



Universidad  
de La Laguna

Escuela Técnica Superior de  
Ingeniería Civil e Industrial

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL**

## **Trabajo Fin de Grado**

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN EDIFICIO DE 12 VIVIENDAS Y  
GARAJE CON INSTALACIÓN PARA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

**Titulación:** Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

**Alumno:** Patricia Álvarez Suárez

**Tutor:** Germán Carlos González Rodríguez

Julio, 2014

## **ÍNDICE GENERAL**

**1.- Introducción – Resumen**

**2.- Memoria descriptiva**

**3.- Memoria justificativa**

**4.- Planos**

**5.- Pliego de condiciones**

**6.- Anexos**

**6.1.- Anexo I – Contraste de hipótesis para vehículos eléctricos**

**6.2.- Anexo II – Estudio luminotécnico de garaje de luminarias de emergencia**

**6.3.- Anexo III – Estudio luminotécnico de garaje de luminarias generales**

**6.4.- Anexo IV – Equilibrio de cargas**

**6.5.- Anexo V – Dimensionamiento**

**6.6.- Anexo VI – Estudio básico de seguridad y salud**

**7.- Presupuesto**

**8.- Conclusión**

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIERÍA  
CIVIL E INDUSTRIAL**

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**TÍTULO**

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN EDIFICIO DE 12 VIVIENDAS Y GARAJE CON  
INSTALACIÓN PARA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

**RESUMEN**

AUTOR

Patricia Álvarez Suárez

TUTOR

Germán Carlos González Rodríguez

## **RESUMEN**

Para finalizar los estudios correspondientes a la Titulación de Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática que se imparte en la Universidad de La Laguna, se ha confeccionado el siguiente Trabajo Fin de Grado cuyo título es “Proyecto de instalación eléctrica de un edificio de 12 viviendas y garaje con instalación para la recarga de vehículos eléctricos”.

La elección de este trabajo ha sido motivada por los conocimientos sobre instalaciones eléctricas y la electricidad en general que se han ido adquiriendo en los cuatro años de formación de la Titulación, despertando gran interés en ellos, gracias a asignaturas que proporcionaron la formación básica como fueron Fundamentos de la ingeniería eléctrica y Ampliación de ingeniería eléctrica y posteriormente las asignaturas de último curso como son Oficina técnica y Proyectos de instalaciones, en las que finalmente se pudo poner en práctica la teoría estudiada en las primeras, en lo que respecta a la redacción de proyectos y estudiando los distintos tipos de sistemas eléctricos. A todo ellos se sumó la realización de las prácticas de empresa externas en la compañía Endesa Distribución que, sin duda, permitieron afianzar lo aprendido y ampliar los conceptos teóricos y la puesta en práctica de los mismos. Estos, entre otros, han sido los factores claves y decisivos que han despertado el interés en este sector de la ingeniería, y que llevaron a cabo la elección del Trabajo Fin de Grado.

En este Proyecto, se ha diseñado la instalación eléctrica de un edificio de 12 viviendas estudiando con detalle todas las necesidades de una edificación residencial actual. Teniendo en cuenta que este tipo de instalaciones están estandarizadas y muy reglamentadas se ha procurado aportar mejoras en lo que respecta a la eficiencia. Así por ejemplo, se ha introducido un segundo cuadro de protección y mando exclusivamente para la cocina. Con esto último se ha mejorado la selectividad en la actuación de las protecciones, así como la distribución de las canalizaciones eléctricas. Esta medida y las que se desarrollan en el proyecto tratan de dar a las viviendas un carácter de lujo funcionalidad y confort, y además preparan las mismas para que en el futuro se puedan implementar sistemas de automatización en las mismas.

Otro aspecto destacable es que se han utilizado, para mejorar la seguridad de los conductores de los vehículos en el acceso al garaje, sistemas de control horarios en alguno de los receptores de iluminación, evitando deslumbramientos según la franja horaria en la que se efectúen.

En el suministro eléctrico de la iluminación de emergencia se ha introducido un sistema de alimentación ininterrumpida (SAI) que permita incrementar la vida útil de las fuentes de luz, y también un mejor mantenimiento y uso de las mismas en caso de fallo de suministro. La integración del SAI posibilitará, además, proporcionar para otros suministros un servicio de continuidad y calidad de la señal eléctrica.

El diseño que más aportaciones ofrece en el proyecto dada la trascendencia que tendrá en los próximos años es la recarga de vehículos eléctricos en el garaje comunitario del edificio a partir de la aplicación e interpretación de un Real Decreto aún en fase de proyecto con título de “Proyecto de real decreto por el que se establecen los requisitos y condiciones técnicas básicas de la infraestructura necesaria para posibilitar la recarga efectiva y segura de los vehículos eléctricos y por el que se aprueba la ITC-BT-52 y se modifican otras instrucciones técnicas

complementarias de reglamento electrotécnico de baja tensión”. Las motivaciones que han fomentado la implementación de este tipo de instalación vienen dadas por el gran auge que con el paso del tiempo están teniendo los vehículos eléctricos en las compañías de automóviles, que cada vez más invierten en mejoras de funcionamiento, estandarización y de autonomía de estos vehículos y que por tanto incitan al usuario a depositar más confianza en esta forma de desplazamiento. También debido a la movilización e implicación que están teniendo las compañías eléctricas en producir y mejorar las distintas formas de recarga en lo que se refiere a puestos de recarga públicos y privados, tarifas especiales para este tipo de suministros, sistemas inteligentes de gestión de la recarga y formas de pago. Por tanto, con estos alicientes, se ha hecho una propuesta que optimiza la recarga, de acuerdo a los distintos esquemas de instalación que se presentan en la norma antes citada, adaptándola a las características de la edificación, y teniendo en cuenta a los posibles usuarios, la administración de la comunidad del edificio y la compañía eléctrica. El diseño se fundamenta en la instalación de puntos de recarga individual para cada una de las plazas de aparcamiento en el garaje comunitario del edificio, permitiendo con ello más posibilidades de negociación en función de los usos entre clientes y comercializadores de energía eléctrica.

## **ABSTRACT**

To complete the studies corresponding to the Degree in Industrial Electronics and Automatic Engineer taught at the University of La Laguna, it has been made the following Final Degree Work titled "Project of electric installation of a building of 12 dwellings and garage facility for recharging electric vehicles".

The choice of this work has been motivated by knowledge of electronics and electricity in general that have been acquired in the four formative years of the Degree, arousing great interest in them, due to subjects which provided basic formation such were Fundamentals of Electrical Engineering and Expansion of electrical engineering and later the subjects of last year as Technical Office and Installation Projects, which finally they were able to put into practice the theory studied in the first ones, regarding to the writing of projects and studying different types of electrical systems. To all of them was added the performing external business practices that were done in the company Endesa Distribution that undoubtedly allowed to reinforce learning and expand the theory concepts and the implementation thereof. These, among others, have been the key and critical factors that have attracted interest in the field of engineering, and they decided the choice of Final Degree Project.

In this Project, it has been designed the electrical system of a building of 12 dwellings trying to study in detail all the needs of an actual residential building. Considering that such installations are highly regulated and standardized care has been taken to provide improvements with respect of efficiency. Thus, for example, has been introduced a second box protection and control exclusively for kitchen. With the latter has improved selectivity in the action of protection and the distribution of electrical canalization. This measure and those developed in the project give a character of luxury homes functionality and comfort, and also prepare them for the future can be implemented automation systems therein.

Another important aspect is that have been used to improve the safety of drivers of vehicles in the access to the garage, time control systems in some of the light receptors, preventing glare according to the times in which they made.

In the electricity supply of emergency lighting has been introduced an uninterruptible power supply (UPS) that allows increasing the life of the light sources, and also a better maintenance and use of them in the event of power failure. Integrating UPS also enable other supplies to provide service continuity and quality of the electrical signal.

The design that provide more input on the project considering the importance it will have in the coming years is recharging electric vehicles in the community garage of the building from the application and interpretation of a Royal Decree still in draft form with title "Draft Royal Decree establishing the basic technical requirements and conditions necessary to enable effective and safe charging of electric vehicles and on the ITC-BT-52 is approved and other technical instructions for altering established infrastructure Electrical low voltage regulations". The motivations that have promoted the implementation of this type of installation are given by the boom that over time are having electric vehicles in car companies, which increasingly invest in operational improvements, standardization and autonomy these vehicles and therefore prompt the user to deposit more confidence in this type of displacement. Also because of the

mobilization and involvement that are taking electric companies to produce and improve the ways of recharging regarding to positions of public and private recharging, special tariffs for these types of supplies, intelligent management systems recharge and payment methods. Therefore, with these incentives, has made a proposal that optimizes recharge, according to the different installation diagrams which are shown in the abovementioned standard, adapted to the characteristics of the building, and considering potential users the administration of the community building and the electric company. The design is based on the installation of individual points for each of the parking spaces in the community garage of the building recharge, thereby allowing more negotiation possibilities in terms of applications between clients and marketers of electricity.

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIERÍA  
CIVIL E INDUSTRIAL**

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**TÍTULO**

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN EDIFICIO DE 12 VIVIENDAS Y GARAJE CON  
INSTALACIÓN PARA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

**MEMORIA DESCRIPTIVA**

**AUTOR**

Patricia Álvarez Suárez

**TUTOR**

Germán Carlos González Rodríguez



## Índice de contenido

ACRÓNIMOS Y SIGLAS .....	5
CAPÍTULO 1: Aspectos generales del proyecto .....	6
1.- Objeto .....	6
2.- Objetivos técnicos.....	6
3.- Alcance.....	6
4.- Emplazamiento .....	6
5.- Descripción del emplazamiento .....	6
5.1.- Características generales del edificio.....	6
5.2.- Número de viviendas por planta.....	6
5.3.- Superficie de cada una de las viviendas.....	7
5.4.- Descripción de los espacios comunes.....	7
5.5.- Descripción del garaje.....	8
6.- Legislación utilizada en el proyecto.....	8
6.1.- Instalación eléctrica .....	8
6.2.- Recarga vehículos eléctricos .....	8
6.3.- Normativa iluminación:.....	9
CAPÍTULO 2: CONDICIONES DE PARTIDA .....	10
1.- Descripción de las condiciones de partida .....	10
CAPÍTULO 3: DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA TÉCNICA .....	11
2.- Requerimientos abastecimiento. Previsión de potencia.....	11
2.1.- Viviendas .....	11
2.2.- Vehículos eléctricos .....	12
2.3.- Garaje .....	12
2.4.- Zonas comunes .....	12
2.5.- Ascensor .....	12
3.- Tipo de suministro energético de la instalación.....	12
4.- Descripción de las instalaciones .....	12
4.1.- Acometida .....	12
4.2.- Caja general de protección .....	15
4.3.- Línea general de alimentación .....	17

4.4.- Equipos de medida. Centralización de contadores .....	18
4.5.- Derivación individual .....	20
4.6.- Instalación interior. Viviendas .....	22
4.7.- Instalación interior. Zonas comunes .....	30
4.8.- Instalación interior. Garaje .....	33
4.9.- Instalación interior. Vehículos eléctricos .....	36
4.10.- Instalación interior. Ascensor .....	36
4.11.- Puesta a tierra .....	39
4.12.- Iluminación y luminarias.....	40
5.- Recarga vehículos eléctricos .....	44
5.1.- Introducción .....	44
5.2.- Objeto .....	44
5.3.- Esquema de la instalación .....	44
5.4.- Modo de recarga .....	45
5.5.- SAVE: Sistema de Alimentación del Vehículo Eléctrico.....	45
5.6.- Punto de recarga .....	45
5.7.- Proceso de recarga .....	47
5.8.- Instalación eléctrica.....	47

## Índice de tablas

TABLA 1: SUPERFICIE DE LAS VIVIENDAS .....	7
TABLA 2: SUPERFICIE DE LAS ZONAS COMUNES .....	7
TABLA 3: GRADO DE ELECTRIFICACIÓN DE LAS VIVIENDAS.....	11
TABLA 4: CARACTERÍSTICAS DE CANALIZACIONES ENTERRADAS.....	14
TABLA 5: CARACTERÍSTICAS CANALIZACIONES EMPOTRADAS.....	18
TABLA 6: SECCIONES Y DIÁMETROS PARA DERIVACIONES INDIVIDUALES .....	21
TABLA 7: SECCIONES Y DIÁMETROS PARA INSTALACIÓN INTERIOR DE VIVIENDA.....	26
TABLA 8: CARACTERÍSTICAS CUADRO DE DISTRIBUCIÓN DE VIVIENDA.....	27
TABLA 9: PROTECCIONES DE LA INSTALACIÓN INTERIOR DE VIVIENDAS .....	29
TABLA 10: TIPO DE TOMA DE CORRIENTE PARA INSTALACIÓN INTERIOR DE VIVIENDAS .....	30
TABLA 11: SECCIÓN Y DIÁMETRO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE ZONAS COMUNES.....	31
TABLA 12: CARACTERÍSTICAS CUADRO DE DISTRIBUCIÓN DE ZONAS COMUNES .....	32
TABLA 13: SECCIÓN Y DIÁMETRO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE GARAJE .....	34
TABLA 14: SECCIÓN Y DIÁMETRO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE SAI .....	34
TABLA 15: CARACTERÍSTICAS CUADRO DE DISTRIBUCIÓN DEL GARAJE .....	35
TABLA 16: SECCIÓN Y DIÁMETRO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE ASCENSOR .....	37
TABLA 17: CARACTERÍSTICAS DEL CUADRO DE DISTRIBUCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL ASCENSOR.....	38
TABLA 18: CARACTERÍSTICAS DE LA LUMINARIA DEL GARAJE.....	41
TABLA 19: CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA .....	43
TABLA 20: CARACTERÍSTICAS DE LAS LUMINARIAS DE EMERGENCIA.....	43
TABLA 21: CARACTERÍSTICAS DEL WALL-BOX.....	46

## Índice de ilustraciones

ILUSTRACIÓN 1: ARQUETA A1 .....	15
---------------------------------	----

## **ACRÓNIMOS Y SIGLAS**

En la siguiente lista se muestran los acrónimos y siglas utilizado a lo largo de los documentos del proyecto con el fin de esclarecer el significado de los mismos.

- Pins: Potencia instalada
- Pprev: Potencia prevista
- Int Prev: Intensidad prevista
- REBT: Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión
- ITC: Instrucción Técnica Complementaria
- BT: Baja Tensión
- LGA: Línea General de Alimentación
- DI: Derivación Individual
- CC: Centralización de Contadores
- VE: Vehículo Eléctrico
- RD: Real Decreto

## **CAPÍTULO 1: ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO**

### **1.- Objeto**

El objeto del presente proyecto es el de conformar el Trabajo Fin de Grado de la carrera universitaria de Grado de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática y de consolidar y poner en práctica los conocimientos adquiridos durante el transcurso de la misma. El trabajo será titulado como “Proyecto de instalación eléctrica de un edificio de 12 viviendas y garaje con instalación para recarga de vehículos eléctricos”.

### **2.- Objetivos técnicos**

Los objetivos técnicos propuestos para este proyecto son los de definir, justificar, medir y presupuestar el diseño de las instalaciones eléctricas del edificio de viviendas a ejecutar.

### **3.- Alcance**

El alcance del proyecto se destina a la instalación eléctrica de un edificio de 12 viviendas en lo que respecta a la instalación interior de las viviendas, zonas comunes, ascensor, garaje, e instalación de enlace con la red eléctrica pública y estudio lumínico de la iluminación del garaje, tanto general como de emergencia. Además se realiza también el estudio e instalación eléctrica de puntos de recarga para vehículos eléctricos en el garaje comunitario del edificio.

### **4.- Emplazamiento**

El edificio objeto de estudio se halla situado en la calle *2ª Transversal El Cardón, El Toscal* en el término municipal de *Los Realejos*, lugar claramente definido en el Plano nº 1 que se acompaña en este Proyecto.

### **5.- Descripción del emplazamiento**

#### **5.1.- Características generales del edificio**

Según la tipología edificatoria es un edificio con entrada común con actividad residencial. Se compone de cuatro plantas de vivienda (Planta baja, primera planta, segunda planta y tercera planta) además de una cubierta y sobrecubierta y garaje.

#### **5.2.- Número de viviendas por planta**

La planta baja del edificio se compone por dos viviendas, la primera planta tiene tres viviendas, la segunda planta cuatro viviendas y la tercera planta tres viviendas.

### 5.3.- Superficie de cada una de las viviendas

En la siguiente tabla se muestran los metros cuadrados correspondientes a cada una de las viviendas:

<b>SUPERFICIE VIVIENDA</b>		
<b>Nº de vivienda</b>	<b>Vivienda (m2)</b>	<b>Planta</b>
Vivienda 1	136,24	Baja
Vivienda 2	126,90	Baja
Vivienda 3	118,23	Primera
Vivienda 4	104,52	Primera
Vivienda 5	88,75	Primera
Vivienda 6	89,56	Segunda
Vivienda 7	94,00	Segunda
Vivienda 8	89,05	Segunda
Vivienda 9	72,23	Segunda
Vivienda 10	70,45	Tercera
Vivienda 11	84,96	Tercera
Vivienda 12	68,22	Tercera

Tabla 1: Superficie de las viviendas

### 5.4.- Descripción de los espacios comunes

Las zonas comunes del edificio cuentan con recibidor principal a la entrada del edificio, pasillos que comunican a cada una de las viviendas, descansillos entre planta y planta, escaleras de acceso y ascensor. Además de una zona de trasteros ubicada en la planta baja.

<b>SUPERFICIE DE ZONAS COMUNES</b>	
<b>Zona</b>	<b>Metros cuadrados (m<sup>2</sup>)</b>
Zona común planta baja	64,52
Zona común planta primera	95,98
Zona común planta segunda	28,97
Zona común planta tercera	20,64
<b>TOTAL</b>	<b>210,11</b>

Tabla 2: Superficie de las zonas comunes

## **5.5.- Descripción del garaje**

El edificio de viviendas cuenta con un garaje de 403,41 m<sup>2</sup> de superficie con ventilación a través de tres ventanas y puerta del garaje con rejilla. Tiene una puerta de acceso interior al edificio y la puerta de acceso desde o al exterior para los vehículos. El número de estacionamientos que conforman el garaje es de 12 plazas.

## **6.- Legislación utilizada en el proyecto**

### **6.1.- Instalación eléctrica**

- RD 842/2002 del 2 de agosto y publicado en el BOE nº 224 de 18 de septiembre de 2002 de conformidad con el Consejo de Estado y modificado por el RD 560/2010 – Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT)
- RD 842/2002 del 2 de agosto y publicado en el BOE nº 224 de 18 de septiembre de 2002 de conformidad con el Consejo de Estado y modificado por el RD 560/2010 – Guía Técnica de Aplicación del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT)
- Normas UNE de referencia utilizadas en el REBT
- Orden de 16 de abril de 2010, por la que se aprueban las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace, en el ámbito de suministro de Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U. y Distribuidora Eléctrica del Puerto de La Cruz, S.A.U., en el territorio de la Comunidad Autónoma de Canarias.
- Orden por la que se aprueba la norma técnica particular de redes de distribución de baja tensión, en el ámbito territorial de la comunidad autónoma de canarias.
- Norma GE NNH001 - Arquetas prefabricadas para canalizaciones subterráneas
- Norma GE NNH002 - Marcos y tapas de fundición para canalizaciones subterráneas
- Código Técnico de la Edificación

### **6.2.- Recarga vehículos eléctricos**

- RD 647/2011, de 9 de mayo, por el que se regula la actividad de gestor de cargas del sistema para la realización de servicios de recarga energética.
- Proyecto de RD por el que se establecen los requisitos y las condiciones técnicas básicas de la infraestructura necesaria para posibilitar la recarga efectiva y segura de los vehículos eléctricos y a tal efecto se aprueba la ITC-BT-52 “Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos” y se modifican las otras instrucciones técnicas complementarias del reglamento electrotécnico para baja tensión
- IEC 61851 - Sistema conductivo de carga para vehículos eléctricos

- IEC 62196-2/2011 - Bases, clavijas, conectores de vehículo y entradas de vehículo. Carga conductiva de vehículos eléctricos. Parte 2: Compatibilidad dimensional y requisitos de intercambiabilidad para los accesorios de espigas y alvéolos en corriente alterna.

