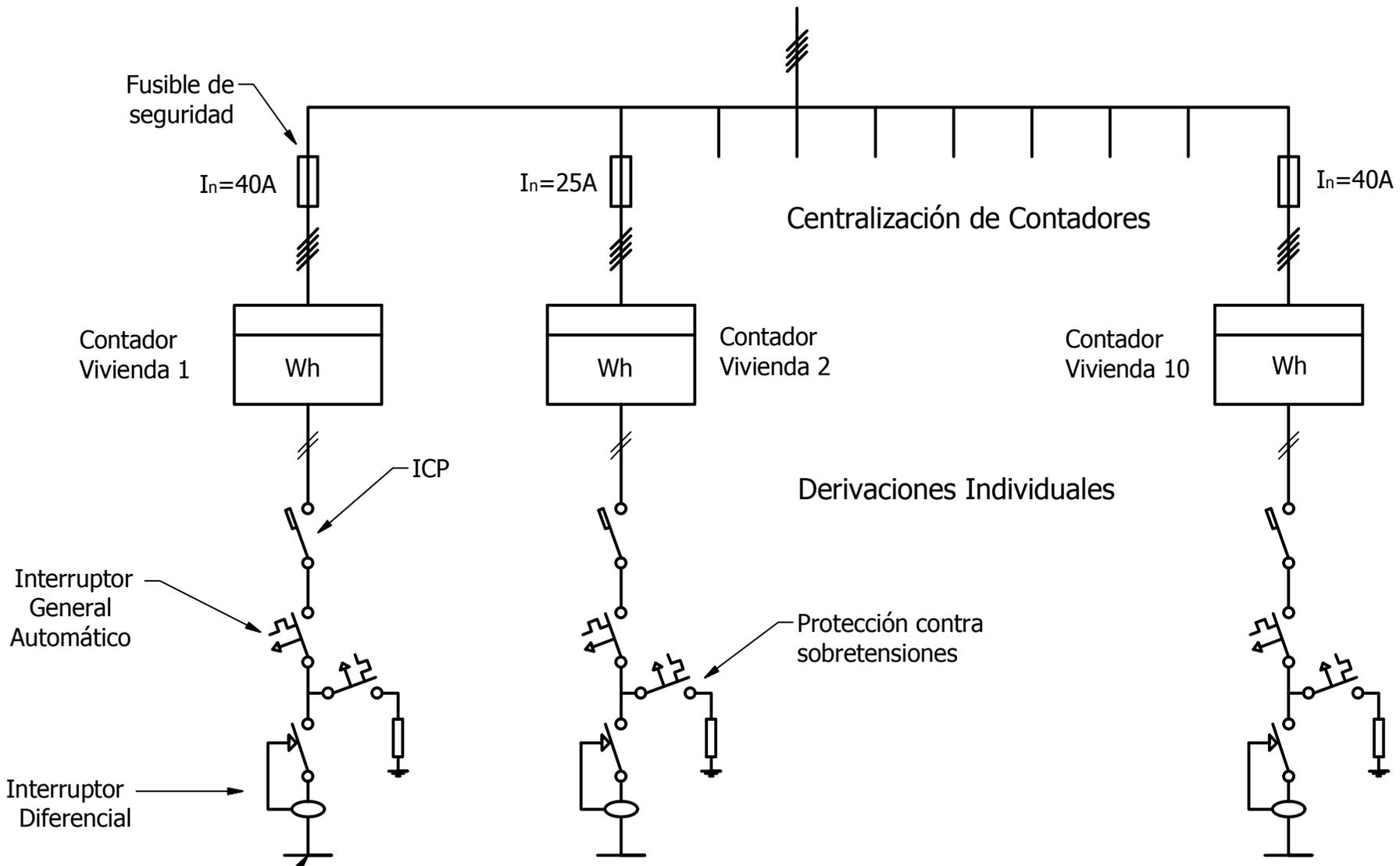


Escala 3:200

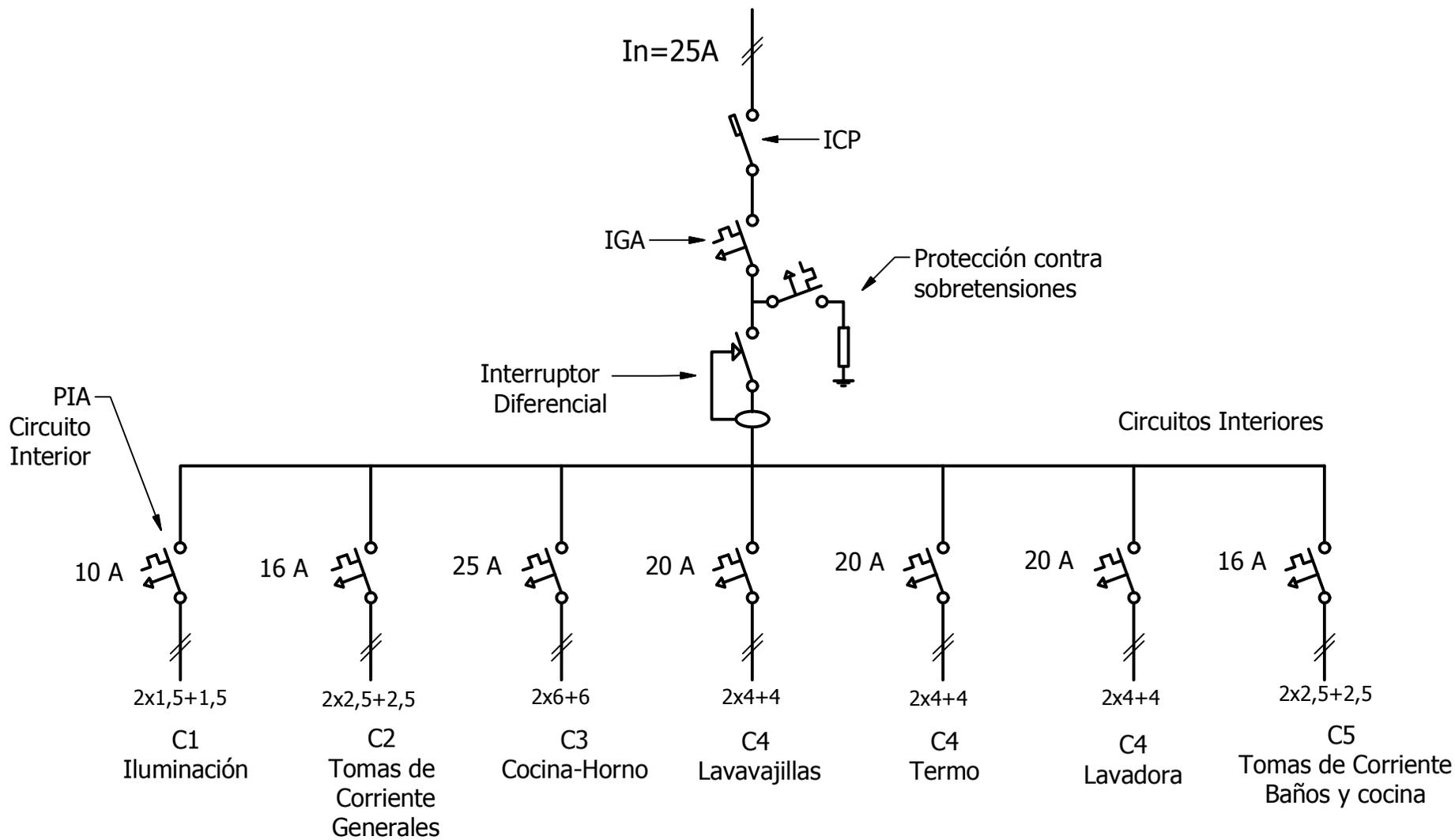
CARGA Kg	CAPACIDAD Personas	EMBARQUES	VELOCIDAD m/s	CABINA			HUECO			PUERTAS P
				CA	CB	HA	HB	R.L.S.	FOSO	
1.000	13	Un embarque	1	1.350	1.600	2.050	1.900	3.600	850	1.000



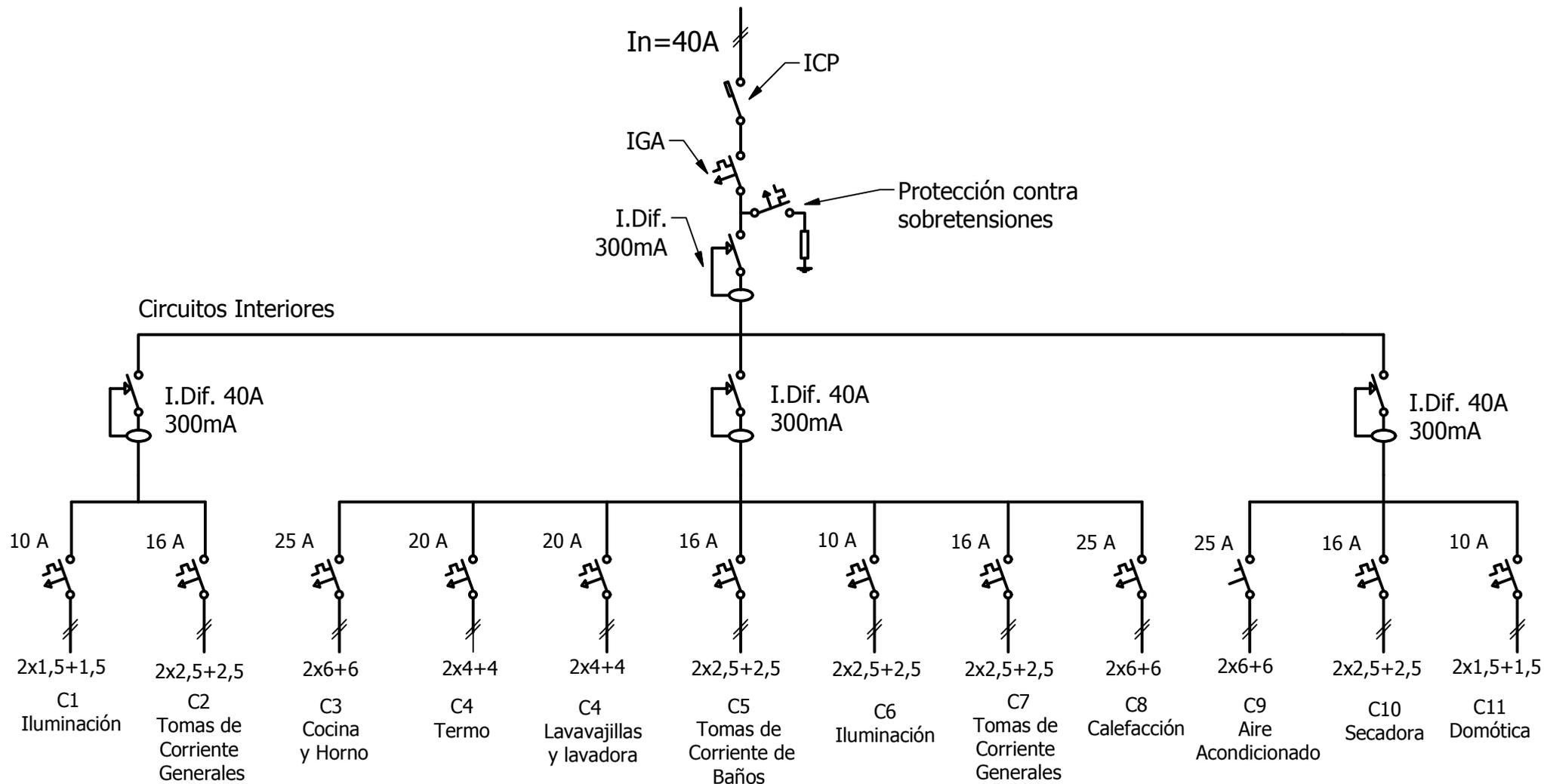
Diseño de Iván Blay	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	Fecha 21/05/2014	 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIEROS INDUSTRIALES VALÈNCIA	Diagrama Nº1
Este diagrama unifilar representa el esquema eléctrico general del edificio, en él se enlaza desde el CT hasta las centralizaciones de contadores		