### **6.3.- Normativa iluminación:**

- UNE-EN 12464-1/2012. Iluminación. Iluminación de los lugares de trabajo. Parte 1: Lugares de trabajo en interiores.
- Código técnico de la edificación, DB SU 4 – Documento básico de seguridad de utilización frente al riesgo causado por iluminación inadecuada.



## **CAPÍTULO 2: CONDICIONES DE PARTIDA**

### **1.- Descripción de las condiciones de partida**

En el presente proyecto se toman como puntos de partida en la ejecución del mismo los aspectos que se citan a continuación, y por tanto son condicionantes para la redacción del mismo.

La primera condición de partida y a partir de la cual se estudiará y planteará el diseño de las instalaciones son los planos aportados por el proyecto de edificación del arquitecto tanto de cada una de las plantas que conforman el edificio (planta baja, primera planta, segunda planta y tercera planta), plano de sótano, cubierta, sobrecubierta, alzados, secciones y emplazamiento del mismo.

Además de los planos también se cuenta con información referente al proyecto de edificación respecto a la instalación de red de tierras.

Se establecerán viviendas de grado de electrificación elevado algunas de las presentes en el edificio dadas las condiciones establecidas para las mismas respecto a su uso y a los equipamientos que compondrán las mismas y así dar la posibilidad de obtener un mayor grado de confort y ampliación de uso.

Otro aspecto condicionante para el presente proyecto es el punto de conexión del edificio a la red de distribución eléctrica, que ha sido impuesto por la empresa Endesa Distribución a través de un armario de distribución cercano a la parcela del edificio.

En lo referente a los vehículos eléctricos se toma como punto de partida el “Proyecto de real decreto por el que se establecen los requisitos y las condiciones técnicas básicas de la infraestructura necesaria para posibilitar la recarga efectiva y segura de los vehículos eléctricos y a tal efecto se aprueba la ITC-BT-52 “Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos” y se modifican las otras instrucciones técnicas complementarias del reglamento electrotécnico para baja tensión” que se encuentra aún en fase de borrador y del que se realizará el estudio necesario para realizar la instalación eléctrica de los puntos de recarga.

## **CAPÍTULO 3: DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA TÉCNICA**

### **2.- Requerimientos abastecimiento. Previsión de potencia.**

La demanda de energía prevista del edificio estará basada en la estimación de consumo de las instalaciones de las zonas comunes y con ellas la instalación referente a la recarga de vehículos eléctricos, instalaciones del garaje, ascensor y consumo de cada vivienda.

La potencia total prevista para el correcto funcionamiento de la instalación eléctrica del edificio, y teniendo en cuenta los distintos receptores a instalar, es de 128,27 kW, que serán abastecidos por la red de energía de la empresa distribuidora.

El factor de potencia aplicado a la instalación será de 0,8.

A continuación se indican los consumos de los circuitos referidos a cada instalación y la correspondiente distribución de cargas en las líneas.

#### **2.1.- Viviendas**

La carga correspondiente al conjunto de viviendas se obtendrá de acuerdo al número de las mismas, y a la aplicación del coeficiente de simultaneidad.

La carga máxima por vivienda dependerá del grado de utilización correspondiente, por tanto en aquellas en las que el grado de electrificación sea básico la previsión de cargas será de 5.750W, y para las que posean una electrificación elevada, su potencia prevista será de 11.500W.

<b>Nº de vivienda</b>	<b>Grado Electrificación</b>
Vivienda 1	Elevado
Vivienda 2	Elevado
Vivienda 3	Elevado
Vivienda 4	Básico
Vivienda 5	Básico
Vivienda 6	Básico
Vivienda 7	Básico
Vivienda 8	Básico
Vivienda 9	Básico
Vivienda 10	Básico
Vivienda 11	Básico
Vivienda 12	Básico

Tabla 3: Grado de electrificación de las viviendas

El factor de simultaneidad aplicado a las viviendas será de 3,8.

## **2.2.- Vehículos eléctricos**

El factor de simultaneidad utilizado en la instalación de recarga para los vehículos eléctricos es de 1.

La potencia prevista por punto de recarga es de 3.680 W.

Se distribuirán uniformemente cada instalación de recarga entre las distintas fases de conexión del edificio.

## **2.3.- Garaje**

En el circuito de iluminación se ha aplicado un factor de 1,8 a la potencia instalada para la obtención de la potencia prevista.

En el motor de la puerta de acceso al garaje se ha aplicado un factor de 1,25 sobre la potencia instalada.

En el circuito de iluminación de emergencia del garaje se utilizará como fuente de alimentación de las mismas un dispositivo tipo Sistema de alimentación ininterrumpida (SAI).

## **2.4.- Zonas comunes**

En el circuito de iluminación general y de emergencia se ha aplicado un factor de 1,8 a la potencia instalada para la obtención de la potencia prevista.

## **2.5.- Ascensor**

En el motor del ascensor se ha aplicado un factor de 1,25 sobre la potencia instalada.

## **3.- Tipo de suministro energético de la instalación**

El suministro energético de la instalación eléctrica del edificio de viviendas será a través de la conexión a la red general de energía eléctrica con un suministro en baja tensión de trifásico más neutro, a 400 voltios de tensión de línea y frecuencia de 50 Hz.

El suministro de la acometida, punto de conexión, se realizará a través la salida número 1 de un conjunto de distribución 24 situado en el solar colindante con el edificio que se encuentra sin edificar.

## **4.- Descripción de las instalaciones**

### **4.1.- Acometida**

Línea que proviene de la red de distribución de la Compañía Distribuidora situada en la vía pública ante el edificio y de la cual acometerá a la caja general de protección, pudiéndose observar su emplazamiento en el Plano nº2, en fachada, en un lugar libre y con acceso desde la vía pública.

La acometida será de tipo subterránea-empotrada, circulando en su tramo subterráneo por las vías de acceso para peatones, la acera, y durante su tramo empotrado discurrirá por la los cimientos fachada exterior del edificio, sin recorrer en ningún momento la propiedad privada de cada una de las viviendas.

La caída de tensión máxima de la línea según datos suministrados por la empresa distribuidora desde el punto de conexión facilitado será de 3%.

#### ***4.1.1.- Trazado***

El trazado que sigue la línea de la acometida se realizará mediante instalación subterránea-empotrada, el recorrido más corto y rectilíneo posible desde el punto de conexión hasta la CGP por terrenos de dominio público y como se indica en el Plano nº2.

Se debe respetar el radio de curvatura mínimo fijado por el fabricante.

#### ***4.1.2.- Cable***

Los conductores utilizados en la instalación cuatro cables de aluminio, unipolares RV AL, de tensión asignada 0,6/1 kV y se instalarán bajo tubo.

El aislamiento utilizado de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de policloruro de vinilo (PVC).

La sección del cable será de 185 mm<sup>2</sup>.

La sección del neutro se establecerá igual a la de los conductores de fase.

#### ***4.1.3.- Tubo***

La canalización de la acometida se realizará con tubo corrugado de polietileno de color rojo.

La resistencia a la compresión del tubo será de 450 N y grado normal. El resto de características serán las indicadas en la tabla que sigue:

<b>TUBOS EN CANALIZACIONES ENTERRADAS</b>		
<b>Característica</b>	<b>Código</b>	<b>Grado</b>
Resistencia a la compresión	No Aplicable	250 N / 450 N / 750 N
Resistencia al impacto	No Aplicable	Ligera / Normal / Normal
Temperatura mínima de instalación y servicio	No Aplicable	No Aplicable
Temperatura máxima de instalación y servicio	No Aplicable	No Aplicable
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos solidos	4	Contra objetos D>= 1mm
Resistencia a la penetración del agua	3	Protegido contra el agua en forma de lluvia
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	0	No declarada
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada
Para tubos embebidos en hormigón aplica 250 N y grado Ligero; para tubos en suelo ligero aplica 450 N y grado Normal; para tubos en suelos pesados aplica 750 N y grado Normal		

Tabla 4: Características de canalizaciones enterradas

Se dispondrá de un tubo de reserva.

El diámetro interior de la canalización será de 200 mm.

#### **4.1.4.- Zanjas**

Dado que la zanja será realizada en acera el tubo quedará enterrado a una profundidad de 0.45 m del pavimento de la acera con un recubrimiento de arena mínimo inferior de 0.03m y un recubrimiento superior de 0.06m. La zanja quedará cubierta con baldosas de acera.

#### **4.1.5.- Arquetas**

En el recorrido de la acometida se instalarán 2 arquetas de tipo A1 para facilitar la manipulación de los cables así como en los cambios de dirección.

Cada arqueta dispondrá de una tapa de arqueta y su respectivo marco.

En el Plano nº2 encontramos la situación de las arquetas.

Las siguientes figuras muestran las dimensiones que deben poseer las mismas

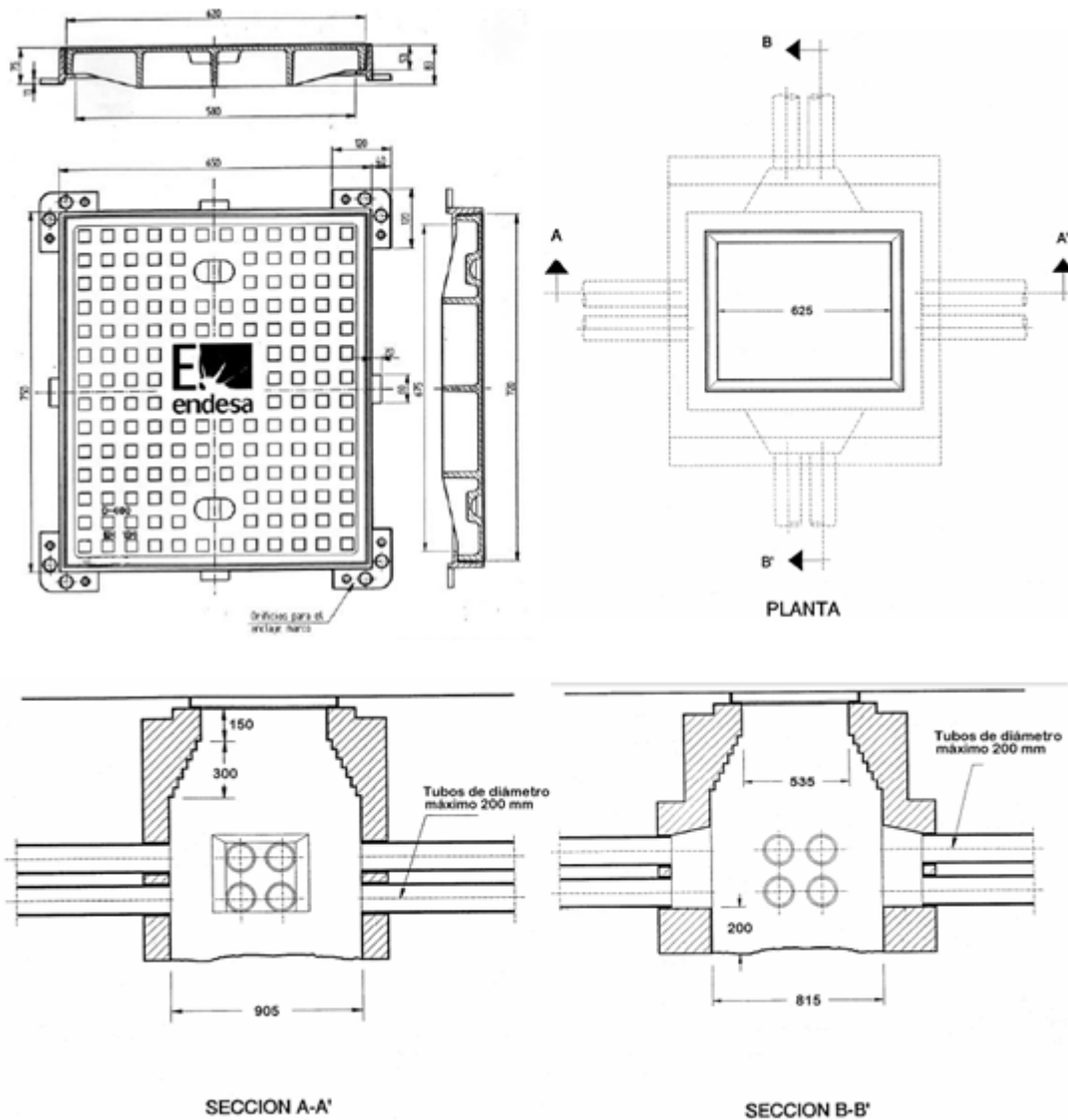


Ilustración 1: Arqueta A1

#### 4.1.6.- Protección

El punto de conexión en el armario de distribución con bases tripolares verticales deberá llevar una protección mediante fusible gG NH-1 de calibre 250 A.

#### 4.2.- Caja general de protección

La caja general de protecciones sirve para conectar la instalación del edificio a la red de la empresa distribuidora. En ella se realiza físicamente la conexión y delimita la propiedad y la responsabilidad de la empresa distribuidora. Contiene las protecciones necesarias para evitar que las averías se extiendan a la red de distribución y puedan afectar a otros clientes.

Se instalará una CGP con denominación CGP-9-250.

- Se ubicará en la fachada exterior del edificio, al lado de la puerta de acceso al mismo según se indica en el Plano nº6 con el fin de facilitar el acceso permanente a la misma.
- Su instalación será sobre nicho en pared a una altura del suelo de 30 cm, cerrada con una puerta metálica con grado de protección IK10, protegida contra la corrosión y con cerradura o candado normalizado por la empresa distribuidora.
- En el nicho se realizarán los orificios necesarios para alojar los conductos de entrada y salida de la acometida de la red general.
- Esta instalación deberá estar lo más alejada posible de otras instalaciones, ya sea, agua, gas, teléfono, etc.
- Su constitución se basa en bornes de conexión y bases de los cortacircuitos fusibles para todos los conductores de fase, que serán del tipo NH con bornes de conexión y una conexión amovible situada a la izquierda de las fases para el neutro.
- El cierre de las tapas se realizará mediante dispositivos de cabeza triangular, de 11 mm de lado.
- La tapa de la CGP será tal que en posición abierta quede unida al cuerpo de la caja, en caso contrario, si está unida por bisagras, su ángulo de apertura será superior a 90 grados.

#### ***4.2.1.- Características del neutro***

El neutro se constituye por una conexión amovible de pletina de cobre, situada a la izquierda de las fases, mirando la CGP como si estuviera en posición de servicio.

El dispositivo de apriete correspondiente ha de ser inoxidable de cabeza hexagonal y con arandela incorporada.

La sección mínima que debe tener la pletina seccionable del neutro es de 100 mm<sup>2</sup>.

#### ***4.2.2.- Bases de los cortacircuitos fusibles***

Las bases de cortacircuitos fusibles serán unipolares y permitirán su desmontaje e intercambiabilidad.

Tendrá pantallas aislantes entre todos los polos con un espesor mínimo de 2,5 mm.

El tipo de base utilizado será NH – 1.

#### ***4.2.3.- Conexiones de entrada y salida***

Las conexiones de entrada y salida serán mediante terminales de pala.

#### **4.2.4.- Esquema de instalación**

El esquema de instalación de la CGP será tipo 9.

#### **4.2.5.- Dimensiones de la CGP**

Tendrá su interior ventilado a través de una rejilla de huecos uniformemente distribuidos que comunican permanentemente con el exterior.

Se colocara a pie de la CGP de dimensiones 30x75 cm [fondo x alto] de la que partirán dos tubos flexibles con espiral de refuerzo de PVC rígido embutido de 160 mm. El ángulo de curvatura de estas canalizaciones no debe ser inferior a 90 grados.

#### **4.2.6.- Fusibles**

En base a la corriente circulante por la línea general de alimentación, los fusibles instalados en la CGP para proteger a la misma serán de 250 A de calibre.

### **4.3.- Línea general de alimentación**

Línea que une la Caja General de Protección con la Centralización de Contadores.

La caída de tensión máxima permitida ha de ser de 0,5%.

La instalación de la LGA será en instalación empotrada en obra.

#### **4.3.1.- Cable**

El conductores a utilizar serán de cobre, unipolares, con aislamiento de XLPE para una tensión 0,6/1 kV, no propagadores de incendio y con emisión de humos y opacidad reducida y con designación RZ1-K (AS) o similar. El montaje de la instalación será de conductor aislado en el interior de tubos empotrados en obra.

La sección de los conductores de fase y neutro será de 120 mm<sup>2</sup>.

#### **4.3.2.- Tubo**

Las características del tubo instalado serán como mínimo las indicadas a continuación:



<b>TUBOS EN CANALIZACIONES EMPOTRADAS</b>		
Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	2	Ligera
Resistencia al impacto	2	Ligera
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos solidos	4	Contra objetos D>= 1mm
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15º
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Tabla 5: Características canalizaciones empotradas

La canalización ha de ser de 160 mm de diámetro.

#### **4.3.3.- Protección**

La línea general de alimentación se protegerá por fusibles de 250 A de tipo gG y tamaño NH-1 ubicados en la CGP.

#### **4.4.- Equipos de medida. Centralización de contadores**

La centralización de contadores estará concebida para albergar los aparatos de medida, mando, control y protección de todas y cada una de las derivaciones individuales que se alimentan desde la propia centralización.

##### **4.4.1.- Emplazamiento**

La centralización de contadores se ubicará de forma que esté centralizada en un lugar según el esquema 2.2.2 que indica el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión en su Instrucción Técnica Complementaria 12. La ubicación de la misma será en el rellano de acceso del edificio en un local que sólo podrá ser destinado a contener esta instalación.

##### **4.4.2.- Características**

El local tendrá una altura de 2,30 m y una anchura mínima en paredes ocupadas por contadores de 1,5 m. Sus dimensiones serán tales que las distancias desde la pared donde se instala la concentración de contadores hasta el primero obstáculo que tenga en frente sean de 1,1 m.

Los contadores se colocan de forma que los integradores se hallen a una altura mínima de 0,5 m del suelo y máxima de 1,8 m.

Los contadores irán en módulos (cajas con tapas precintables).

El grado de protección mínimo que deben cumplir estos conjuntos, de acuerdo con la norma UNE 20324 es IP 40, IK 09, y deberán permitir de forma directa la lectura de los contadores.

Las partes transparentes que permiten la lectura deberán ser resistentes a los rayos ultravioleta.

Las puertas de cierre dispondrán de cerradura normalizada por la empresa suministradora.

Se instalará una luminaria dentro del local, además de una toma de corriente para posibles servicios de mantenimiento.

En las inmediaciones de la centralización se instalará un extintor móvil de eficacia mínima 21B.

La colocación de la centralización de contadores deberá tener desde la parte inferior de la misma y hasta el suelo una altura mínima de 0,25 m y la pantalla de lectura del equipo de medida situado más alto no deberá superar los 1,80 m.

Cada contador y sus fusibles de seguridad tendrán un rótulo indicativo del abonado o derivación a que pertenece.

La puerta de acceso debe abrir hacia el exterior, con una dimensión mínima de 0,7 x 2 m. La resistencia al fuego de la puerta será como mínimo RF60. La cerradura debe ser la normalizada por la empresa distribuidora.

#### ***4.4.3.- Composición***

El suministro e instalación será sobre paramento vertical, en armario de contadores, compuesto por:

- Unidad funcional de interruptor general de maniobra de 250 A
- Unidad funcional de embarrado general de la concentración.
- Unidad funcional de fusibles de seguridad de 63 A
- Unidad funcional de medida formada por 8 módulos de contadores monofásicos para albergar los 12 contadores de las viviendas y los 12 contadores de los vehículos eléctricos, 1 módulo de contadores trifásicos para los contadores de zonas comunes, garaje y ascensor.
- Unidad funcional de mando que contiene los dispositivos de mando para el cambio de tarifa de cada suministro
- Unidades funcionales de embarrado de protección, bornes de salida y conexión a tierra.

- Puesta a tierra de conexiones de la línea repartidora y de las derivaciones individuales a sus correspondientes bornes y embarrados y cableado

#### **4.5.- Derivación individual**

Se dispondrá de 12 derivaciones individuales para las viviendas, una por cada vivienda, 12 derivaciones individuales para las instalaciones de recarga de vehículos eléctricos, una derivación individual para las Zonas comunes, una para el Ascensor y otra para el Garaje.

La derivación individual de cada circuito se dispondrá desde la centralización de contadores hasta el cuadro general de las viviendas, punto de recarga para VE, zonas comunes, ascensor y garaje.

Cada derivación individual será totalmente independiente de las derivaciones correspondientes a otros usuarios o usos disponiendo por tanto de una canalización para cada una de ellas y no permitiéndose compartir cajas de paso o derivación. Cada circuito tendrá características de conductores aislados (fase/s + neutro + conductor de protección + hilo de mando) en tubos empotrados en obra. No se permitirá la instalación de un neutro común para los distintos abonados.

La caída de tensión máxima permitida desde la línea repartidora hasta los dispositivos de mando y protección privados será de 1% al disponer de una centralización de contadores concentrada.

El trazado de las instalaciones de derivación individual seguirá el esquema realizado en los Planos nº 5, 6, 7,8 ,9 ,10.

##### **4.5.1.- Cable**

El cable a utilizar será H07Z1-K (AS), conductor de cobre armonizado de tensión nominal 450/750 V con una naturaleza del aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina con baja emisión de gases corrosivos, de humos y no propagador del incendio. En caso de no disponer de un conductor con las mismas características se instalará otro al menos no propagador del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida para la tensión asignada del cable ya referida y cuyo material sea de cobre dado que con esas consideraciones se realizará el dimensionamiento del circuito y dispositivos.

##### **4.5.2.- Tubo**

La canalización para cada derivación individual será de 32 mm de diámetro como mínimo según la ITC-BT-15 además de instalarse en tubos protectores flexibles, y deberá seguir las características mínimas que exige el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión en su ITC-BT-21 para tubos en canalizaciones empotradas y para tubos en canalizaciones en superficie.

La sección de los conductores de cada DI así como el diámetro de su canalización será la indicada en la siguiente tabla:

<b>SECCIONES DE CABLE Y DIÁMETRO DE TUBO PARA DERIVACIONES INDIVIDUALES</b>					
<b>Circuito</b>	<b>Tipo</b>	<b>Montaje</b>	<b>Int. Circ.(A)</b>	<b>Sección cable (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Diámetro tubo (mm)</b>
Derivación individual Vivienda 1 (DI1)	M	Conductores aislados en tubos empotrados en obra	50,00	25,0	40
Derivación individual Vivienda 2 (DI2)	M	Conductores aislados en tubos empotrados en obra	50,00	25,0	40
Derivación individual Vivienda 3 (DI3)	M	Conductores aislados en tubos empotrados en obra	50,00	25,0	40
Derivación individual Vivienda 4 (DI4)	M	Conductores aislados en tubos empotrados en obra	25,00	16,0	32
Derivación individual Vivienda 5 (DI5)	M	Conductores aislados en tubos empotrados en obra	25,00	16,0	32
Derivación individual Vivienda 6 (DI6)	M	Conductores aislados en tubos empotrados en obra	25,00	10,0	32
Derivación individual Vivienda 7 (DI7)	M	Conductores aislados en tubos empotrados en obra	25,00	10,0	32
Derivación individual Vivienda 8 (DI8)	M	Conductores aislados en tubos empotrados en obra	25,00	10,0	32
Derivación individual Vivienda 9 (DI9)	M	Conductores aislados en tubos empotrados en obra	25,00	10,0	32
Derivación individual Vivienda 10 (DI10)	M	Conductores aislados en tubos empotrados en obra	25,00	10,0	32
Derivación individual Vivienda 11 (DI11)	M	Conductores aislados en tubos empotrados en obra	25,00	10,0	32
Derivación individual Vivienda 12 (DI12)	M	Conductores aislados en tubos empotrados en obra	25,00	10,0	32
DI Vehículos eléctricos. Plaza 1 (DIVE1)	M	Conductores aislados en tubos en montaje superficial	20	6	32
DI Vehículos eléctricos. Plaza 2 (DIVE2)	M	Conductores aislados en tubos en montaje superficial	20	6	32
DI Vehículos eléctricos. Plaza 3 (DIVE3)	M	Conductores aislados en tubos en montaje superficial	20	6	32
DI Vehículos eléctricos. Plaza 4 (DIVE4)	M	Conductores aislados en tubos en montaje superficial	20	6	32
DI Vehículos eléctricos. Plaza 5 (DIVE5)	M	Conductores aislados en tubos en montaje superficial	20	6	32
DI Vehículos eléctricos. Plaza 6 (DIVE6)	M	Conductores aislados en tubos en montaje superficial	20	6	32
DI Vehículos eléctricos. Plaza 7 (DIVE7)	M	Conductores aislados en tubos en montaje superficial	20	6	32
DI Vehículos eléctricos. Plaza 8 (DIVE8)	M	Conductores aislados en tubos en montaje superficial	20	6	32
DI Vehículos eléctricos. Plaza 9 (DIVE 9)	M	Conductores aislados en tubos en montaje superficial	20	6	32
DI Vehículos eléctricos. Plaza 10 (DIVE10)	M	Conductores aislados en tubos en montaje superficial	20	6	32
DI Vehículos eléctricos. Plaza 11 (DIVE11)	M	Conductores aislados en tubos en montaje superficial	20	6	32
DI Vehículos eléctricos. Plaza 12 (DIVE12)	M	Conductores aislados en tubos en montaje superficial	20	6	32
DI Cuadro Zonas comunes (CZC)	T	Conductores aislados en tubos empotrados en obra	11,8	6	32
DI Cuadro Garaje (CG)	T	Conductores aislados en tubos empotrados en obra	8,87	6	32
DI Cuadro Ascensor (CA)	T	Conductores aislados en tubos empotrados en obra	16,91	6	32

Tabla 6: Secciones y diámetros para derivaciones individuales

#### 4.5.3.- Protección

Todas las líneas de derivación individual se protegerán por un fusible NEOZED de 63 A ubicados en la centralización de contadores.

#### **4.6.- Instalación interior. Viviendas**

En el presente Trabajo de Fin de Grado se proyectará la instalación eléctrica de una única vivienda que se utilizará como vivienda tipo de las que componen el edificio. Dicha vivienda será la número 1, con grado de electrificación elevado, ubicada en la planta baja. Las prescripciones y detalles que se especifican para la misma serán de aplicación en el resto de viviendas del mismo grado de electrificación. En las de grado de electrificación básico se exceptúan las consideraciones para los circuitos de calefacción (C8), aire acondicionado (C9) y secadora (C10).

##### **4.6.1.- Prescripciones generales**

- Las canalizaciones admitirán, como mínimo, dos conductores activos de igual sección, uno de ellos identificado como conductor neutro y el otro como conductor de fase y además el conductor de protección.
- Cada circuito discurrirá por diferentes tubos, no pudiendo por causa alguna, simultanearse entre sí por los distintos tubos.
- No se utilizará el mismo conductor neutro para varios circuitos.
- Las canalizaciones eléctricas 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.
- Los conductores de la instalación deberán ser fácilmente identificables, por los colores que presenten sus aislamientos.

Dichos colores serán:

**Fase:** color gris, marrón o negro.

**Neutro:** color azul claro.

**Protección:** color amarillo-verde.

- Todos los circuitos dispondrán de conductor de protección de idénticas características que el de fase activa y el neutro.
- Las derivaciones a los mecanismos eléctricos serán verticales, es decir, sin curvas.
- Los interruptores, conmutadores y cruzamientos irán instalados en las paredes a 1,10m del suelo según se indican en los Planos nº 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 y 19.
- Las tomas de corriente del circuito C2 irán ubicadas a 0,20 m de altura del pavimento.
- Las tomas de corriente de cocina/horno (circuito C3) y lavadora/lavavajillas (circuito C4) irán a 0,70 m de altura del suelo.

- Las tomas de corriente del circuito C5 de la cocina irán ubicadas fuera de un volumen delimitado por los planos verticales situados a 0,5 m del fregadero y de la encimera de cocina
- En los cuartos de baño no se instalará ningún punto de toma eléctrica (C5) a menos de 1 m. de la bañera.
- Todos los mecanismos en el interior de la vivienda van ubicados en cajas empotradas en tabiquería, las cuales deben quedar a ras del tabique y solo debe sobresalir el grosor de la placa embellecedora.
- Los zumbadores se colocarán a una distancia del techo de 30 cm. y, la distancia al pavimento de los timbres será de 110 cm.
- Las cajas registro se disponen en número y situación según necesidades de forma que permitan una fácil introducción y retirada de los conductores del interior de los tubos.
- Las conexiones se realizarán siempre dentro de estas cajas nunca en el interior de los tubos.

#### ***4.6.2.- Circuitos***

La vivienda contará con 8 circuitos que serán distribuidos en dos cuadros. Un cuadro general de la vivienda, y un subcuadro situado en la cocina cuya instalación se realizará con un cable en las mismas condiciones que la derivación individual a la vivienda que partirá del cuadro general.

Dado el grado de electrificación elevado, previendo la instalación de circuitos de aire acondicionado, secadora y calefacción, los circuitos a instalar son los siguientes:

##### ***4.6.2.1.-Circuito de iluminación (C1)***

Circuito de distribución interna dedicado a alimentar los puntos de iluminación de la vivienda a través del paso de corriente permitido por los mecanismos eléctricos (Interruptores, conmutadores y cruzamientos) accionados de forma manual.

##### ***4.6.2.2.-Circuito de tomas de corriente de uso general (C2)***

Circuito de distribución interna dedicado a tomas de corriente de uso general y frigorífico..

##### ***4.6.2.3.-Circuito de tomas de corriente para cocina y horno (C3)***

Circuito de distribución interna destinado a alimentar la cocina y el horno.

##### ***4.6.2.4.-Circuito de tomas de corriente para lavadora, lavavajillas y termo (C4)***

Circuito de distribución interna destinado a alimentar la lavadora, lavavajillas y termo eléctrico.

Este circuito a su vez se divide en tres circuitos, cada uno que derive a su correspondiente receptor y protegido a través de un interruptor automático.

Como particularidad, el circuito para alimentación de lavadora en el cuarto de la cubierta transcurre hasta el cuarto de la cubierta, este llevará cable de 2,5 mm<sup>2</sup> de sección bajo tubo de 20 mm corrugado transcurriendo por zonas comunes y a través de los montantes de la manera más rectilínea y corta posible. Dentro del cuarto de la cubierta se instalará una caja de derivación desde la que partirá cable de 2,5mm<sup>2</sup> para la toma del circuito C4 y cable de 1,5 mm<sup>2</sup> para la luminaria. Dicho circuito irá protegido con un magnetotérmico de 16 A en el cuadro de distribución interior.

#### 4.6.2.5.-Circuito de tomas de corriente para cuartos de baño y cocina (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..

#### 4.6.2.6.-Circuito de tomas de corriente para calefacción (C8)

Circuito de distribución interna destinado a la instalación de calefacción eléctrica.

#### 4.6.2.7.-Circuito de tomas de corriente para aire acondicionado (C9)

Circuito de distribución interna destinado a la instalación de aire acondicionado.

#### 4.6.2.8.-Circuito de tomas de corriente para secadora (C10)

Circuito de distribución interna destinado a la instalación de una secadora independiente.

### **4.6.3.- Prescripciones para circuito de baño**

Para instalaciones en cuartos de baño o aseo se tendrán en cuenta los volúmenes de protección y prohibición indicados en la ITC-BT-27.

En el volumen de prohibición no se instalarán interruptores, tomas de corriente ni aparatos de iluminación.

En el volumen de protección no se instalarán interruptores.

Podrán instalarse aparatos de alumbrado de instalación fija, preferentemente de la Clase II de aislamiento.

Tanto en el interior de los volúmenes de prohibición como de protección, las canalizaciones se realizarán exclusivamente a base de conductores aislados colocados bajo tubos aislantes.

Se instalará una conexión equipotencial local suplementaria que debe unir el conductor de protección asociado con las partes conductoras accesibles de los equipos de Clase I en los volúmenes 1,2,3, incluidas las tomas de corriente, las canalizaciones metálicas de los servicios de suministro y desagües, canalizaciones metálicas de calefacciones centralizadas y sistemas de aire acondicionado, partes metálicas accesibles de la estructura del edificio y cualquier parte susceptible de transferir tensiones.

#### 4.6.4.- Cable

El tipo de cableado instalado será de conductores de cobre (Cu), unipolares, aislados con policloruro de vinilo (PVC), tensión de aislamiento 450/750 V y con designación H07V-K.

#### 4.6.5.- Tubo

El tipo de canalización a utilizar será de tubo flexible corrugado empotrado en obra con las siguientes características:

<b>TUBO EMPOTRADO EN OBRA</b>		
Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	2	Ligera
Resistencia al impacto	2	Ligera
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5°C
Temperatura máxima de instalación y 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. $D \geq 1 \text{ mm}$
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 y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

La superficie interior de los tubos no debe tener en ningún punto aristas, asperezas o fisuras.

#### 4.6.6.- Previsión de potencia

En la instalación interior de la vivienda se ha considerado una potencia prevista de cada circuito en base a factores de uso, simultaneidad y potencia prevista por toma. La previsión de potencia total de la vivienda es de 11638 W.

#### 4.6.7.- Dimensionamiento

La sección de cable y diámetro de tubo de cada circuito son las que se indican en la tabla mostrada a continuación:



<b>SECCIÓN DE CONDUCTORES Y DIÁMETRO DE CANALIZACIÓN</b>			
<b>Cuadro de distribución interior</b>			
<b>Circuito</b>		<b>Sección Fase y Neutro ITC-BT-25 (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Diámetro del tubo ITC-BT-25 (mm)</b>
<b>Nombre</b>	<b>Uso</b>		
C1	Iluminación	1,5	16
C2	Tomas de uso general	2,5	20
C4	Lavadora	2,5	20
C5	Baño, cuarto de cocina	2,5	20
C8	Calefacción	6	25
C9	Aire acondicionado	6	25
<b>Subcuadro de distribución a cocina</b>			
<b>Circuito</b>		<b>Sección Fase y Neutro , ITC-BT-25 (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Diámetro del tubo (mm)</b>
<b>Nombre</b>	<b>Uso</b>		
C1	Iluminación	1,5	16
C2	Tomas de uso general	2,5	20
C3	Cocina y horno	6	25
C4	Lavavajillas	2,5	
	Termo	2,5	
C5	Baño, cuarto de cocina	2,5	20
C8	Calefacción	6	25
C10	Secadora	6	25

Tabla 7: Secciones y diámetros para instalación interior de vivienda

#### 4.6.8.- Cuadro de mando y protección

Tanto el cuadro de distribución general de la vivienda como el subcuadro de distribución para la cocina deberán cumplir con las siguientes especificaciones.

Aloja todos los dispositivos de seguridad, de protección y de distribución de la instalación interior de la vivienda.

Situado en la entrada la vivienda según se indica en los Planos nº 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 y 19 y a una altura del suelo de 1,80 m respecto a su parte superior.

Montado sobre un armario de montaje empotrado y de dimensiones suficientes para contener los elementos de mando y protección de los circuitos interiores.

La envolvente del cuadro tendrá un grado de protección mínimo IP30 e IK07

Será fabricado con materiales no inflamables

El dispositivo de control de potencia irá en una caja en el mismo cuadro donde se ubican los dispositivos generales de mando y protección.

El cuadro instalado ha de ser el que se cita a continuación. En caso de no ser posible la adquisición del mismo se instalará uno cuyas condiciones mínimas sean las citadas para el primero.

<b>Cuadro de distribución de vivienda</b>	
<b>Marca</b>	Schneider Electric
<b>Modelo</b>	Mini Pragma empotrable P.P., 2F 24M
<b>Corriente nominal</b>	63 A
<b>Número mínimo de módulos</b>	24
<b>Montaje</b>	Carril DIN
<b>Altura</b>	377 mm exterior 353 mm pared
<b>Anchura</b>	294 mm exterior 270 mm pared
<b>Profundidad</b>	80 mm pared 18 mm exterior

Tabla 8: Características cuadro de distribución de vivienda

En dicho cuadro se procura proteger contra distintos fenómenos:

- **Protección contra sobreintensidades:** Protección contra los efectos de las sobreintensidades (sobrecargas y cortocircuitos) que puedan presentarse mediante interruptores automáticos (magnetotérmicos).
- **Protección contra contactos directos e indirectos:** Se asegurará la protección de las personas y animales domésticos contra los choques eléctricos.
  - *Contactos directos:* Para los contactos directos se tratará de proteger a las personas contra los peligros que pueden derivarse de un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos. Para ello se realizará la instalación bajo tubo empotrado en obra, evitando que de forma accidental se pueda acceder a las partes activas de la instalación, así como la instalación de envolventes en el cuadro general de mando y protección.
  - *Contactos indirectos:* Para este tipo de contactos se realizará un corte automático de la alimentación después de la aparición de un fallo con el fin de evitar que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo a través de interruptores diferenciales.
  - *Protección contra sobretensiones:* Esta protección se basa en proteger las instalaciones eléctricas interiores contra las sobretensiones transitorias que se transmiten por las redes de distribución y que se originan,

fundamentalmente, como consecuencia de las descargas atmosféricas, conmutaciones de redes y defectos en las mismas.

Los elementos contenidos en cada uno de los cuadros de electrificación básica, que, a pesar de no ser proyectadas las viviendas de este grado de electrificación, se establecen los dispositivos que deben componer sus cuadros, son los siguientes:

- 1 interruptor general automático de corte omnipolar, para protección contra sobre intensidades de todos los circuitos interiores. El IGA será 2x25A.
- 1 Interruptor diferencial de 2x40 y sensibilidad de 30 mA, para protección contra contactos indirectos de todos los circuitos.
- 7 interruptores magnetotérmicos de dos polos de corte unipolar para las protecciones de cada uno de los circuitos. El tipo de curva del interruptor automático será C, usado para alumbrado y tomas de corriente.
- 1 Protección contra sobretensiones tipo 2 (PRD20)

Los elementos contenidos en cada uno de los cuadros de electrificación elevada son los siguientes:

- 1 interruptor general automático de corte omnipolar, para protección contra sobre intensidades de todos los circuitos interiores. El IGA será 2x50A.
- 7 Interruptores diferenciales de 2x40 y 2x63 A y sensibilidad de 30 mA, para protección contra contactos indirectos de todos los circuitos.
- 14 interruptores magnetotérmicos de dos polos de corte unipolar para las protecciones de cada uno de los circuitos. El tipo de curva del interruptor automático será C usado para alumbrado y tomas de corriente.
- 1 Protección contra sobretensiones tipo 2 (PRD20)

En la siguiente tabla se muestran los valores de los parámetros que tomara cada dispositivo en el cuadro de distribución interna:

PROTECCIONES DE LA INSTALACIÓN INTERIOR				
Cuadro de distribución interior				
Circuito		IGA (A)	Interruptor Diferencial 30mA (A)	Interruptor Magnetotérmico (A)
Nombre	Uso			
C1	Iluminación	63	63	10
C2	Tomas de uso general			16
C4	Lavadora			20
C5	Baño, cuarto de cocina			16
C9	Aire acondicionado			25
C8	Calefacción			40
CG-SCC			40	
Subcuadro de distribución a cocina				
Circuito		IGA (A)	Interruptor Diferencial 30mA (A)	Interruptor Magnetotérmico (A)
Nombre	Uso			
C1	Iluminación		63	10
C2	Tomas de uso general			16
C4	Lavavajillas			16
	Termo			16
C5	Baño, cuarto de cocina			16
C3	Cocina y horno			25
C10	Secadora		40	16
C8	Calefacción	40	25	

Tabla 9: Protecciones de la instalación interior de viviendas

Del mismo modo, en el Esquema Unifilar, Plano nº21 de la vivienda se muestra detalladamente la instalación interior de la misma junto con sus dispositivos de protección y mando.