Diagrama Unifilar del Edificio Instalación eléctrica en edificio de 140 viviendas con contadores distribuidos por plantas		



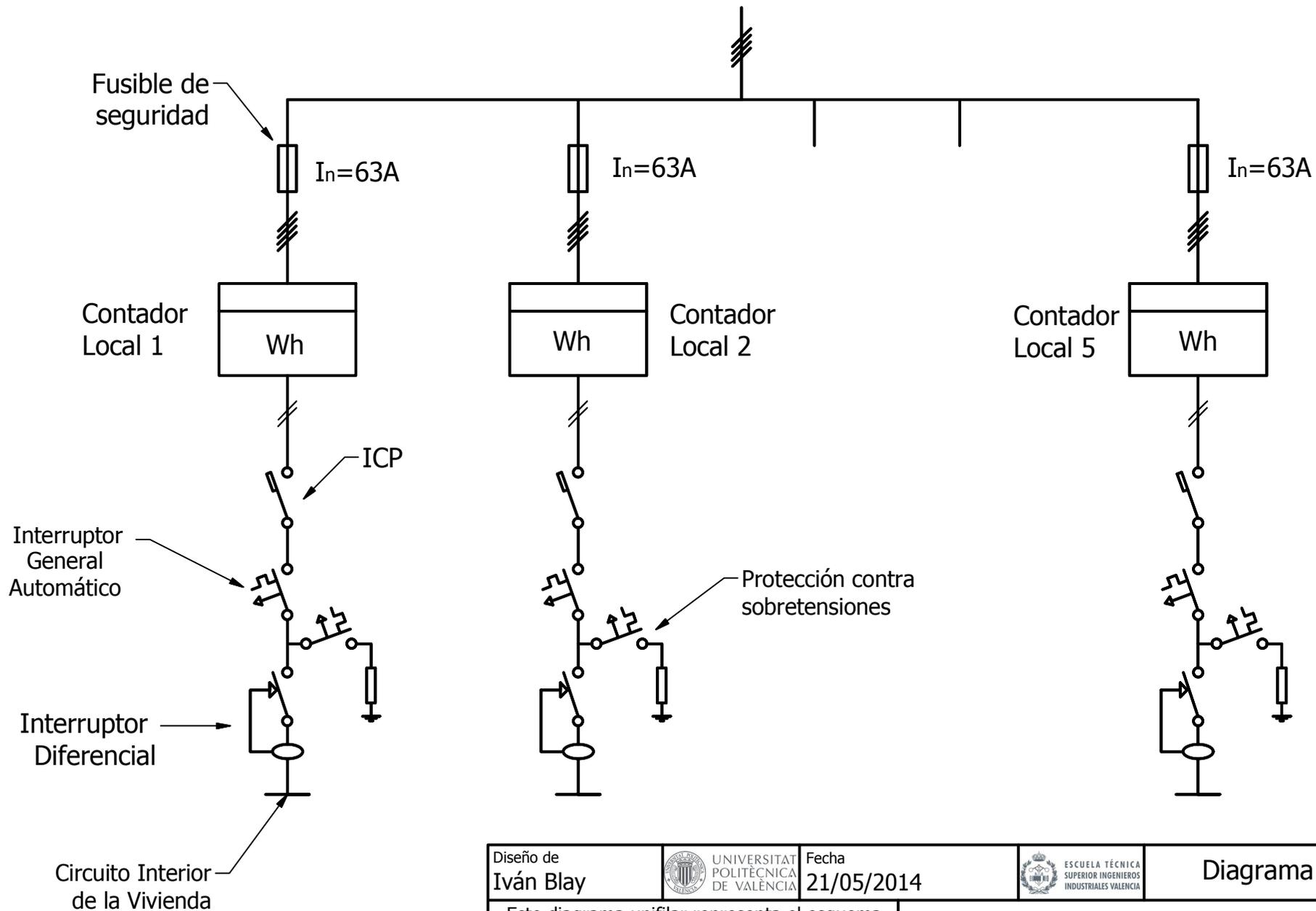
Diseño de Iván Blay	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	Fecha 21/05/2014	 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIEROS INDUSTRIALES VALENCIA	Diagrama Nº2
Este diagrama unifilar representa el esquema eléctrico correspondiente a una de las 14 plantas de viviendas del edificio, enlaza desde la CGP hasta los CGMP		Diagrama Unifilar Planta de Viviendas Instalación eléctrica en edificio de 140 viviendas con contadores distribuidos por plantas		