#### 4.6.9.- Mecanismos eléctricos

A continuación se muestra una tabla resumen del tipo de toma de corriente que corresponde a cada uno de los circuitos:

TIPO DE TOMA DE CORRIENTE		
Nombre del circuito	Uso	Tipo de toma de corriente
C1	Iluminación	Schuko 16 A 2P+T
C2	Tomas de uso general	Schuko 16 A 2P+T
C3	Cocina y horno	Schuko 25 A 2P+T
C4	Lavadora	Schuko 16 A 2P+T
	Lavavajillas	Schuko 16 A 2P+T
	Termo	Schuko 16 A 2P+T
C5	Baño, cuarto de cocina	Schuko 16 A 2P+T
C8	Calefacción, suelo radiante	Caja de conexión con regleta de conexión y dispositivo de retención de cable
C9	Aire acondicionado	Caja de conexión con regleta de conexión y dispositivo de retención de cable
C10	Secadora	Schuko 16 A 2P+T

Tabla 10: Tipo de toma de corriente para instalación interior de viviendas

## 4.7.- Instalación interior. Zonas comunes

### 4.7.1.- Cable

Cable de cobre flexible clase 5 con aislamiento de Poliolefina Termoplástica libre de halógenos, tensión de aislamiento 450/750V y con designación H07Z1-K (AS)

### 4.7.2.- Tubo

El tipo de canalización a utilizar será de tubo flexible corrugado empotrado en obra:

TUBO EMPOTRADO EN OBRA		
Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	2	Ligera
Resistencia al impacto	2	Ligera
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5°C
Temperatura máxima de instalación y 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. $D \geq 1 \text{ mm}$
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 y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

La superficie interior de los tubos no debe tener en ningún punto aristas, asperezas o fisuras.

#### 4.7.3.- Dimensionamiento

Las secciones y diámetros de las instalaciones pertenecientes a las zonas comunes son las siguientes:

<b>DIMENSIONAMIENTO DE ZONAS COMUNES</b>		
<b>Circuito</b>	<b>Sección cable (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Diámetro tubo (mm)</b>
Alumbrado general 1 (plantas + emergencia)	1,5	16
Alumbrado general 2 (plantas + emergencia)	1,5	16
Alumbrado escaleras	1,5	16
Tomas de corriente	2,5	20

Tabla 11: Sección y diámetro de la instalación eléctrica de zonas comunes

#### 4.7.4.- Cuadro de mando y protección

Situado en la centralización de contadores según se indica en el los Plano nº6 y a una altura del suelo de 1,80 m respecto a su parte superior.

Montado sobre un armario de montaje empotrado y de dimensiones suficientes para contener los elementos de mando y protección de los circuitos interiores.

La envolvente del cuadro tendrá un grado de protección mínimo IP30 e IK07

Será fabricado con materiales no inflamables

El dispositivo de control de potencia irá en una caja en el mismo cuadro donde se ubican los dispositivos generales de mando y protección.

El cuadro instalado ha de ser el que se cita a continuación. En caso de no ser posible la adquisición del mismo se instalará uno cuyas condiciones mínimas sean las citadas para el primero.

<b>Cuadro de zonas comunes</b>	
<b>Marca</b>	Schneider Electric
<b>Modelo</b>	Mini Pragma superficie P.P., 1F 8M
<b>Corriente nominal</b>	63 A
<b>Número mínimo de módulos</b>	8
<b>Montaje</b>	Carril DIN
<b>Altura</b>	198mm exterior
<b>Anchura</b>	196 mm exterior
<b>Profundidad</b>	95.5 mm exterior

Tabla 12: Características cuadro de distribución de zonas comunes

En dicho cuadro se procura proteger contra distintos fenómenos:

- **Protección contra sobrecargas:** Protección contra los efectos de las sobrecargas (sobrecargas y cortocircuitos) que puedan presentarse mediante interruptores automáticos (magnetotérmicos).
- **Protección contra contactos directos e indirectos:** Se asegurará la protección de las personas y animales domésticos contra los choques eléctricos.
  - *Contactos directos:* Para los contactos directos se tratará de proteger a las personas contra los peligros que pueden derivarse de un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos. Para ello se realizará la instalación bajo tubo empotrado en obra, evitando que de forma accidental se pueda acceder a las partes activas de la instalación, así como la instalación de envolventes en el cuadro general de mando y protección.
  - *Contactos indirectos:* Para este tipo de contactos se realizará un corte automático de la alimentación después de la aparición de un fallo con el fin de evitar que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo a través de interruptores diferenciales.
  - *Protección contra sobretensiones:* Esta protección se basa en proteger las instalaciones eléctricas interiores contra las sobretensiones transitorias que se transmiten por las redes de distribución y que se originan, fundamentalmente, como consecuencia de las descargas atmosféricas, conmutaciones de redes y defectos en las mismas.

Los elementos contenidos en el cuadro serán:

- 1 Interruptor diferencial de 4x40 y sensibilidad de 30 mA, para protección contra contactos indirectos de todos los circuitos.
- 3 interruptores magnetotérmicos de dos polos de corte unipolar para las protecciones de cada uno de los circuitos. El tipo de curva del interruptor automático será C, usado para alumbrado y tomas de corriente.
- 1 Protección contra sobretensiones tipo 2 (PRD20)
- 2 interruptores minuterios de 2 polos 230V
- 2 contactores NA de 2 polos 230 V
- 1 interruptor de control de potencia

#### **4.8.- Instalación interior. Garaje**

El emplazamiento del garaje se considera de clase I y zona 1.

Las entradas y salidas de tubos que no se utilicen deberán cerrarse mediante piezas de cierre de canalizaciones.

##### **4.8.1.- Cable**

Cable de cobre flexible clase 5 con aislamiento de Poliolefina Termoplástica libre de halógenos, tensión de aislamiento 450/750V y con designación H07Z1-K (AS)

Las entradas y salidas de tubos que no se utilicen deberán cerrarse mediante piezas de cierre de canalizaciones.

##### **4.8.2.- Tubo**

El tipo de canalización a utilizar será de tubo flexible corrugado empotrado en obra con las siguientes características:



<b>TUBO EN MONTAJE SUPERFICIAL SEGÚN ITC-BT-29</b>		
<b>Característica</b>	<b>Código</b>	<b>Grado</b>
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Resistencia al impacto	4	Fuerte
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+60°C
Resistencia al curvado	1-2	Rígido/Curvable
Propiedades eléctricas	1-2	Continuidad eléctrica/aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos. $D \geq 1 \text{ mm}$
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 y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

La superficie interior de los tubos no debe tener en ningún punto aristas, asperezas o fisuras.

#### 4.8.3.- Dimensionamiento

Las secciones y diámetros de las instalaciones pertenecientes al ascensor son los siguientes:

<b>DIMENSIONAMIENTO DE GARAJE</b>		
<b>Circuito</b>	<b>Sección cable (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Diámetro tubo (mm)</b>
Alumbrado garaje	1,5	16
SAI	4	20
Tomas de corriente	2,5	20
Motor puerta	2,5	20

Tabla 13: Sección y diámetro de la instalación eléctrica de garaje

<b>DIMENSIONAMIENTO DE SAI</b>		
<b>Circuito</b>	<b>Sección cable (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Diámetro tubo (mm)</b>
Iluminación emergencia garaje	1,5	16

Tabla 14: Sección y diámetro de la instalación eléctrica de SAI

#### 4.8.4.- Cuadro de mando y protección

Tanto el cuadro de SAI como el del garaje se situaran en la planta del estacionamiento según se indica en el Plano nº10 y a una altura del suelo de 1,80 m respecto a su parte superior.

Montado sobre un armario de montaje empotrado y de dimensiones suficientes para contener los elementos de mando y protección de los circuitos interiores.

La envolvente del cuadro tendrá un grado de protección mínimo IP30 e IK07

Será fabricado con materiales no inflamables

El dispositivo de control de potencia irá en una caja en el mismo cuadro donde se ubican los dispositivos generales de mando y protección.

El cuadro instalado ha de ser el que se cita a continuación. En caso de no ser posible la adquisición del mismo se instalará uno cuyas condiciones mínimas sean las citadas para el primero.

<b>Cuadro de garaje</b>	
<b>Marca</b>	Schneider Electric
<b>Modelo</b>	Mini Pragma superficie P.P., 1F 8M
<b>Corriente nominal</b>	63 A
<b>Número mínimo de módulos</b>	8
<b>Montaje</b>	Carril DIN
<b>Altura</b>	198mm exterior
<b>Anchura</b>	196 mm exterior
<b>Profundidad</b>	95.5 mm exterior

Tabla 15: Características cuadro de distribución del garaje

En dicho cuadro se procura proteger contra distintos fenómenos:

- **Protección contra sobreintensidades:** Protección contra los efectos de las sobreintensidades (sobrecargas y cortocircuitos) que puedan presentarse mediante interruptores automáticos (magnetotérmicos).
- **Protección contra contactos directos e indirectos:** Se asegurará la protección de las personas y animales domésticos contra los choques eléctricos.
  - ***Contactos directos:*** Para los contactos directos se tratará de proteger a las personas contra los peligros que pueden derivarse de un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos. Para ello se realizará la instalación bajo tubo empotrado en obra, evitando que de forma accidental

se pueda acceder a las partes activas de la instalación, así como la instalación de envolventes en el cuadro general de mando y protección.

- *Contactos indirectos:* Para este tipo de contactos se realizará un corte automático de la alimentación después de la aparición de un fallo con el fin de evitar que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo a través de interruptores diferenciales.
- *Protección contra sobretensiones:* Esta protección se basa en proteger las instalaciones eléctricas interiores contra las sobretensiones transitorias que se transmiten por las redes de distribución y que se originan, fundamentalmente, como consecuencia de las descargas atmosféricas, conmutaciones de redes y defectos en las mismas.

Los elementos contenidos en el cuadro serán:

- 1 Interruptor diferencial de 4x40 y sensibilidad de 30 mA, para protección contra contactos indirectos de todos los circuitos.
- 3 interruptores magnetotérmicos de dos polos de corte unipolar para las protecciones de cada uno de los circuitos. El tipo de curva del interruptor automático será C, usado para alumbrado y tomas de corriente.
- 1 Protección contra sobretensiones tipo 2 (PRD20)
- 1 interruptor horario de 2 polos 230V
- 1 interruptor minuterio de 2 polos 230 V
- 2 contactores NA de 2 polos 230V
- 1 interruptor de control de potencia

#### **4.9.- Instalación interior. Vehículos eléctricos**

Los aspectos relacionados con la instalación eléctrica de los vehículos eléctricos se tratan en el apartado 5 “Recarga vehículos eléctricos”.

#### **4.10.- Instalación interior. Ascensor**

##### **4.10.1.- Cable**

Cable de cobre flexible clase 5 con aislamiento de Poliolefina Termoplástica libre de halógenos, tensión de aislamiento 450/750V y con designación H07Z1-K (AS)

##### **4.10.2.- Tubo**

El tipo de canalización a utilizar será de tubo flexible corrugado empotrado en obra con las siguientes características:

<b>TUBO EMPOTRADO EN OBRA</b>		
Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	2	Ligera
Resistencia al impacto	2	Ligera
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5°C
Temperatura máxima de instalación y 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. $D \geq 1 \text{ mm}$
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 y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

La superficie interior de los tubos no debe tener en ningún punto aristas, asperezas o fisuras.

#### **4.10.3.- Dimensionamiento**

Las secciones y diámetros de las instalaciones pertenecientes al ascensor son los siguientes:

<b>DIMENSIONAMIENTO DE ASCENSOR</b>		
Circuito	Sección cable (mm <sup>2</sup> )	Diámetro tubo (mm)
Alumbrado ascensor	1,5	16
Motor ascensor	2.5	20

Tabla 16: Sección y diámetro de la instalación eléctrica de ascensor

#### **4.10.4.- Cuadro de mando y protección**

Situado en el cuarto destinado para el ascensor en la cubierta del edificio según se indica en el Plano nº9 y a una altura del suelo de 1,80 m respecto a su parte superior.

Montado sobre un armario de montaje empotrado y de dimensiones suficientes para contener los elementos de mando y protección de los circuitos interiores.

La envolvente del cuadro tendrá un grado de protección mínimo IP30 e IK07

Será fabricado con materiales no inflamables

El dispositivo de control de potencia irá en una caja en el mismo cuadro donde se ubican los dispositivos generales de mando y protección.

El cuadro instalado ha de ser el que se cita a continuación. En caso de no ser posible la adquisición del mismo se instalará uno cuyas condiciones mínimas sean las citadas para el primero.

<b>Cuadro de ascensor</b>	
<b>Marca</b>	Schneider Electric
<b>Modelo</b>	Mini Pragma superficie P.P., 1F 8M
<b>Corriente nominal</b>	63 A
<b>Número mínimo de módulos</b>	8
<b>Montaje</b>	Carril DIN
<b>Altura</b>	198mm exterior
<b>Anchura</b>	196 mm exterior
<b>Profundidad</b>	95.5 mm exterior

Tabla 17: Características del cuadro de distribución de la instalación eléctrica del ascensor

En dicho cuadro se procura proteger contra distintos fenómenos:

- Protección contra sobrecargas: Protección contra los efectos de las sobrecargas (sobrecargas y cortocircuitos) que puedan presentarse mediante interruptores automáticos (magnetotérmicos).
- Protección contra contactos directos e indirectos: Se asegurará la protección de las personas y animales domésticos contra los choques eléctricos.
  - *Contactos directos:* Para los contactos directos se tratará de proteger a las personas contra los peligros que pueden derivarse de un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos. Para ello se realizará la instalación bajo tubo empotrado en obra, evitando que de forma accidental se pueda acceder a las partes activas de la instalación, así como la instalación de envolventes en el cuadro general de mando y protección.
  - *Contactos indirectos:* Para este tipo de contactos se realizará un corte automático de la alimentación después de la aparición de un fallo con el fin de evitar que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo a través de interruptores diferenciales.
  - *Protección contra sobretensiones:* Esta protección se basa en proteger las instalaciones eléctricas interiores contra las sobretensiones transitorias que se transmiten por las redes de distribución y que se originan,

fundamentalmente, como consecuencia de las descargas atmosféricas, conmutaciones de redes y defectos en las mismas.

Los elementos contenidos en el cuadro serán:

- 1 Interruptor diferencial de 4x40 y sensibilidad de 30 mA, para protección contra contactos indirectos de todos los circuitos.
- 2 interruptores magnetotérmicos de dos polos de corte unipolar para las protecciones de cada uno de los circuitos. El tipo de curva del interruptor automático será C.
- 1 Protección contra sobretensiones tipo 2 (PRD20)

#### **4.11.- Puesta a tierra**

Dado que el esquema TT (neutro del CT a tierra y masas de los receptores a tierra) es obligatorio para la distribución pública de energía eléctrica en España, todos los receptores de instalaciones sin CT propio deben conectar las masas de su instalación a tierra obligatoriamente.

El objeto de la puesta a tierra de las masas de los receptores es asegurar la seguridad de las personas ante contactos indirectos limitando la tensión que con respecto a tierra puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar el funcionamiento de las protecciones y eliminar o disminuir riesgos que supone una avería en los materiales eléctricos usados.

Todas las masas metálicas del edificio deben conectarse a tierra (masas de los receptores de baja tensión a través de los conductores de protección, bañeras, duchas metálicas y canalizaciones de agua mediante conector equipotencial, canalizaciones metálicas de agua, gas, depósitos de gasoil, antenas de radio y TV y toda masa metálica importante existente en la zona.

Para la realización de la puesta a tierra del edificio se cuenta con información del proyecto de edificación del edificio del arquitecto donde se indica la presencia en la cimentación del mismo un cable de cobre desnudo formando un anillo cerrado que cubre todo su el perímetro. Dicho anillo está conectado a la estructura metálica del edificio. Las condiciones de instalación existentes son las que se detallan a continuación:

- El conductor de tierra es de cobre, enterrado a 0.8 m de profundidad, de 82 m de largo y con sección de 25 mm<sup>2</sup>.
- Existen en la instalación de puesta a tierra, bornes o puntos de puesta de tierra, donde se conectarán los conductores de protección procedentes de las masas metálicas de los receptores. Dichos bornes se ubican en el local de la centralización de contadores, en la base de la estructura metálica dl ascensores y en el punto de ubicación de la CGP.

- Instalación de 4 picas verticales de 14,2 mm de diámetro separadas 8 m entre sí y con una longitud de 2m.

El valor de resistencia a tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a 24V en un emplazamiento conductor y 50 V en el resto de casos. Para ello establecerá un valor máximo de resistencia de puesta a tierra de 37 ohmios.

Para la comprobación del cálculo de puesta a tierra con las condiciones de partida establecidas se ha realizado un estudio de la resistividad del terreno obteniendo una resistividad de  $400 \Omega \cdot m$ , lo que equivale a un terreno de arenas arcillosas.

Con la instalación realizada por el proyecto de edificación del arquitecto la instalación eléctrica del edificio queda protegida con un valor de resistencia de puesta a tierra de 16,76 ohmios.

## **4.12.- Iluminación y luminarias**

### ***4.12.1.- Iluminación y luminarias zonas comunes***

En la iluminación general de las zonas comunes se procurará conseguir una iluminación de al menos entre 50 y 100 lux con el fin de procurar una iluminación suficiente para el tránsito de personas y/o transporte de objetos.

Con el fin de procurar el máximo ahorro energético posible las luminarias a instalarse serán de tipo fluorescente.

El mecanismo que activa el circuito de iluminación general de zonas comunes se encuentra formado por pulsadores luminosos ubicados en los puntos que se indican en los Planos nº 5, 6, 7, 8, 9, 10. Estos dispositivos activarán el control del suministro a las luminarias con un interruptor minuterio analógico, que deberá ser regulado de forma que su tiempo de actuación sea suficiente para la utilización de la escalera y los rellanos.

### ***4.12.2.- Iluminación y luminarias del garaje***

#### ***4.12.2.1.- Iluminación***

La iluminación del garaje del edificio de viviendas se ha realizado atendiendo a criterios de luminancia para “Áreas de circulación y pasillos de vehículos” de la norma UNE-EN-12464-1 “Iluminación de los lugares de trabajo” a falta de normativa específica para garajes privados.

$$E_m = 150 \text{ lx}$$

$$UGR = 28$$

$$U_o = 0,4$$

$$R_a = 40$$

Los cálculos luminotécnicos referentes a la iluminación del estacionamiento se han realizado mediante el software DIALux y se adjuntan en el ANEXO III.

**4.12.2.2.-Luminaria**

Las luminarias instaladas en el aparcamiento serán fluorescentes y estancas, preferentemente el modelo TCW060 2xTL-D 36W HF de PHILIPS, atendiendo a que los costes económicos sean lo más bajo posible procurando cumplir con los criterios de calidad e iluminación establecidos así como posibilitando una instalación sencilla y un mínimo mantenimiento.

<b>Luminaria del garaje</b>	
Marca	PHILIPS
Modelo	TCW060
Potencia	2 x 36 W
Lámpara	TL-D [MASTER TL-D]
Equipo	HF [Electrónico de alta frecuencia]
IP	65
IK	8

Tabla 18: Características de la luminaria del garaje

El mecanismo que activa el circuito de iluminación se encuentra formado por pulsadores luminosos ubicados en los puntos que se indican en el Plano nº10 y el sensor final de carrera que deberá ir colocado en la guía del motor de accionamiento de la puerta de acceso de vehículos. Ambos dispositivos activaran el control del suministro a las luminarias con un interruptor minuterero analógico, que deberá ser regulado de forma que su tiempo de actuación sea suficiente para la utilización de la escalera, los rellanos y el acceso hasta la plaza de garaje.

Con el fin de evitar deslumbramientos durante el acceso de vehículos al garaje o hacia el exterior, se realizará el control de encendido de la luminaria más cercana a la entrada y salida de vehículos con un interruptor horario analógico, cuya programación deberá ser tal que dé suministro a la luminaria en las horas del día en las que esté presente la luz solar y por tanto exista más luminosidad externa, y lo corte en las que no lo haya, como es el caso de las horas que corresponden al amanecer, atardecer y la noche.

La ubicación tanto del dispositivo interruptor minuterero como interruptor horario será dentro del cuadro de garaje según se indica en los esquemas de mando.

El número de luminarias a instalar será 11, la distribución de las mismas se indica en el Plano nº10

**4.12.3.- Iluminación y luminarias de emergencia**

**4.12.3.1.-Iluminación**

Se realizará la instalación de iluminación de emergencia en todas las zonas comunes del edificio así como en el garaje con el fin de evitar situaciones de pánico en caso de fallo del



alumbrado normal, así como de facilitar la visibilidad a los usuarios de manera que puedan abandonar el edificio siguiendo las señales indicativas.

De igual modo se realizará la instalación de iluminación de emergencia procurando iluminar cuadros de protección y centralización de contadores.

La fuente de suministro de energía para la iluminación será la red general a excepción del garaje, que se alimentará como se indica a continuación.

En las rutas de evacuación se proporcionará a nivel del suelo una iluminancia horizontal mínima de 1 lux.

Se han estimado los posibles puntos donde estarán situados los extintores y cuadros de distribución y se establece la iluminancia mínima de 5 lux.

#### 4.12.3.2.-Luminarias de emergencia para garaje.

En la zona del garaje se instalará un circuito de alumbrado de emergencia formado por el mismo tipo de luminarias utilizadas en la iluminación general. Se utilizará un Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI) para suministrarles la energía que les proporcionará una autonomía de al menos una hora en caso de fallo del suministro eléctrico de la red general. Dichas luminarias darán suministro de alumbrado general en caso de no existir fallo en la red del mismo modo que se especifica en el apartado de "Iluminación y luminarias del garaje".

Se controlará la entrada en funcionamiento de la iluminación de emergencia a través de un relé de mínima tensión que deberá actuar cuando se dé un fallo de alimentación de la red general por debajo del 70% del valor nominal de tensión.

El equipo SAI se ubicará en uno de los armarios disponibles en la planta primera según se indica en el Plano nº5.

El esquema de funcionamiento de este circuito viene especificado en el Plano nº23 *de esquema de mando de SAI*.

El número de luminarias que corresponden al circuito de iluminación de emergencia del garaje es 3 y su ubicación y conexiones se encuentran especificadas en el Plano nº10.

Los cálculos luminotécnicos referentes a la iluminación de emergencia del garaje se han realizado mediante el software DIALux y se adjuntan en el ANEXO II.

El SAI con armario de baterías a instalar ha de ser el siguiente:

<b>SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA (SAI)</b>	
Marca	Legrand
Modelo	WHAD
Potencia (VA)	800
Potencia (W)	560
Autonomía	1h 40m
Nº de armarios y dimensiones H X L X P (mm)	88 x 355 x 390 + 160 x 319 x 390
Armario de baterías adicional para 800	

Tabla 19: Características del sistema de alimentación ininterrumpida

#### 4.12.3.3.-Luminarias de emergencia para zonas comunes.

Las luminarias de emergencia para zonas comunes han sido elegidas de forma que tengan una autonomía de al menos una hora siguiendo la normativa SU4 del Código técnico de la edificación de, por lo tanto serán provistas de instalación eléctrica fija, además de fuente propia de energía mediante batería, entrando la misma en funcionamiento cuando se dé un fallo de alimentación por debajo del 70% del valor nominal de tensión.

Preferentemente se instalará la luminaria:

<b>LUMINARIA DE EMERGENCIA</b>	
Marca	Legrand
Modelo	C3
Lúmenes	160 lx
Autonomía	1 h
IP	42
IK	04

Tabla 20: Características de las luminarias de emergencia

En caso de no ser posible la instalación de dicha luminaria se instalará una similar como mínimo con las mismas características que la ya descrita.

El número de luminarias a instalar en las zonas comunes será 11, la distribución de las mismas se indica en los Planos nº 5, 6, 7, 8, 9, 10.

## **5.- Recarga vehículos eléctricos**

### **5.1.- Introducción**

Con fines docentes se plantea la instalación eléctrica de puntos de recargas para vehículos eléctricos en el aparcamiento privado del edificio, a pesar de no existir una normativa vigente a día de hoy que indique las bases que conforman la instalación eléctrica para este tipo circuitos, se ha tomado como referencia el “Proyecto de real decreto por el que se establecen los requisitos y las condiciones técnicas básicas de la infraestructura necesaria para posibilitar la recarga efectiva y segura de los vehículos eléctricos y a tal efecto se aprueba la ITC-BT-52 “Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos” y se modifican las otras instrucciones técnicas complementarias del reglamento electrotécnico para baja tensión”.

La motivación de tratar el tema de las recargas de vehículos eléctricos en el proyecto es debido al fomento de la energía procedente de fuentes renovables por parte de la Directiva europea 2009/28/CE del 23 de abril, que ha fijado propósitos a nivel nacional obligatorios en consonancia con la cuota de energía procedente de fuentes renovables en el consumo final de energía y con la cuota de energía procedente de fuentes renovables en el transporte. Entre otros:

- Reducción de un 20% de los GEI (gases de efecto invernadero)
- Reducción del 20% del consumo de energía primaria
- Consumo de un 20% de energía de origen renovable

Lo que nos lleva a tomar consciencia de que estos serán difíciles de alcanzar si no se realizan actuaciones en el ámbito del transporte.

En España, el sector transporte representa en torno al 43% de energía final, por lo que el coche eléctrico es una apuesta de futuro que además ofrece mejoras sustanciales frente al transporte tradicional por su reducción de emisiones contaminantes y elevada eficiencia. Así pues pensar en una instauración de estaciones de recarga de vehículos eléctricos en edificios de cara a las previsiones de demanda en este ámbito en los próximos años es estar un paso por delante en la optimización de los recursos y necesidades tecnológicas y energéticas.

### **5.2.- Objeto**

Se proyecta la instalación eléctrica para la recarga de baterías de vehículos eléctricos en el aparcamiento colectivo del edificio. Para ello se distribuyen tomas de recarga para dar alimentación al 100% de la capacidad total del aparcamiento.

En la planta del garaje se instalarán 12 tomas simples de carga lenta para cada una de las plazas de aparcamiento disponibles.

### **5.3.- Esquema de la instalación**

El esquema de instalación empleado será el 3.A según el proyecto de real decreto citado al principio del punto 5.

#### **5.4.- Modo de recarga**

Se aplicará el modo 3 de recarga, consistente en la conexión directa del vehículo eléctrico a la red de alimentación de corriente alterna usando un SAVE donde la función de control piloto se amplía al sistema de control del SAVE, estando esté conectado permanentemente a la instalación de alimentación fija.

#### **5.5.- SAVE: Sistema de Alimentación del Vehículo Eléctrico**

Este equipo de recarga utilizado en el modo tres se encargara de las siguientes funciones:

- Verificar la correcta conexión del vehículo con el Wall-box.
- Activar el sistema de recarga cuando se haya verificado la conexión correcta.
- Controlar la desconexión del vehículo eléctrico.
- Comprobar la continuidad del conductor de puesta a tierra entre el equipo de recarga y el VE

#### **5.6.- Punto de recarga**

Se propone la instalación de puntos de recarga inteligente convencional que permiten la recarga eléctrica del 100% de la batería del vehículo en un tiempo aproximado de 6-8 horas (dependiendo de las especificaciones del vehículo).

Cada punto de recarga del garaje estará formado por un Wall-box, que es un sistema físico que proporciona corriente eléctrica al vehículo enchufado mediante un cable. Este aparato, alimentado por corriente alterna monofásica, aglutina varios componentes que hacen del conjunto un sistema integral de recarga.

- Protección: La protección del Wall-box intenta controlar todo el circuito eléctrico, entre el vehículo y la red. Esta protección será de un magnetotérmico y un diferencial. La protección en un Wall-box es vital, ya que protege al usuario de posibles descargas eléctricas y en segundo lugar protege al vehículo de subidas de tensión, picos o armónicos.
- Medición: Contador eléctrico digital que muestra el consumo on-line. Ayudando llevar un control sobre la energía consumida.
- Programación: Ayuda a establecer rutinas para el uso del Wall-box con un temporizador, mediante el cual podemos marcar el periodo de tiempo que queremos suministrar energía al vehículo; es una herramienta indispensable para poder acogerse a la tarifa Supervalle.
- Conectividad: Conectores que nos dan la oportunidad de conectar el vehículo a la red.
- Seguridad: Aspectos que permiten hacer uso del Wall-box en el momento preciso sin miedo de que una persona ajena a la instalación o que no sea el propietario pueda utilizarla. Los

elementos que la configuran pueden ser, bien una llave para la apertura de elementos de protección o sistemas para la conexión eléctrica, mediante llave o tarjeta bien sean con llave o con tarjeta FIT.

Por tanto las características técnicas necesarias del Wall-box a instalar deberán ser como mínimo:

<b>Wall-box</b>
Contador electrónico de clase A o superior y con resolución mejor o igual a 0,1 kWh y sujetos al control metrológico del Estado.
Lector RFID bajo el estándar ISO 14443.
Display retroalimentado con cristal de protección.
2 LED's para señalización y suministro.
Toma SCHUKO 3 contactos: L, N, TIERRA. Funcionamiento monofásico 230Vac y 16A, 3'7kW. De funcionamiento no simultáneo.
Toma SAE J1772 3 contactos: L, N, TIERRA. Funcionamiento monofásico 230Vac y 16A, 3'7kW.
Cierre de seguridad tipo llave o tarjeta.
Grado de protección mínimo IK 08.
Interruptor diferencial de corriente diferencial-residual máxima de 30 mA.
Interruptor magnetotérmico de 25 A, curva C
Dispositivo de protección contra sobretensiones

Tabla 21: Características del Wall-box

Las características ambientales del punto de recarga deberán ser:

- Temperaturas de operación: -30 °C a +50 °C
- Porcentaje de humedad: 5% a 95%
- Presión atmosférica 860 hPa a 1,060 hPa
- Protección ambiental: IP44
- Protección anti-vandálica

En el caso de no instalar un Wall-box que contenga los elementos citados anteriormente se deberá realizar la instalación del punto de recarga en módulos independientes debidamente instalados y protegidos hasta conseguir tener la instalación especificada en la tabla anterior.

La colocación del punto de conexión en la pared se realizara a una altura de 1 m. Se debe anclar el SAVE a la pared con un sistema mecánico adecuado para el paramento en el que se fije. Y con una longitud de anclaje no inferior a 4cm para evitar que pueda ser arrancado de su fijación. El número de anclajes será un mínimo de 4, no estando separados más de 30cm entre sí en ningún caso

Su instalación se realizará junto a la plaza de aparcamiento del vehículo de forma que este pueda conectarse de forma cómoda y sencilla en la realización de la recarga. La colocación de dichos puntos se muestra indicada en el Plano nº 11. Cada punto de recarga estará identificado en relación a la plaza de aparcamiento asignada.

## 5.7.- Proceso de recarga

El proceso para la conexión y desconexión del sistema de recarga será el siguiente:

Para el sistema de conexión los pasos son:

1. Identificación mediante tarjeta.
2. Apertura del sistema antivandálico.
3. El punto de conexión permite la conexión del VE.
4. Bloqueo del cable al punto de recarga.
5. Comienzo de la carga.

Y para el de desconexión:

1. Identificación mediante tarjeta.
2. Desconexión de la tensión de carga y apertura del sistema antivandálico.
3. Desbloqueo del cable del punto de recarga.
4. El punto de recarga permite la desconexión del VE.
5. Cierre del sistema antivandálico.

## 5.8.- Instalación eléctrica

La caída de tensión máxima admisible en el circuito desde su origen hasta el punto de recarga no será superior al 5%.

El circuito de recarga de vehículos eléctricos debe ser dedicado a tal fin y no debe usarse para alimentar ningún otro equipo eléctrico.

El contador principal se ubicara en la propia centralización de contadores.

### 5.8.1.- Cable

Cable de cobre flexible clase 5 con aislamiento de Poliolefina Termoplástica libre de halógenos, tensión de aislamiento 450/750V y con designación H07Z1-K (AS) de 6 mm<sup>2</sup>.

Las entradas y salidas de tubos que no se utilicen deberán cerrarse mediante piezas de cierre de canalizaciones.

### 5.8.2.- Tubo

El tipo de canalización a utilizar será de tubo flexible corrugado empotrado en obra con las siguientes características:

<b>TUBO EN MONTAJE SUPERFICIAL SEGÚN ITC-BT-29</b>		
<b>Característica</b>	<b>Código</b>	<b>Grado</b>
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Resistencia al impacto	4	Fuerte
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+60°C
Resistencia al curvado	1-2	Rígido/Curvable
Propiedades eléctricas	1-2	Continuidad eléctrica/aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos. $D \geq 1 \text{ mm}$
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 y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

La superficie interior de los tubos no debe tener en ningún punto aristas, asperezas o fisuras.

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIERÍA  
CIVIL E INDUSTRIAL**

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**TÍTULO**

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN EDIFICIO DE 12 VIVIENDAS Y GARAJE CON  
INSTALACIÓN PARA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

**MEMORIA JUSTIFICATIVA**

**AUTOR**

Patricia Álvarez Suárez

**TUTOR**

Germán Carlos González Rodríguez



## Índice de contenido

1.- Objeto .....	4
2.- Requerimientos abastecimiento. Previsión de potencia.....	4
2.1.- Viviendas .....	4
2.2.- Vehículos eléctricos .....	4
2.3.- Garaje .....	5
2.4.- Zonas comunes .....	6
2.5.- Ascensor .....	6
2.6.- Cálculos .....	7
3.- Descripción de las instalaciones .....	8
3.1.- Acometida .....	8
3.2.- Caja general de protección .....	10
3.3.- Línea general de alimentación .....	10
3.4.- Equipos de medida. Centralización de contadores .....	12
3.5.- Derivación individual.....	12
3.6.- Instalación interior. Viviendas .....	14
3.7.- Instalación interior. Zonas Comunes .....	23
3.8.- Instalación interior. Garaje .....	24
3.9.- Instalación interior. Ascensor .....	24
3.10.- Puesta a tierra .....	25
4.- Iluminación general para el garaje .....	27
5.- Iluminación de emergencia para el garaje .....	27
6.- Recarga vehículos eléctricos.....	27
6.1.- Esquema de la instalación.....	27
6.2.- Modo de recarga.....	28
6.3.- Punto de recarga.....	28

## Índice de tablas

TABLA 1: PREVISIÓN DE POTENCIA DEL CUADRO DEL GARAJE.....	5
TABLA 2: PREVISIÓN DE POTENCIA DEL CUADRO DE SAI.....	6
TABLA 3: PREVISIÓN DE POTENCIA DEL CUADRO DE ZONAS COMUNES.....	6
TABLA 4: PREVISIÓN DE POTENCIA DEL CUADRO DEL ASCENSOR.....	7
TABLA 5: PREVISIÓN DE POTENCIA INTERIOR DE LA VIVIENDA.....	16
TABLA 6: SECCIÓN DE CABLE DE INSTALACIÓN INTERIOR DE LA VIVIENDA POR CRITERIO TÉRMICO.....	18
TABLA 7: SECCIÓN DE CABLE DE INSTALACIÓN INTERIOR DE LA VIVIENDA POR CAÍDA DE TENSIÓN.....	20
TABLA 8: RESISTENCIA Y CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO DE LA INSTALACIÓN INTERIOR DE LA VIVIENDA.....	22
TABLA 9: DIMENSIONAMIENTO DE ZONAS COMUNES.....	23
TABLA 10: DIMENSIONAMIENTO DE ZONAS COMUNES.....	24
TABLA 11: DIMENSIONAMIENTO DE ASCENSOR.....	25

## **1.- Objeto**

En el presente documento de memoria justificativa se pretenden exponer los métodos, teorías y fundamentos seguidos para obtener la propuesta técnica, además de la exposición de posibles alternativas, cálculos realizados para el dimensionamiento de las instalaciones y resultados obtenidos.

Parte de la memoria justificativa tendrá razón en el documento de planos, donde muchos de los resultados se expresan gráficamente.

## **2.- Requerimientos abastecimiento. Previsión de potencia.**

El factor de potencia utilizado en las instalaciones ha sido seleccionado como 0,8 con el fin de sobredimensionar las instalaciones y garantizar la seguridad en las mismas.

### **2.1.- Viviendas**

El grado de electrificación elevado de las viviendas se ha aplicado en aquellas con mayor cantidad de metros cuadrados para abarcar los dos tipos de electrificación con fin docente, ya que en ningún caso existe justificación reglamentaria que obligue a la consideración de las instalaciones como tal.

El factor de simultaneidad aplicado a las viviendas será de 3,8 según establece el REBT en su ITC-BT-10 en su tabla 1 que corresponde a 4 viviendas. Esto es así debido a la repartición ejecutada en la tabla equilibrio de cargas, donde las 12 viviendas se reparten en las tres fases, quedando 3 viviendas de electrificación básica y 1 vivienda de electrificación elevada en cada una de ellas, el equilibrio de cargas referido a las viviendas y resto de circuitos se encuentra detallado en el ANEXO IV. El cálculo de la demanda de corriente se ha realizado multiplicando la media aritmética de las potencias máximas previstas en cada vivienda por el citado coeficiente de simultaneidad.

$$I_{prevista} = 3,8 * \frac{3 * 25 [A] + 1 * 40 [A]}{4} = 109,25 A$$

Este cálculo es computado en la previsión de potencia de la instalación de enlace de forma aditiva al resto de potencias calculadas.

### **2.2.- Vehículos eléctricos**

El factor de simultaneidad aplicado para la recarga de vehículos eléctricos se fundamenta en el "Proyecto de real decreto por el que se establecen los requisitos y las condiciones técnicas básicas de la infraestructura necesaria para posibilitar la recarga efectiva y segura de los vehículos eléctricos y a tal efecto se aprueba la ITC-BT-52 "Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos" y se modifican las otras instrucciones técnicas complementarias del reglamento electrotécnico para baja tensión" dado que no se realizará la instalación de un sistema inteligente de gestión.

### 2.3.- Garaje

En el circuito de iluminación se ha aplicado un factor de 1,8 según establece el REBT en su ITC-BT-44 “Instalación de receptores. Receptores para alumbrado”, donde se indica que para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltioamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas

Para las tomas de corriente los factores de uso y simultaneidad aplicados han sido fruto de una estimación del consumo que se podría demandar en cada toma y el número de tomas que se podrían utilizar de forma simultánea, respectivamente.

En el circuito de tomas de corriente el factor de uso aplicado para la potencia prevista es de:

$$F_U = \frac{9}{16} = 0,5625$$

Y el factor de simultaneidad es de:

$$F_S = \frac{1}{3} = 0,3333.$$

Según el REBT en su ITC-BT-47 “Instalación de receptores. Motores”, se indica que los conductores de conexión que alimentan el motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125% de la intensidad a plena carga del motor, y por tanto a la potencia instalada del motor de la puerta del garaje se le aplicará un factor de 1,25 en su cálculo de potencia prevista.

En el motor de la puerta de acceso al garaje se ha aplicado un factor de 1,25 sobre la potencia instalada.

Los motivos por los cuales se ha utilizado una fuente de alimentación tipo SAI para alimentar la iluminación de emergencia del garaje se justifica en el apartado de “Iluminación de emergencia del garaje”.

PREVISIÓN DE POTENCIA DEL CUADRO DEL GARAJE (CG)									
Circuitos	Fase R			Fase S			Fase T		
	Pins (w)	Pprev (w)	Int prev (amp)	Pins (w)	Pprev (w)	Int prev (amp)	Pins (w)	Pprev (w)	Int prev (amp)
Iluminación	792	1425,6	7,75						
SAI				216	388,8	2,11			
Tomas de corriente								1631,25	8,87
Motor puerta				150	187,5	1,02			
<b>Total</b>			<b>7,75</b>			<b>3,13</b>			<b>8,87</b>

Tabla 1: Previsión de potencia del cuadro del garaje

<b>PREVISIÓN DE POTENCIA DEL CUADRO DE SAI</b>			
<b>Circuitos</b>	<b>Fase S</b>		
	<b>Pins (w)</b>	<b>Pprev (w)</b>	<b>Int prev (amp)</b>
Iluminación de emergencia (SAI)	216	388,8	2,11

Tabla 2: Previsión de potencia del cuadro de SAI

## 2.4.- Zonas comunes

Del mismo modo que para el garaje se ha aplicado un factor de 1,8 en la previsión de potencia para el alumbrado según se indica en la ITC-BT-44. Y siguiendo el mismo criterio anteriormente citado se han establecido los factores de uso y simultaneidad para las tomas de corriente.