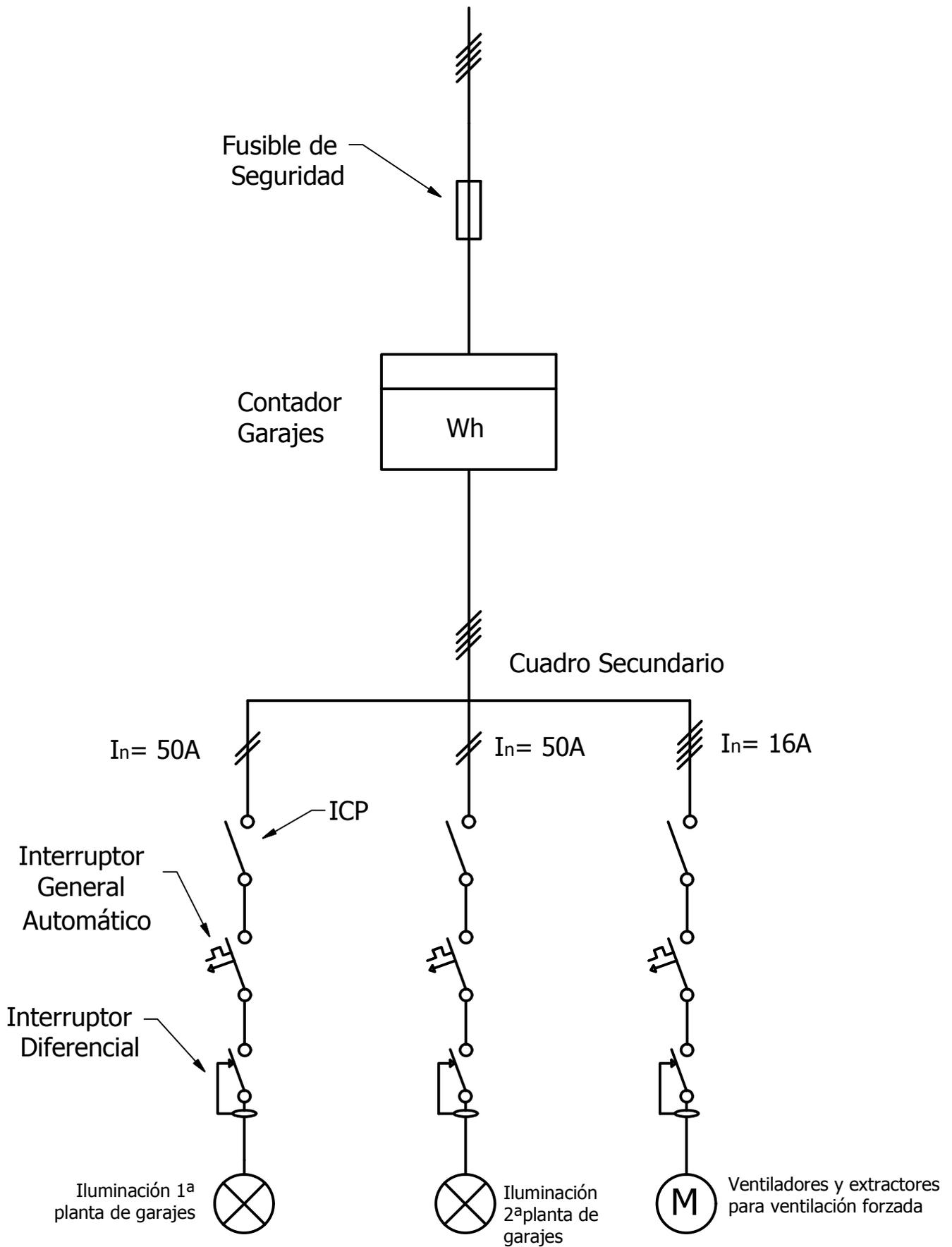
Diseño de Iván Blay	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	Fecha 21/05/2014	 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIEROS INDUSTRIALES VALENCIA	Diagrama Nº3
Este diagrama unifilar representa el esquema eléctrico de una vivienda con grado de electrificación básico, en él se muestra información sobre sus circuitos interiores			Diagrama Unifilar Vivienda Elec. Básica	
			Instalación eléctrica en edificio de 140 viviendas con contadores distribuidos por plantas	



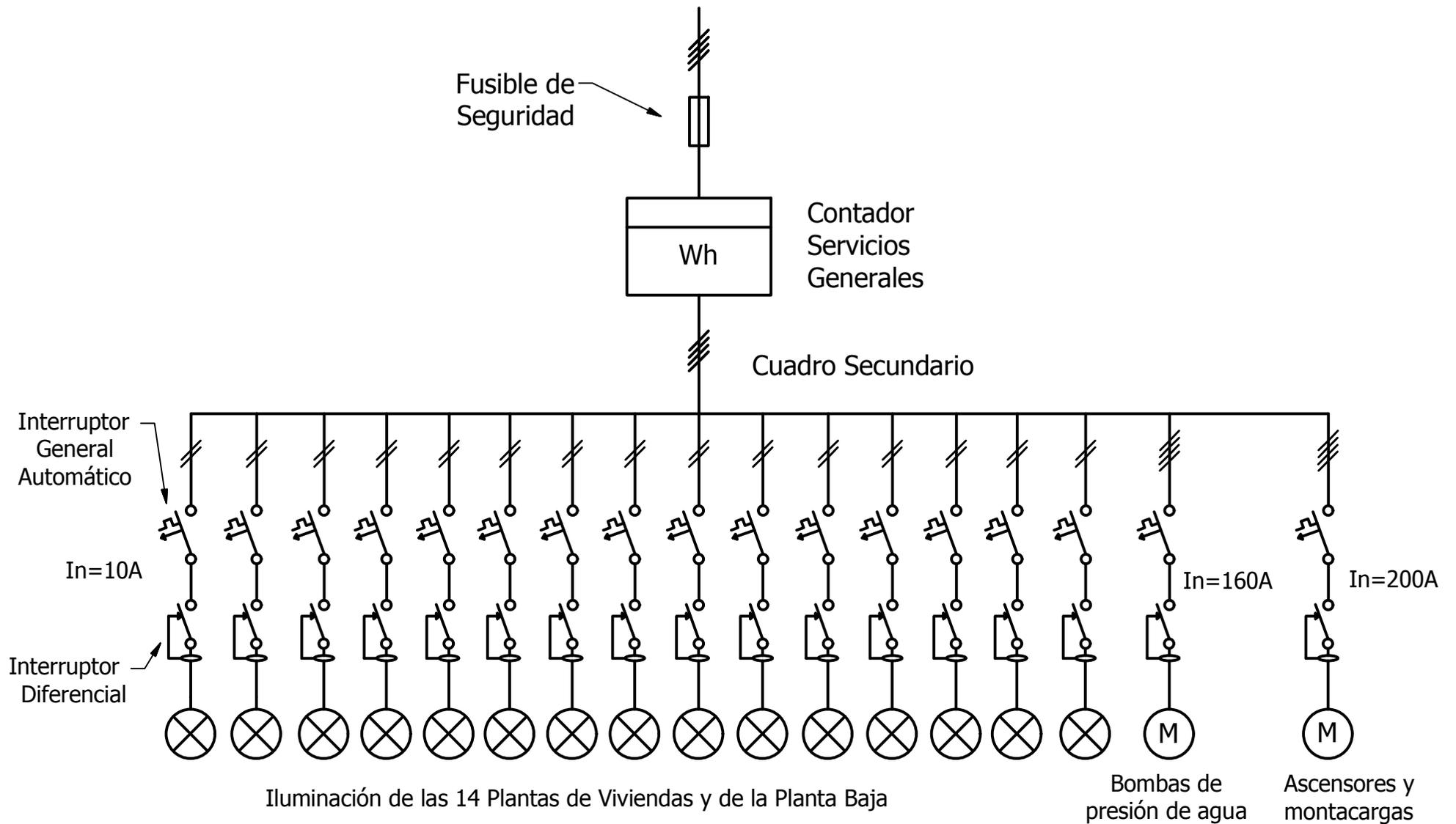