En el circuito de tomas de corriente el factor de uso aplicado para la potencia prevista es de:

$$F_U = \frac{7}{16} = 0.4375$$

y el factor de simultaneidad es de:

$$F_S = \frac{1}{6} = 0.1666$$

<b>PREVISIÓN DE POTENCIA DEL CUADRO ZONAS COMUNES</b>									
<b>Circuitos</b>	<b>Fase R</b>			<b>Fase S</b>			<b>Fase T</b>		
	<b>Pins (w)</b>	<b>Pprev (w)</b>	<b>Int prev (amp)</b>	<b>Pins (w)</b>	<b>Pprev (w)</b>	<b>Int prev (amp)</b>	<b>Pins (w)</b>	<b>Pprev (w)</b>	<b>Int prev (amp)</b>
Alumbrado general 1 (plantas + emer )				664	1195,2	6,5			
Alumbrado general 2 (plantas + emer )	670	1206	6,55						
Alumbrado de escalera				400	720	3,91			
Tomas de corriente								1268,75	6,90
<b>Total</b>			<b>6,55</b>			<b>10,41</b>			<b>6,90</b>

Tabla 3: Previsión de potencia del cuadro de zonas comunes

## 2.5.- Ascensor

La aplicación del factor de 1,25 en la previsión de potencia para el cuadro del ascensor se fundamenta en los mismos principios establecidos para el motor de la puerta del garaje.

PREVISIÓN DE POTENCIA DEL CUADRO DEL ASCENSOR									
Circuitos	Fase R			Fase S			Fase T		
	Pins (w)	Pprev (w)	Int prev (amp)	Pins (w)	Pprev (w)	Int prev (amp)	Pins (w)	Pprev (w)	Int prev (amp)
Motor Ascensor	7500	9375	16,91	7500	9375	16,91	7500	9375	16,91
Alumbrado ascensor				60	108	0,59			
<b>Total</b>			<b>16,91</b>			<b>17,50</b>			<b>16,91</b>

Tabla 4: Previsión de potencia del cuadro del ascensor

## 2.6.- Cálculos

Las ecuaciones empleadas para el cálculo de las potencias y corrientes de los distintos circuitos son:

### Monofásica:

INTENSIDAD	$I_{prevista} = \frac{P_{prevista}}{V_{monofásica} * \cos \varphi}$
POTENCIA	$P_{prevista} = I_{prevista} * V_{monofásica} * \cos \varphi$

### Trifásica:

INTENSIDAD	$I_{prevista} = \frac{P_{prevista}}{\sqrt{3} * V_{trifásica} * \cos \varphi}$
POTENCIA	$P_{prevista} = I_{prevista} * \sqrt{3} * V_{trifásica} * \cos \varphi$

Dónde:

$I_{prevista}$  → Intensidad prevista del circuito en amperios (A)

$P_{prevista}$  → Potencia prevista del circuito en vatios (W)

$V_{monofásica}$  → Tensión de línea en suministro monofásico en voltios (V)

$V_{trifásica}$  → Tensión de línea en suministro trifásico en voltios (V)

$\cos \varphi$  → Factor de potencia

### **3.- Descripción de las instalaciones**

#### **3.1.- Acometida**

El grado de protección estructural y contra las inclemencias climatológicas además de ser una instalación más segura, al ser menos accesible a las personas, han sido los factores determinantes para la realización de la acometida subterránea.

El punto de conexión ha sido determinado por la compañía distribuidora de energía, del mismo modo la caída de tensión establecida para la línea de la acometida se ha basado en datos proporcionados por la misma en función de los cálculos realizados para la instalación de distribución de su propiedad.

##### **3.1.1.- Cable**

###### **3.1.1.1.-Dimensionamiento del cable**

Las condiciones para el cálculo de la sección del conductor se han realizado en condiciones de temperatura del terreno de 25 °C, a profundidad de instalación 0,7m y resistividad térmica del terreno de 1K·m/W utilizando la tabla 4 de la ITC-BT-07 atendiendo a la intensidad circulante de la línea de 231,43 A.

A la intensidad máxima admisible obtenida de la tabla 7.4 de la ITC-BT-07 cuya sección soportaría la intensidad circulante de la acometida se le ha aplicado un factor de 0.9 según especifica la misma instrucción en su apartado 3.1.3 para líneas formadas por cuatro conductores unipolares en el interior de un mismo tubo.

##### **3.1.2.- Tubo**

La canalización de la acometida realizada con tubo corrugado de polietileno sigue lo dispuesto en ITC-BT-21 “Tubos y canales protectores” en el punto 1.2.4 “Tubos en canalizaciones enterradas” la cual especifica que para suelo ligero se debe disponer de un tubo con resistencia a la compresión de 450N y grado normal, considerándose suelo ligero la aceras.

El diámetro de los tubos se ha calculado de forma que permitan un fácil alojamiento y extracción de los cables a través de la ITC-BT-21 sección 1.2.4 para tubos en canalización enterradas en su tabla 9 para un número de conductores inferior a 6 y atendiendo también al Proyecto de orden por el que se aprueba la norma técnica particular de redes de distribución de baja tensión en el ámbito territorial de la comunidad autónoma de canarias donde se especifica que como mínimo para acometidas el diámetro exterior de los tubos debe ser de 200 mm.

##### **3.1.3.- Zanja**

Los requisitos establecidos para la zanja por acera han sido establecidos siguiendo las recomendaciones establecidas en la Guía del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, ITC-BT-21 “Tubos y Canales protectoras”.

### 3.1.4.- Arquetas

La disposición de las arquetas a lo largo del recorrido de la canalización se ha determinado siguiendo lo establecido en la ITC-BT-07 “Redes subterráneas para distribución en baja tensión” punto 2.1.2 el cual establece que se deben instalar arquetas en los cambios de dirección para facilitar la manipulación de los cables así como cada 40m en tramos rectos.

El tipo de arqueta y tapa de arqueta a instalar se ha determinado siguiendo la Norma GE NNH001 y la Norma GE NNH002 respectivamente de la empresa distribuidora. Debido a que la instalación de la acometida será cedida a la empresa distribuidora son de obligado cumplimiento dichas normas.

### 3.1.5.- Protección

La Acometida será protegida por un fusible de 250 A de tipo gG y tamaño NH-1 ubicado en la caja general de protección. La elección del mismo se basa en dos condiciones:

Que sabiendo que la intensidad de base del circuito en el caso de esta instalación (trifásica) es de 231,43 A y la intensidad máxima admisible térmicamente por el conductor de 150 mm<sup>2</sup> protegido obtenida a partir de la Tabla 4 de la ITC-BT-7 es de 330 A, que multiplicada por 0,9 según el apartado 3.13 de la misma ITC cuando se trata de cuatro cables unipolares situados en tubos enterrados se toma por 297 A, se cumpla:

$$I_C \leq I_N \leq I_A$$

$$231,43 A \leq 250 A \leq 297 A$$

Y además que el conductor pueda soportar una sobrecarga transitoria de un 145% sin deteriorarse térmicamente, solo si el límite se rebasa por encima de tiempo convencional normado según los valores de la corriente nominal.

$$I_F \leq 1,45 * I_A$$

$$I_F \leq 430,65 A$$

El valor de  $I_f$  se tomará en función de la siguiente tabla:

$I_n$ (A)	Tiempo convencional (h)	$I_f$ Corriente convencional de fusión
$I_n \leq 4$	1	2,1 $I_n$
$4 < I_n \leq 16$	1	1,9 $I_n$
$16 < I_n \leq 63$	1	1,6 $I_n$
$63 < I_n \leq 160$	2	1,6 $I_n$
$160 < I_n \leq 400$	3	1,6 $I_n$
$400 < I_n$	4	1,6 $I_n$

Que en el caso de una intensidad nominal del fusible de 250 A será:



$$I_f = 1.6 * I_N = 1.6 * 250 = 400 A$$

Por tanto:

$$400 A \leq 430,65 A$$

### **3.2.- Caja general de protección**

Las prescripciones generales para la caja general de protección se dispone en base a lo establecido en la ITC-BT-13 y la ORDEN de 16 de abril de 2010, por la que se aprueban las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace, en el ámbito de suministro de Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U. y Distribuidora Eléctrica del Puerto de La Cruz, S.A.U., en el territorio de la Comunidad Autónoma de Canarias.

#### **3.2.1.- Bases de los cortacircuitos fusibles**

La elección del tipo de base para los cortacircuitos fusibles atiende a la tabla III de la sección 5.4 Normas de enlace UNELCO, para una intensidad nominal de 250A.

#### **3.2.2.- Esquema de instalación**

El esquema de instalación tipo 9 se debe a lo dispuesto en la ORDEN de 16 de abril de 2010, por la que se aprueban las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace, en el ámbito de suministro de Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U. y Distribuidora Eléctrica del Puerto de La Cruz, S.A.U., en el territorio de la Comunidad Autónoma de Canarias, en su apartado 4 para una implantación de acometida de tipo subterránea.

#### **3.2.3.- Dimensiones de la CGP**

El tamaño elegido para la CGP sigue lo dispuesto según la ORDEN de 16 de abril de 2010, por la que se aprueban las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace, en el ámbito de suministro de Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U. y Distribuidora Eléctrica del Puerto de La Cruz, S.A.U., en el territorio de la Comunidad Autónoma de Canarias, en su apartado 4.3, según la sección de la acometida (95 mm<sup>2</sup>).

#### **3.2.4.- Fusibles**

El cálculo realizado para la elección del fusible que se instalará en la CGP se encuentra descrito en el apartado "Protección" de la Línea General de Alimentación.

### **3.3.- Línea general de alimentación**

#### **3.3.1.- Dimensionamiento de línea general de alimentación**

##### **3.3.1.1.-Cable**

La intensidad nominal que circula por la LGA se ha calculado a partir de las expresiones expuestas en el apartado de Previsión de Potencia, para suministro trifásico atendiendo al

cómputo de la corriente total que circulará por cada una de las fases, tomando como valor para dimensionar el valor de intensidad superior y aplicando la tabla 1 de la ITC-BT-19.

Una vez conocida la intensidad aplicamos los criterios térmicos y de caída de tensión para calcular la sección de los cables.

MONOFÁSICA	$s = \frac{2 \cdot P \cdot L}{c \cdot u(\%) \cdot V_f^2}$
TRIFÁSICA	$s = \frac{\sqrt{3} \cdot P \cdot L}{c \cdot u(\%) \cdot V_f^2}$

### 3.3.1.2.-Tubo

Las canalizaciones para la línea general de alimentación siguen las prescripciones indicadas en la ITC-BT-14. El diámetro de las mismas ha sido calculado según la ITC-BT-21 tabla 2 y tabla 4 en función del tipo de montaje y número de conductores, con un diámetro mínimo de 32mm.

El diámetro de la canalización de 160 mm sigue lo establecido en la ITC-BT-14, tabla 1.

### 3.3.1.3.-Protección

La línea general de alimentación será protegida por un fusible de 250 A de tipo gG y tamaño NH-1 ubicado en la caja general de protección. La elección del mismo se basa en dos condiciones:

$$I_C \leq I_N \leq I_A$$

$$I_F \leq 1.45 * I_A$$

Ambas se cumplen en todas las líneas de derivación individual de acuerdo a su intensidad circulante, intensidad máxima admisible e intensidad convencional de fusión.

El valor de If se tomará en función de la siguiente tabla:

In (A)	Tiempo convencional (h)	$I_f$ Corriente convencional de fusión
$I_n \leq 4$	1	2,1 In
$4 < I_n \leq 16$	1	1,9 In
$16 < I_n \leq 63$	1	1,6 In
$63 < I_n \leq 160$	2	1,6 In
$160 < I_n \leq 400$	3	1,6 In
$400 < I_n$	4	1,6 In

#### 3.3.1.4.-Poder de corte

El poder de corte del fusible vendrá dado por la corriente de cortocircuito máxima que pueda soportar la línea. Los cálculos realizados están basados en el anexo 3 de la Guía Técnica de Aplicación del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión “Calculo de corrientes de cortocircuito”.

La resistencia de cortocircuito se calculará como:

$$R_{cc} = \rho * \frac{2 * L}{S} [\Omega]$$

Dónde:

$\rho$  = Resistividad del conductor

L = Longitud del circuito de la acometida

S = Sección del cable de acometida

$$R_{cc} = \frac{1}{35} * \frac{2 * 17}{150} = 0,0065 \Omega$$

La intensidad de cortocircuito vendrá dada por:

$$I_{cc} = \frac{230 V}{R_{cc}} = \frac{230 V}{0.0065} = 35.384,61 A$$

Por tanto la protección contra cortocircuitos deberá tener un poder de corte mayor que la corriente de cortocircuito calculada, esto es que el poder de corte del fusible será de 120 kA.

### **3.4.- Equipos de medida. Centralización de contadores**

La instalación de la centralización de contadores en local es debido a que la composición de la misma conlleva más de 16 contadores.

El local en el que se instala la centralización de contadores está construido con paredes de clase M0 y suelos de clase M1 según impone la ITC-BT-16.

Las dimensiones y distancias de disposición del local cumplen con lo establecido en las Normas particulares de las instalaciones de enlace de la empresa distribuidora.

### **3.5.- Derivación individual**

#### **3.5.1.- Dimensionamiento de derivación individual**

##### **3.5.1.1.-Cable**

La intensidad nominal que circula por la derivación individual se ha calculado a partir de las expresiones expuestas en el apartado de Previsión de Potencia, dependiendo de si el suministro es monofásico o trifásico.

Una vez conocida la intensidad aplicamos los criterios térmicos y de caída de tensión para calcular la sección de los cables.

Todos los circuitos cuya sección calculada se encuentra por debajo de 6mm<sup>2</sup> han sido reemplazados por un cable de sección de 6mm<sup>2</sup> según impone la ITC-BT-15 para Derivaciones Individuales.

#### 3.5.1.2.-Tube

Las canalizaciones para las derivaciones individuales siguen las prescripciones indicadas en la ITC-BT-15 para derivaciones individuales. El diámetro de las mismas ha sido calculado según la ITC-BT-21 tabla 2 y tabla 4 en función del tipo de montaje y número de conductores, con un diámetro mínimo de 32mm.

#### 3.5.1.3.-Protección

Las líneas de derivación individual serán protegida por un fusible NEOZED de 63 A ubicado en la centralización de contadores. La elección del mismo se basa en dos condiciones:

$$I_C \leq I_N \leq I_A$$

$$I_F \leq 1.45 * I_A$$

Ambas se cumplen en todas las líneas de derivación individual de acuerdo a su intensidad circulante, intensidad máxima admisible e intensidad convencional de fusión.

El valor de  $I_f$  se tomará en función de la siguiente tabla:

$I_n$ (A)	Tiempo convencional (h)	$I_f$ Corriente convencional de fusión
$I_n \leq 4$	1	2,1 $I_n$
$4 < I_n \leq 16$	1	1,9 $I_n$
$16 < I_n \leq 63$	1	1,6 $I_n$
$63 < I_n \leq 160$	2	1,6 $I_n$
$160 < I_n \leq 400$	3	1,6 $I_n$
$400 < I_n$	4	1,6 $I_n$

#### 3.5.1.4.-Poder de corte

El poder de corte del fusible vendrá dado por la corriente de cortocircuito máxima que pueda soportar la línea. Los cálculos realizados están basados en el anexo 3 de la Guía Técnica de Aplicación del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión "Cálculo de corrientes de cortocircuito".

La resistencia de cortocircuito se calculará como:

$$R_{cc} = \rho * \frac{L}{S} [\Omega]$$

Dónde:

$\rho$  = Resistividad del conductor

L = Longitud del circuito de la LGA

S = Sección del cable de la LGA

$$R_{cc} = \frac{1}{56} * \frac{2 * 5,51}{120} + 0,0065 = 0,0081\Omega$$

La intensidad de cortocircuito vendrá dada por:

$$I_{cc} = \frac{230 V}{R_{cc}} = \frac{230 V}{0,0081} = 28395,06 A$$

Por tanto la protección contra cortocircuitos deberá tener un poder de corte mayor que la corriente de cortocircuito calculada, lo que implica un poder de corte de 50kA.

### **3.6.- Instalación interior. Viviendas**

La instalación de un subcuadro de alimentación en la estancia de la cocina se ha llevado a cabo con el fin de poseer un mayor control sobre esta zona de la vivienda de la que derivan la mayor parte de los posibles problemas debidos a faltas de aislamiento y por tanto tener mayor posibilidad selectiva a la hora de detectar defectos, así como para evitar mayores obras de carpintería al tener que realizar el trazado de la instalación de todos los circuitos que alimentan la misma hasta ese punto.

#### **3.6.1.- Cable**

La elección del tipo de conductores se basa en las consideraciones expuestas en la ITC-BT-20 del REBT en el apartado de "Condiciones particulares".

#### **3.6.2.- Tubo**

La elección del tipo de canalizaciones se basa en las consideraciones expuestas en la ITC-BT-21 del REBT en el apartado de "Tubos en canalizaciones empotradas".

#### **3.6.3.- Previsión de potencia**

Los factores de uso, simultaneidad y potencia prevista por toma o receptor utilizados en el cálculo de la potencia prevista de la instalación interior han sido estimados en relación al número de tomas existentes en la vivienda, el amperaje máximo que soporta cada toma y en los valores promedio de consumo en vatios que existen en el mercado para los electrodomésticos, respectivamente.

Factor de simultaneidad	$F_S = \frac{N^{\circ} \text{ de tomas utilizadas simultáneamente}}{N^{\circ} \text{ de tomas totales}}$
Factor de uso	$F_U = \frac{\text{Amperaje máximo que se estima que se consuma en las tomas}}{\text{Amperaje máximo que soporta la toma}}$

La potencia prevista total obtenida de cada circuito se ha calculado con la expresión que se indica a continuación:

$$P_P = N * P_{PT} * F_S * F_U [W]$$

Dónde:

$P_P$  = Potencia prevista total

$N$  = Numero de tomas o receptores

$P_{PT}$  = Potencia prevista por toma o receptor

$F_S$  = Factor de simultaneidad

$F_U$  = Factor de uso

En la siguiente tabla se muestran los valores de  $F_S$ ,  $F_U$  y potencia prevista por toma utilizados en los cálculos y la potencia prevista por circuito.

<b>PREVISIÓN DE POTENCIA DE LA VIVIENDA</b>						
<b>Cuadro de distribución interior</b>						
<b>Circuito</b>		<b>Potencia prevista por toma (W)</b>	<b>F<sub>s</sub></b>	<b>F<sub>u</sub></b>	<b>Nº de elementos</b>	<b>Potencia Prevista Circuito (w)</b>
<b>Nombre</b>	<b>Uso</b>					
C1	Iluminación	40	0,67	0,5	15	200,00
C2	Tomas de uso general	2400	0,2	0,25	14	1680
C4	Lavadora	1600	1,00	0,37	1	596
C5	Baño, cuarto de cocina	1700	0,5	0,5	2	850
C8	Calefacción	2200	0,5	0,5	0,5	275
C9	Aire acondicionado	2000	1	1	1	2000
<b>Subcuadro de distribución a cocina</b>						
<b>Circuito</b>		<b>Potencia prevista por toma (W)</b>	<b>F<sub>s</sub></b>	<b>F<sub>u</sub></b>	<b>Nº de elementos</b>	<b>Potencia Prevista Circuito (w)</b>
<b>Nombre</b>	<b>Uso</b>					
C1	Iluminación	40	5,00	0,5	2	200,00
C2	Tomas de uso general	2400	0,2	0,25	2	240
C3	Cocina y horno	3600	0,5	0,60	2	2160
C4	Lavavajillas	1600	1,00	0,37	1	596
	Termo	1600	1,00	0,44	1	696
C5	Baño, cuarto de cocina	1700	0,33	0,5	3	850
C8	Calefacción	2200	0,5	0,5	0,5	275
C10	Secadora	1700	1	0,6	1	1020

Tabla 5: Previsión de potencia interior de la vivienda

Se ha tomado en consideración en el cálculo de la potencia prevista que no se utilizaran de forma simultánea los circuitos de calefacción y aire acondicionado, y para el cómputo de la potencia prevista total se ha incluido el de mayor consumo.

El número de tomas o receptores ha sido establecido cumpliendo los mínimos especificados en la instrucción técnica complementaria 25 del REBT y atendiendo a criterios propios según las necesidades que se observan en la vivienda.

### 3.6.4.- Dimensionamiento de la instalación interior

#### 3.6.4.1.- Intensidad prevista

Para la realización del dimensionamiento de la instalación interior en primer lugar se ha calculado la correspondiente intensidad prevista de cada circuito según la ecuación:

$$I_{prevista} = \frac{P_{prevista}}{V_{línea} * \cos \varphi} [A]$$

Dónde:

$V_{LÍNEA} = 230 \text{ V}$  (Tensión monofásica)

$\cos \varphi = 0.8$

#### 3.6.4.2.-Longitud equivalente

Las longitudes equivalentes de cada circuito se han obtenido con la siguiente expresión:

$$L_{equivalente} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i * L_i}{\sum_{i=1}^n P_i}$$

#### 3.6.4.3.-Sección de los conductores

Atendiendo a las secciones mínimas impuestas por el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión en su ITC-BT-25 se realiza el estudio de las mismas con el fin de conocer definitivamente si con esos mínimos se satisfacen los requisitos de seguridad de la instalación. Para ello se atenderá a los métodos de cálculo de sección por criterio térmico y criterio por caída de tensión.

- *Cálculo por criterio térmico:* Para la realización de este método se ha empleado la Tabla 1 de la ITC-BT-19 del REBT, atendiendo a dos conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrado en obra con aislamiento de PVC (Sección B-5). El procedimiento realizado se basa en tomar como referencia la intensidad calculada del circuito, localizando en la tabla la intensidad inmediatamente superior a la misma y observando que sección de cable le corresponde.



<b>SECCIÓN POR CRITERIO TÉRMICO</b>			
<b>Cuadro de distribución interior</b>			
<b>Circuito</b>		<b>Intensidad circuito (A)</b>	<b>Sección Fase y Neutro , ITC-BT-19 (mm2)</b>
<b>Nombre</b>	<b>Uso</b>		
C1	Iluminación	0,97	1,5
C2	Tomas de uso general	8,12	1,5
C4	Lavadora	2,88	1,5
C5	Baño, cuarto de cocina	4,11	1,5
C8	Calefacción	1,33	1,5
C9	Aire acondicionado	9,66	1,5
<b>Subcuadro de distribución a cocina</b>			
<b>Circuito</b>		<b>Intensidad circuito (A)</b>	<b>Sección Fase y Neutro , ITC-BT-19 (mm2)</b>
<b>Nombre</b>	<b>Uso</b>		
C1	Iluminación	0,97	1,5
C2	Tomas de uso general	1,16	1,5
C3	Cocina y horno	10,43	1,5
C4	Lavavajillas	2,88	1,5
	Termo	3,36	1,5
C5	Baño, cuarto de cocina	4,11	1,5
C8	Calefacción	1,33	1,5
C10	Secadora	4,93	1,5

Tabla 6: Sección de cable de instalación interior de la vivienda por criterio térmico

Observamos que los valores de sección obtenidos son inferiores a los mínimos que establece el REBT en su ITC-BT-25 y por tanto la sección que lleva cada circuito será la que se indica en dicha instrucción.

- *Cálculo por caída de tensión:* En función de los valores obtenidos de potencia prevista e intensidad prevista podemos calcular los valores de caída de tensión que tendrá cada circuito con la siguiente expresión.

$$u = \frac{2 * L * I * \cos \varphi}{c * s} [mm^2]$$

Dónde:

L = Longitud del circuito

I = Intensidad prevista del circuito

Cos  $\varphi$  = Factor de potencia (0.9)

c = Conductividad del conductor (56 m/ $\Omega$  mm<sup>2</sup>)

u = Caída de tensión

s = Sección del conductor según la ITC-BT-25

Según el REBT en su ITC-BT-19 la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización debe ser del 3%. Esto es que, en voltios, la caída de tensión no debe ser mayor que:

$$u = \frac{3}{100} * 230V = 6,9 V$$

Por tanto con las secciones que se establecen en la instrucción técnica complementaria número 25, las caídas de tensión obtenidas son las siguientes.

<b>SECCIÓN POR CRITERIO DE CAÍDA DE TENSIÓN</b>				
<b>Cuadro de distribución interior</b>				
<b>Circuito</b>		<b>Caída de tensión de la línea (V)</b>	<b>Caída de tensión de la línea (%)</b>	<b>Suma de caída de tensión (%)</b>
<b>Nombre</b>	<b>Uso</b>			
C1	Iluminación	0,25	0,11	
C2	Tomas de uso general	0,91	0,40	
C4	Lavadora	1,50	0,65	
C5	Baño, cuarto de cocina	0,30	0,13	
C8	Calefacción	0,05	0,02	
C9	Aire acondicionado	0,39	0,17	
CG-SCC		0,57	0,25	
<b>Subcuadro de distribución a cocina</b>				
<b>Circuito</b>		<b>Caída de tensión de la línea (V)</b>	<b>Caída de tensión de la línea (%)</b>	<b>Suma de caída de tensión (%)</b>
<b>Nombre</b>	<b>Uso</b>			
C1	Iluminación	0,06	0,03	0,03
C2	Tomas de uso general	0,04	0,02	0,02
C3	Cocina y horno	0,19	0,08	0,08
C4	Lavavajillas	0,22	0,10	0,10
	Termo	0,08	0,04	0,04
C5	Baño, cuarto de cocina	0,19	0,08	0,08
C8	Calefacción	0,01	0,00	0,00
C10	Secadora	0,19	0,08	0,08

Tabla 7: Sección de cable de instalación interior de la vivienda por caída de tensión

Se puede observar que todas las caídas de tensión son inferiores al 3% y por tanto se cumple con la norma.

#### 3.6.4.4.-Diámetro de las canalizaciones

El diámetro de canalización para los distintos circuitos se basa en lo establecido en la ITC-BT-21 e ITC-BT-25 para los distintos circuitos de interior.

#### 3.6.5.- Cuadro de mando y protección

La altura de montaje del cuadro se adecúa a las prescripciones establecidas en el REBT en su ITC-BT-17.

El grado de protección del cuadro sigue lo establecido en las Normas UNE 20324 y UNE-EN 50102.

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección se adecuan a los mínimos indicados en la anterior citada instrucción técnica.

### 3.6.5.1.-Protección contra sobreintensidades

- *Protección contra sobrecargas:* La elección del calibre del IA que protegerá la línea de cada circuito se ha escogido de forma que cumpla con la siguiente expresión:

$$I_C \leq I_N \leq I_{MaxAdm}$$

Dónde:

$I_C$  = corriente que circula por el circuito

$I_N$  = corriente asignada del dispositivo de protección

$I_{Max.Adm}$  = corriente admisible del cable en función del sistema de instalación utilizado

- *Protección contra cortocircuitos:* El poder de corte del interruptor automático vendrá dado por la corriente de cortocircuito máxima que pueda soportar el circuito.

La intensidad de cortocircuito vendrá dada por:

$$I_{cc} = \frac{230 V}{R_{cc}} [A]$$

La resistencia de cortocircuito se calculará como:

$$R_{cc} = \rho * \frac{2 * L}{S} [\Omega]$$

Dónde:

$\rho$  = Resistividad del conductor

L = Longitud del circuito

S = Sección del cable

Por tanto la protección contra cortocircuitos deberá tener un poder de corte mayor que la corriente de cortocircuito calculada.

<b>RESISTENCIA Y CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO</b>				
<b>Cuadro de distribución interior</b>				
<b>Circuito</b>		<b>Rcc (ohmios)</b>	<b>Icc (kA)</b>	<b>Protección contra cortocircuitos (kA)</b>
<b>Nombre</b>	<b>Uso</b>			
C1	Iluminación	0,025	9,35	10
C2	Tomas de uso general	0,025	9,35	10
C4	Lavadora	0,025	9,35	10
C5	Baño, cuarto de cocina	0,025	9,35	10
C9	Aire acondicionado	0,025	9,35	10
C8	Calefacción	0,025	9,35	10
CG-SCC		0,025	9,35	10
<b>Subcuadro de distribución a cocina</b>				
<b>Circuito</b>		<b>Rcc (ohmios)</b>	<b>Icc (kA)</b>	<b>Protección contra cortocircuitos (kA)</b>
<b>Nombre</b>	<b>Uso</b>			
C1	Iluminación	0,036	6,35	10
C2	Tomas de uso general	0,036	6,35	10
C4	Lavavajillas	0,036	6,35	10
	Termo	0,036	6,35	10
C5	Baño, cuarto de cocina	0,036	6,35	10
C3	Cocina y horno	0,036	6,35	10
C10	Secadora	0,036	6,35	10
C8	Calefacción	0,036	6,35	10

Tabla 8: Resistencia y corriente de cortocircuito de la instalación interior de la vivienda

### 3.6.5.2.- Contactos indirectos

Para la elección de la sensibilidad del diferencial se ha tomado como referencia los valores de tensión de contacto máximo permitidos en locales mojados, húmedos y secos.

Por tanto en la instalación interior de la vivienda de grado de electrificación elevado se instalarán siete diferenciales de sensibilidad de 30 mA, uno de intensidad nominal de 63 y seis de 40 A, en el de electrificación básica se instalará un solo diferencial de 40 A según se indica en el Plano nº21.

La instalación de un diferencial exclusivo para el circuito C8 “Calefacción” se fundamenta en el punto 3.2 de la ITC-BT-46 que indica la instalación de un interruptor diferencial por cada circuito de cables calefactores o folios radiantes.

### 3.6.5.3.-Protección contra sobretensiones

Para evaluar el riesgo de la instalación en función de su ubicación geográfica se ha utilizado un mapa de densidad de caída de rayos. Mediante el mapa de densidad de caída de rayos podemos evaluar la probabilidad de caída de rayos en nuestra instalación en función de la provincia en que se encuentre.

Según dicho mapa la zona de las Islas Canarias es de riesgo bajo. Esto sumado a la falta de presencia de pararrayos, la naturaleza de la red eléctrica, el coste y sensibilidad de los materiales y las sobretensiones de maniobra se ha determinado la instalación de protección contra sobretensiones de tipo PRD20.

### 3.6.5.4.-Interruptor general automático

Su instalación se fundamenta en la ITC-BT-25 donde impone la instalación del mismo. Su calibre ha sido elegido en base a lo indicado en la Guía Técnica de Aplicación de la misma instrucción técnica para una vivienda de grado de electrificación elevado de 11500 W.

## 3.7.- **Instalación interior. Zonas Comunes**

Las fórmulas y criterios seguidos para el cálculo de las secciones y diámetros de los cables y canalización de la instalación eléctrica de las zonas comunes son los mismos que los comentados en la instalación interior. Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

DIMENSIONAMIENTO DE ZONAS COMUNES												
Circuito	Tipo	Int (A)	Montaje	Tipo Aisl.	Tipo de cable	Tabla	Diám. tubo (mm)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Int. Max. (A)	Long (m)	C.T (V)	%
Alumbrado general 1 (plantas + emer)	M	6,50	Conductores aislados en tubos empotrados en obra	XLPE	Unipolar H07Z1-K (AS)	B-9	16	1,5	29	44,5	6,56	2,85
Alumbrado general 2 (plantas + emer)	M	6,55	Conductores aislados en tubos empotrados en obra	XLPE	Unipolar H07Z1-K (AS)	B-9	16	1,5	29	42,15	6,27	2,72
Alumbrado escaleras	M	3,91	Conductores aislados en tubos empotrados en obra	XLPE	Unipolar H07Z1-K (AS)	B-9	16	1,5	21	25,47	2,26	0,98
Tomas de corriente	M	0,00	Conductores aislados en tubos empotrados en obra	XLPE	Unipolar H07Z1-K (AS)	B-9	20	2,5	29	9,68	0,00	0,00

Tabla 9: Dimensionamiento de zonas comunes

Del mismo modo también han sido seleccionados los dispositivos de mando y protección de esta instalación.

### 3.8.- Instalación interior. Garaje

Las formulas y criterios seguidos para el cálculo de las secciones y diámetros de los cables y canalización de la instalación eléctrica del garaje son los mismos que los comentados en la instalación interior. Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

DIMENSIONAMIENTO DE GARAJE												
Circuito	Tipo	Int (A)	Montaje	Tipo Aisl.	Tipo de cable	Tabla	Diam. tubo (mm)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Int. Max. (A)	Long (m)	C.T. (V)	e% (%)
Alumbrado garaje	M	7,75	Conductores aislados en tubos en montaje superficial	XLPE	Unipolar H07Z1-K (AS)	B-9	16	1,5	21	7,74	1,36	0,59
SAI	M	2,11	Conductores aislados en tubos en montaje superficial	XLPE	Unipolar H07Z1-K (AS)	B-9	20	4	38	15	0,00	0,00
Tomas de corriente	M	8,87	Conductores aislados en tubos en montaje superficial	XLPE	Unipolar H07Z1-K (AS)	B-9	20	2,5	29	10,08	1,22	0,53
Motor puerta	M	1,02	Conductores aislados en tubos en montaje superficial	XLPE	Unipolar H07Z1-K (AS)	B-9	20	2,5	29	40	0,56	0,24

Tabla 10: Dimensionamiento de zonas comunes

Del mismo modo también han sido seleccionados los dispositivos de mando y protección de esta instalación.

### 3.9.- Instalación interior. Ascensor

Las formulas y criterios seguidos para el cálculo de las secciones y diámetros de los cables y canalización de la instalación eléctrica del ascensor son los mismos que los comentados en la instalación interior. Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

DIMENSIONAMIENTO DE ASCENSOR												
Circuito	Tipo	Int (A)	Montaje	Tipo Aisl.	Tipo de cable	Tabla	Diam. tubo (mm)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Int. Max. (A)	Longitud (m)	C.T. (V)	e% (%)
Motor Ascensor	T	16,91	Conductores aislados en tubos empotrados en obra	XLPE	Unipolar H07Z1-K (AS)	B-9	20	2,5	25	4	0,80	0,20
Iluminación	M	0,59	Conductores aislados en tubos empotrados en obra	XLPE	Unipolar H07Z1-K (AS)	B-9	16	1,5	21	2,3	0,03	0,01

Tabla 11: Dimensionamiento de ascensor

Del mismo modo también han sido seleccionados los dispositivos de mando y protección de esta instalación.

### 3.10.- Puesta a tierra

La realización de la puesta a tierra del edificio sigue las prescripciones establecidas en la instrucción técnica complementaria del REBT número 18, además de las condiciones de partida establecidas por la instalación realizada en el proyecto arquitectónico del edificio.

En el análisis de la misma se comprueba que la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra no sean inferiores a 0,5 m, la sección de cable desnudo no sea inferior a 25mm<sup>2</sup> según se impone en la tabla 1 de la citada instrucción técnica para conductores no protegidos contra la corrosión.

El valor tomado de resistividad del terreno se ha realizado in situ en la parcela del edificio mediante un telurómetro y comprobando la naturaleza del terreno según las relaciones existentes en la tabla 3 de la misma instrucción técnica.

#### 3.10.1.- Cálculo de la puesta a tierra

Según los valores proporcionados por el proyecto del arquitecto, las fórmulas para estimar la resistencia de tierra en función de la resistividad del terreno y las características del electrodo, los resultados obtenidos son los que se exponen a continuación.

Resistencia de tierra para pica vertical	$R_{pica} = \frac{\rho(\text{resistividad del terreno})}{Longitud_{pica}}$
Resistencia total de picas	$R_{total\ de\ picas} = \frac{R_{pica}}{n^{\circ}\ de\ picas}$
Resistencia de tierra para conductor enterrado horizontalmente	$R_{conductor} = \frac{2 * \rho(\text{resistividad del terreno})}{Longitud_{conductor}}$
Resistencia de puesta a tierra total	$R_{total} = \frac{R_{total\ de\ picas} * R_{conductor}}{R_{total\ de\ picas} + R_{conductor}}$



$$\rho = 400 \Omega \cdot m$$

$$L_{pica} = 2 \text{ m}$$

$$L_{conductor} = 82 \text{ m}$$

$$\text{Número de picas} = 4 \text{ picas}$$

La resistencia de tierra del conductor enterrado horizontalmente es de:

$$R_{conductor} = \frac{2 * 400}{82} = 9,75 \Omega$$

La resistencia de tierra una pica vertical es de:

$$R_{pica} = \frac{400}{2} = 200 \Omega$$

Sabiendo que contamos con 4 picas colocadas en paralelo entre sí, la resistencia total de picas será:

$$R_{total \text{ de picas}} = \frac{200}{4} = 50 \Omega$$

Dado que el conjunto de picas y el anillo están en paralelo respecto de tierra, la resistencia total de tierra es:

$$R_{total} = \frac{50 * 9,75}{50 + 9,75} = 7,95 \Omega$$

Dado que dicho valor se encuentra por debajo de los  $37 \Omega$  que establece el Proyecto de orden por el que se aprueba la norma técnica particular de redes de distribución de baja tensión en el ámbito territorial de la comunidad autónoma de Canarias en su apartado 3.6 "Puesta a tierra de las redes subterráneas de baja tensión", se dan por válidas las condiciones establecidas para la instalación de tierra por el arquitecto en el proyecto de edificación.

Con esta resistencia y sabiendo que se instalarán interruptores diferenciales de 30 mA de sensibilidad (intensidad residual permitida) comprobamos que no se supera en ningún caso la tensión de contacto máxima:

$$V_{contacto} = I_{residual} * R_{puesta \ a \ tierra}$$

$$V_{contacto} = 0.03 * 7,95 = 0.24 \text{ V}$$

Que observamos que es muy inferior a los 24 V de tensión de contacto para locales conductores y por consiguiente también para locales secos, 50V.

#### **4.- Iluminación general para el garaje**

En la iluminación del garaje se ha procurado una instalación lo más práctica y confortable posible procurando evitar los deslumbramientos que puedan evitar posibles daños a la vista de los usuarios del garaje así como facilitando el acceso al mismo con el encendido automático de las luz con la puerta del aparcamiento.

La instalación de un interruptor horario frente a la instalación de un interruptor astronómico que controla el encendido y apagado del alumbrado en función de la cantidad de luz al amanecer y el ocaso del sol es básicamente económica ya que existe una diferencia de precio en torno a 130€ entre uno y otro, y dado que este último tipo de interruptor es más utilizado en instalaciones exteriores se ha optado por la opción de un interruptor horario analógico cumpliendo con todos los requisitos que necesita la instalación y con un precio más económico.

#### **5.- Iluminación de emergencia para el garaje**

En la iluminación de emergencia del estacionamiento comunitario se ha optado por la instalación de un Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI) como fuente de alimentación en caso de emergencia, con el fin de procurar el ahorro económico y la calidad de la instalación en caso de una situación de emergencia en una zona de riesgo como es el garaje, ya que las luminarias de emergencia usuales por lo general fallan con asiduidad y no son reemplazadas. Con este sistema de alimentación acompañado por los dispositivos de control se garantizará un correcto funcionamiento de la iluminación de emergencia en todo momento, asegurando que por fallo de la alimentación general todos los dispositivos de alumbrado cumplan su función. Por dicho motivo sólo se instalará en la misma y no en el resto de zonas comunes del edificio.

#### **6.- Recarga vehículos eléctricos**

##### ***6.1.- Esquema de la instalación***

De entre los posibles esquemas de instalación para la recarga de vehículos eléctricos se ha optado por el 3.A que equivale a un esquema de instalación individual con contadores principales ubicados en la centralización de contadores referentes a cada estación de recarga ya que se pretende que la recarga de los vehículos sea libre para cualquier propietario o no en el edificio, es decir, que se permita a usuarios que no posean una vivienda en el edificio tener la posibilidad de acceder a la compra o alquiler de una plaza de garaje con toma de recarga para vehículos eléctricos. Por tanto este esquema facilita la contabilización de los consumos de cada plaza independientemente de los consumos de los propietarios de cada vivienda.

En el ANEXO I se muestra detalladamente los criterios de elección para esta opción y los motivos por los que se descarta el resto de posibilidades.

## **6.2.- Modo de recarga**

La elección del modo de carga 3 se fundamenta en que es de los modos más extendidos en las recargas convencionales, lentas, además de incorporar el sistema de alimentación controlada, lo que permitirá hacer un mejor uso de la energía.

El motivo de que la recarga sea lenta se debe a que al ser en estacionamiento privado, de vivienda, se estima que la recarga será primordialmente en horario nocturno, periodos valle y súper valle, estimando en la que la potencia demandada por el VE ronda los 3.5kW, y el tiempo de carga esté comprendido entre 8 - 6 horas.

## **6.3.- Punto de recarga**

Esta solución propuesta para el modo de carga, formada por Wall-box, está basada en su composición de equipos que pueden funcionar de forma autónoma y por equipos con comunicaciones que permiten funciones específicas a través de software adaptado a la instalación. La robustez frente al uso y al vandalismo, así como la facilidad de instalación y uso, es uno de los aspectos que se han tenido muy en cuenta a la hora de elegir estos equipos. Así mismo, por ser equipos muy compactos con un alto nivel tecnológico integrado.