Diseño de Iván Blay	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	Fecha 21/05/2014	 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIEROS INDUSTRIALES VALENCIA	Diagrama Nº4
Este diagrama unifilar representa el esquema eléctrico de una vivienda con grado de electrificación elevado, en él se muestra información sobre sus circuitos interiores		Diagrama Unifilar Vivienda Elec.Elevada		
		Instalación eléctrica en edificio de 140 viviendas con contadores distribuidos por plantas		



Diseño de Iván Blay	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	Fecha 21/05/2014	 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIEROS INDUSTRIALES VALÈNCIA	Diagrama Nº5
Este diagrama unifilar representa el esquema eléctrico correspondiente al suministro de los 5 locales comerciales situados en la planta baja, enlaza desde la CGP hasta los CGMP		Diagrama Unifilar de Locales Instalación eléctrica en edificio de 140 viviendas con contadores distribuidos por plantas		



Diseño de Iván Blay	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	Fecha 21/05/2014	 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIEROS INDUSTRIALES VALÈNCIA	Diagrama N°6
Este diagrama unifilar representa el esquema eléctrico correspondiente al suministro de las 2 plantas subterráneas de plazas de parking, incluyendo el sistema de ventilación forzada		Diagrama Unifilar de Garajes Instalación eléctrica en edificio de 140 viviendas con contadores distribuidos por plantas		



Diseño de Iván Blay	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	Fecha 21/05/2014	 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIEROS INDUSTRIALES VALENCIA	Diagrama Nº7
Este diagrama unifilar representa el esquema eléctrico correspondiente al suministro de los servicios generales del edificio, incluyendo iluminación, bombas de agua y ascensores			Diagrama Unifilar de Servicios Generales Instalación eléctrica en edificio de 140 viviendas con contadores distribuidos por plantas	