Se ha seleccionado un Wall-box con toma de recarga Mix (dos tomas), posibilitando la recarga de cualquier tipo de VE que acceda al punto de recarga, ya que la toma tipo Schuko es una de las más utilizada por los VE existentes y la SAE J1772, que según la Asociación de Ingenieros del Automóvil (SAE) será el tipo de toma más que tenderá a estandarizarse en el mercado de los vehículos eléctricos.

La altura del punto de recarga atiende a el mínimo recogido por el borrador de ITC-BT-52 y atendiendo a recomendaciones de Naciones Unidas sobre accesibilidad para personas minusválidas (Entre 0,9 y 1,2 m de altura desde el nivel del suelo). El lugar colocación del mismo seguirá dicha instrucción con el fin de asegurar las protecciones necesarias y la iluminación exigida, 15 lux de luminancia horizontal medidos a una altura de 1 metro.

El nivel IK atiende al mínimo establecido en la Norma UNE-EN 50102 y el IP a la Norma UNE 20324.

La instalación tanto de interruptor diferencial de máximo 30mA de corriente residual e interruptor magnetotérmico de 16 A curva C en el Wall-box para proteger la instalación se acoge a lo citado en la instrucción técnica complementaria citada anteriormente.

La instalación de protección contra sobretensiones se acoge a la misma ITC, donde se cita que deben ser instalados en la proximidad del origen de la instalación o en el cuadro principal de mando y protección, lo más cerca posible del origen de la instalación eléctrica del edificio. Si la distancia entre la estación de recarga y el dispositivo de protección contra sobretensiones transitorias situado aguas arriba es mas de 10m se instalara un dispositivo de protección contra sobretensiones transitorias adicional en la estación de recarga. “

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIERÍA  
CIVIL E INDUSTRIAL**

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

**TRABAJO FIN DE GRADO**

TÍTULO

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN EDIFICIO DE 12 VIVIENDAS Y GARAJE CON  
INSTALACIÓN PARA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

**PLANOS**

AUTOR

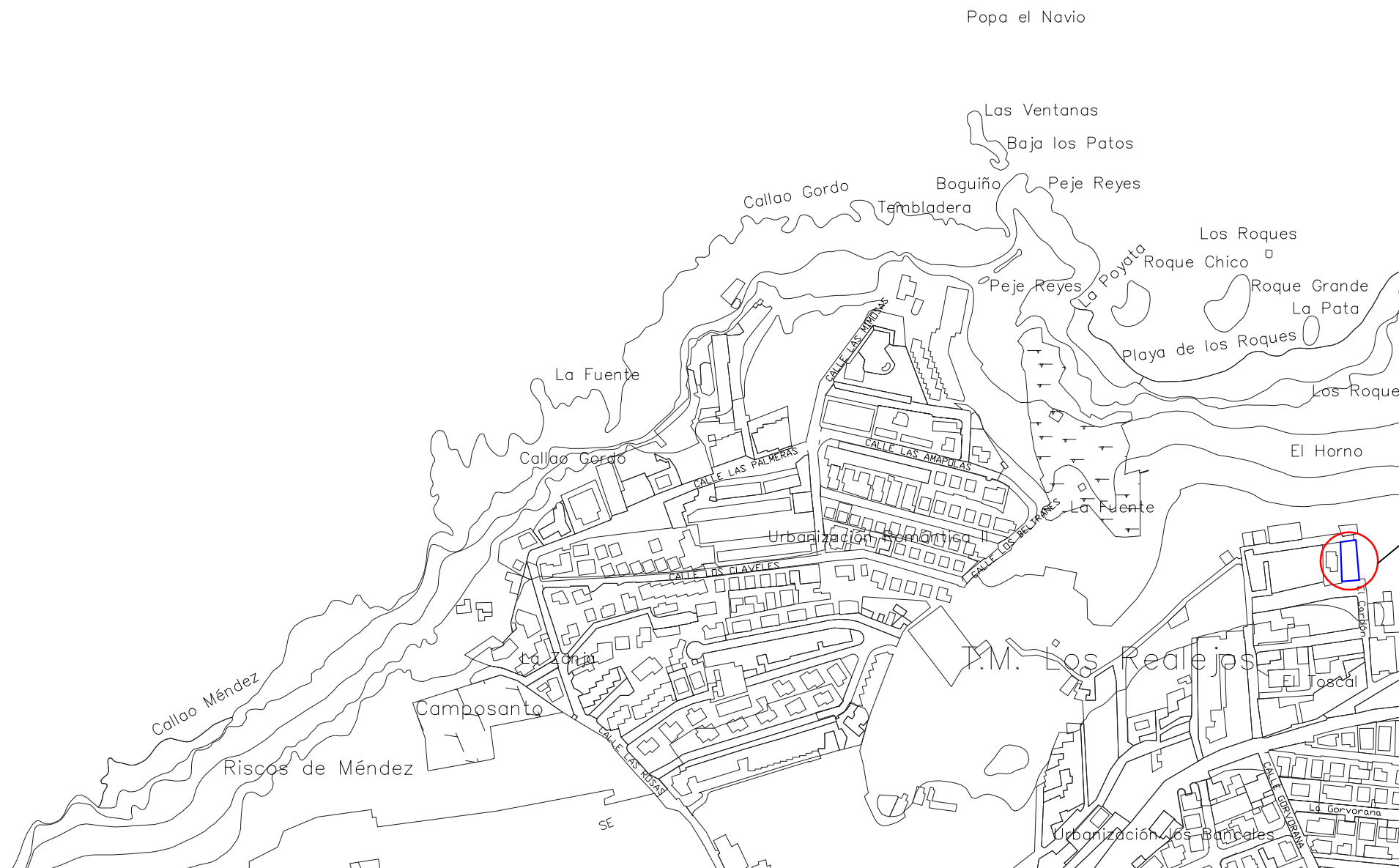
Patricia Álvarez Suárez

TUTOR

Germán Carlos González Rodríguez

## **ÍNDICE DE PLANOS**

- 1.- Plano de situación**
- 2.- Plano de emplazamiento**
- 3.- Plano de alzados y secciones del edificio**
- 4.- Plano de plantas del edificio**
- 5.- Plano de instalación eléctrica de planta baja**
- 6.- Plano de instalación eléctrica de planta primera**
- 7.- Plano de instalación eléctrica de planta segunda**
- 8.- Plano de instalación eléctrica de planta tercera**
- 9.- Plano de instalación eléctrica de planta cubierta**
- 10.- Plano de instalación eléctrica de planta garaje**
- 11.- Plano de instalación eléctrica de recarga de vehículos eléctricos**
- 12.- Plano de instalación eléctrica de vivienda 1. Circuito 1**
- 13.- Plano de instalación eléctrica de vivienda 1. Circuito 2**
- 14.- Plano de instalación eléctrica de vivienda 1. Circuito 3**
- 15.- Plano de instalación eléctrica de vivienda 1. Circuito 4**
- 16.- Plano de instalación eléctrica de vivienda 1. Circuito 5**
- 17.- Plano de instalación eléctrica de vivienda 1. Circuito 8**
- 18.- Plano de instalación eléctrica de vivienda 1. Circuito 9**
- 19.- Plano de instalación eléctrica de vivienda 1. Circuito 10**
- 20.- Esquema unifilar general**
- 21.- Esquema unifilar de viviendas**
- 22.- Esquema unifilar de garaje, zonas comunes y ascensor**
- 23.- Esquema de mando de SAI**
- 24.- Esquema de mando de RED**



SITUACIÓN

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN EDIFICIO DE 12 VIVIENDAS Y GARAJE CON INSTALACIÓN PARA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS			
	Fecha	Autor	 ESCUELA TECNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Grado Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna
Dibujado	04/07/14	Patricia Álvarez Suárez	
Comprobado	04/07/14	Tutor: Germán C. González Rodríguez	
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA:	Plano de situación		Nº P.: 1
1:5000			Nom.Arch: Plano situacion.dwg

SUPERFICIE TOTAL DE PARCELA = 524.78 m2.

SOLAR COLINDANTE

ANTENA PARABOLICA

DEPOSITO DE AGUA DE 500 L.

ACERA

línea de fachada

línea de fachada

EJE CALLE

EJE CALLE 2º TRANSVERSAL A EL CARDON

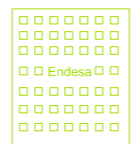
CGP

PEATONAL

SOLAR COLINDANTE

Armarío de distribución

INSTALACIÓN ACOMETIDA



Arqueta A1 Endesa



Tubo corrugado 450N (acera), Ø 120mm

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN EDIFICIO DE 12 VIVIENDAS Y GARAJE CON INSTALACIÓN PARA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

	Fecha	Autor
Dibujado	04/07/14	Patricia Álvarez Suárez
Comprobado	04/07/14	Autor: Germán C. González Rodríguez
Id. s. normas	UNE-EN-DIN	

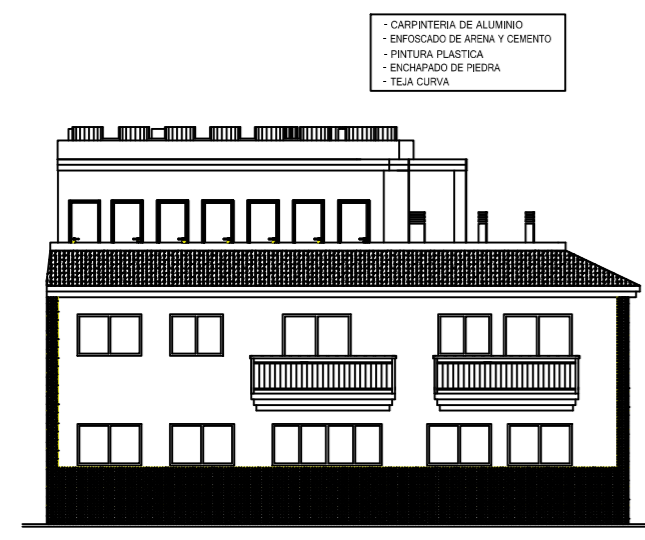


ESCUELA TECNICA SUPERIOR INGENIERIA CIVIL E INDUSTRIAL  
Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática  
Universidad de La Laguna

ESCALA:  
1:100

Plano de planta. Emplazamiento

Nº P.: 2  
Nom.Arch:  
Plano emplazamiento.dwg



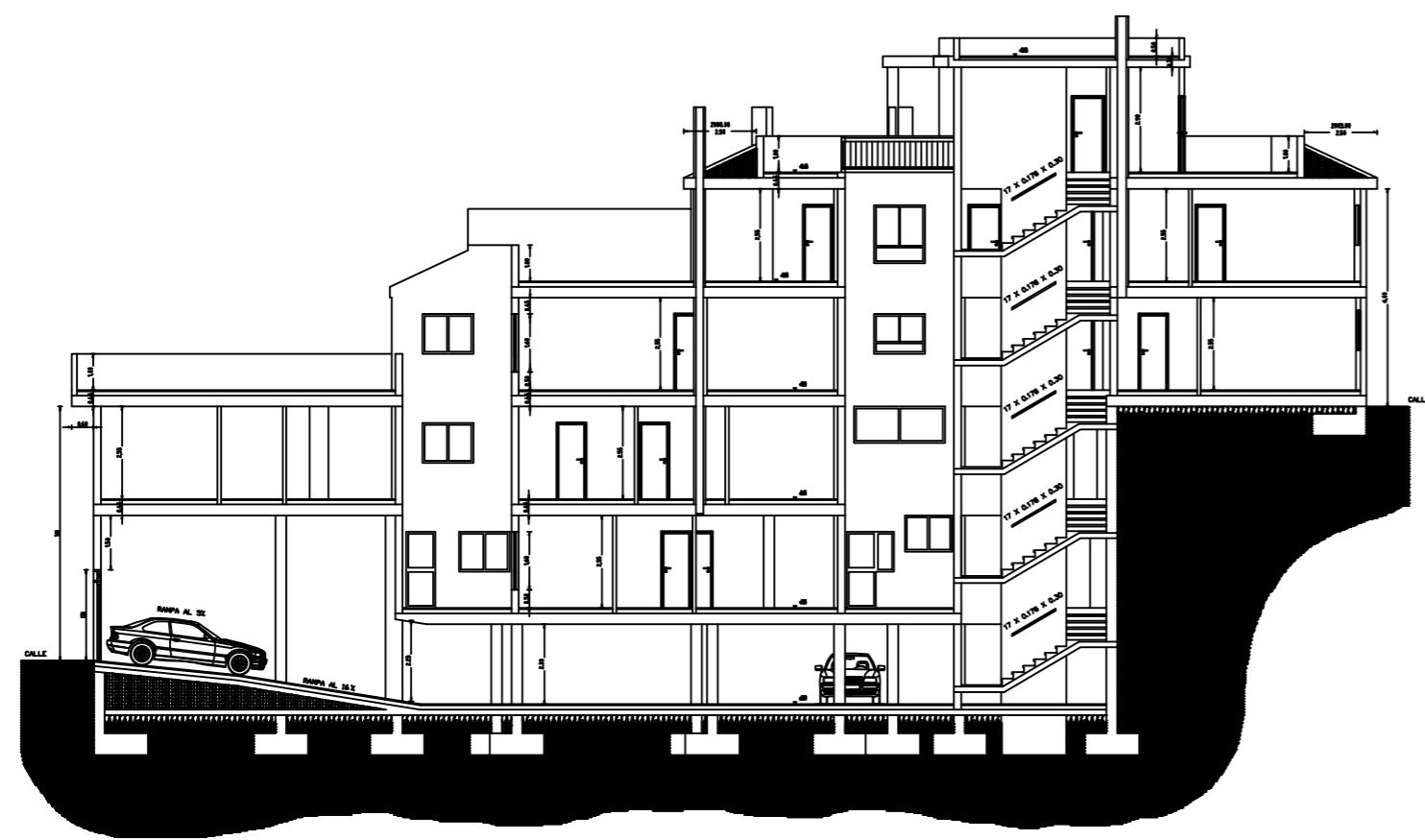
ALZADO POSTERIOR



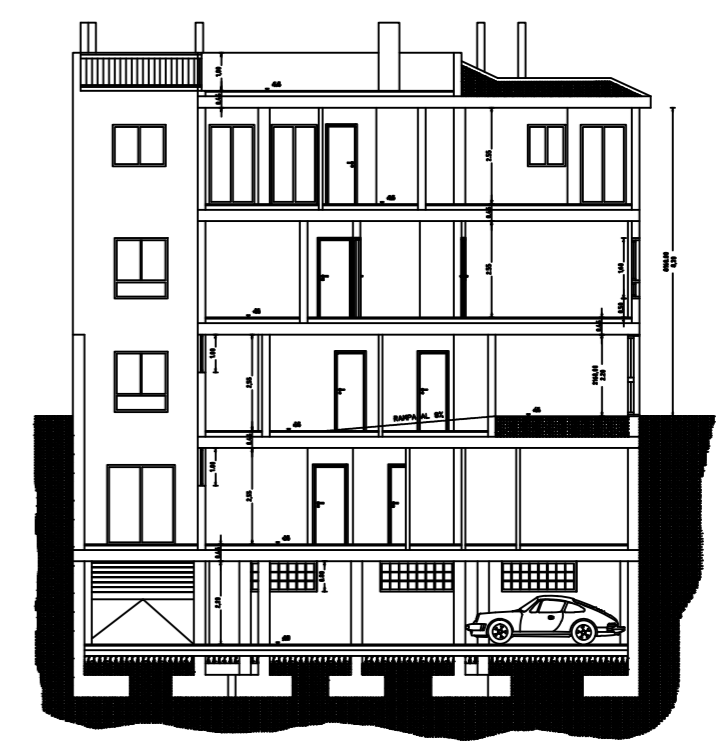
ALZADO PRINCIPAL



ALZADO PEATONAL



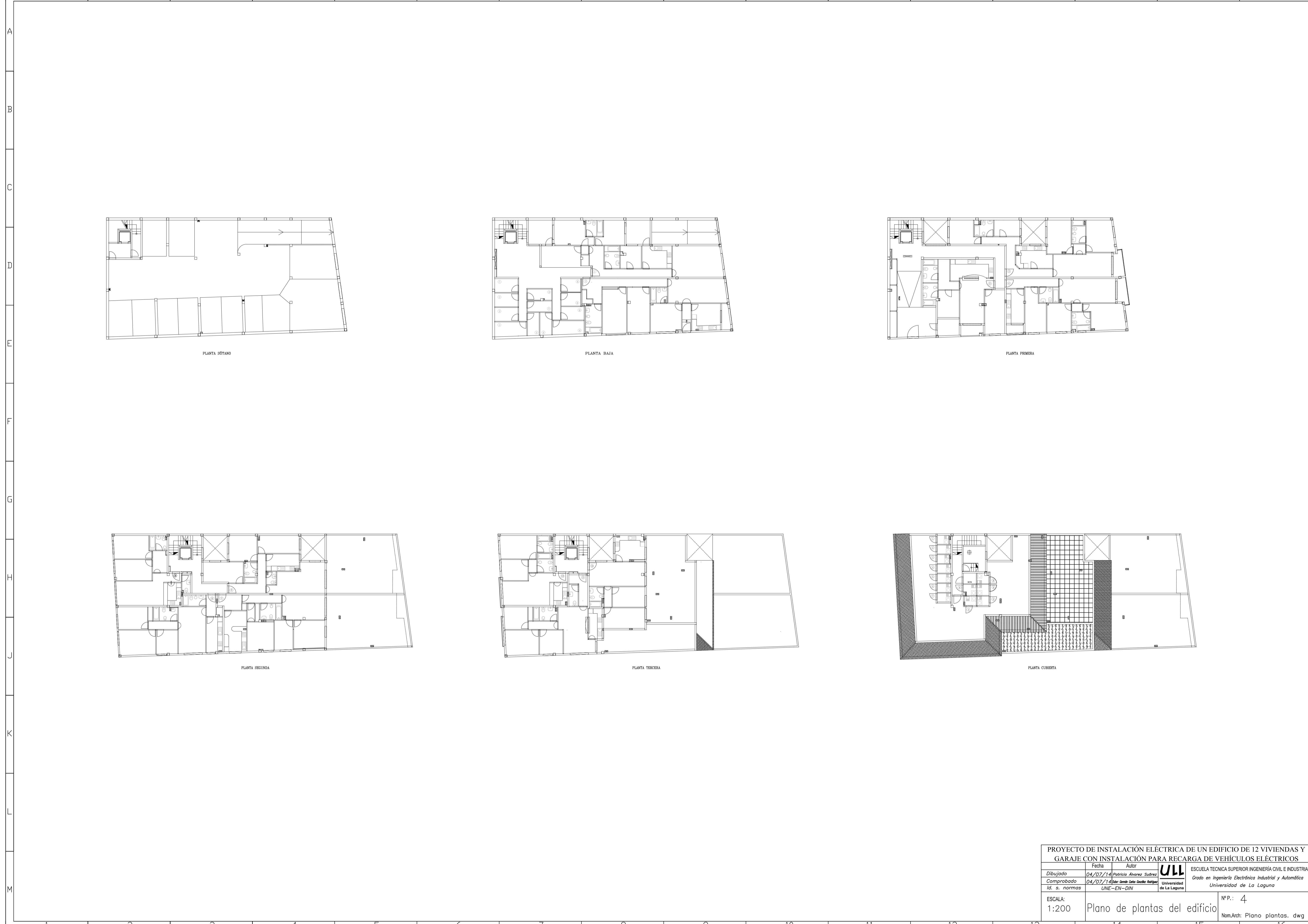
SECCION L-L



SECCION S-S

<b>PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN EDIFICIO DE 12 VIVIENDAS Y GARAJE CON INSTALACIÓN PARA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS</b>			
	Fecha	Autor	 ESCUELA TECNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna
Dibujado	04/07/14	Patricia Alvarez Suárez	
Comprobado	04/07/14	Idar. Germán Carlos González Rodríguez	
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		Universidad de La Laguna
ESCALA:	1:200		Nº P.: 3
		Plano secciones y alzados del edificio	Nom.Arch: Plano secciones alzados.dwg





PLANTA SOTANO

PLANTA BAJA

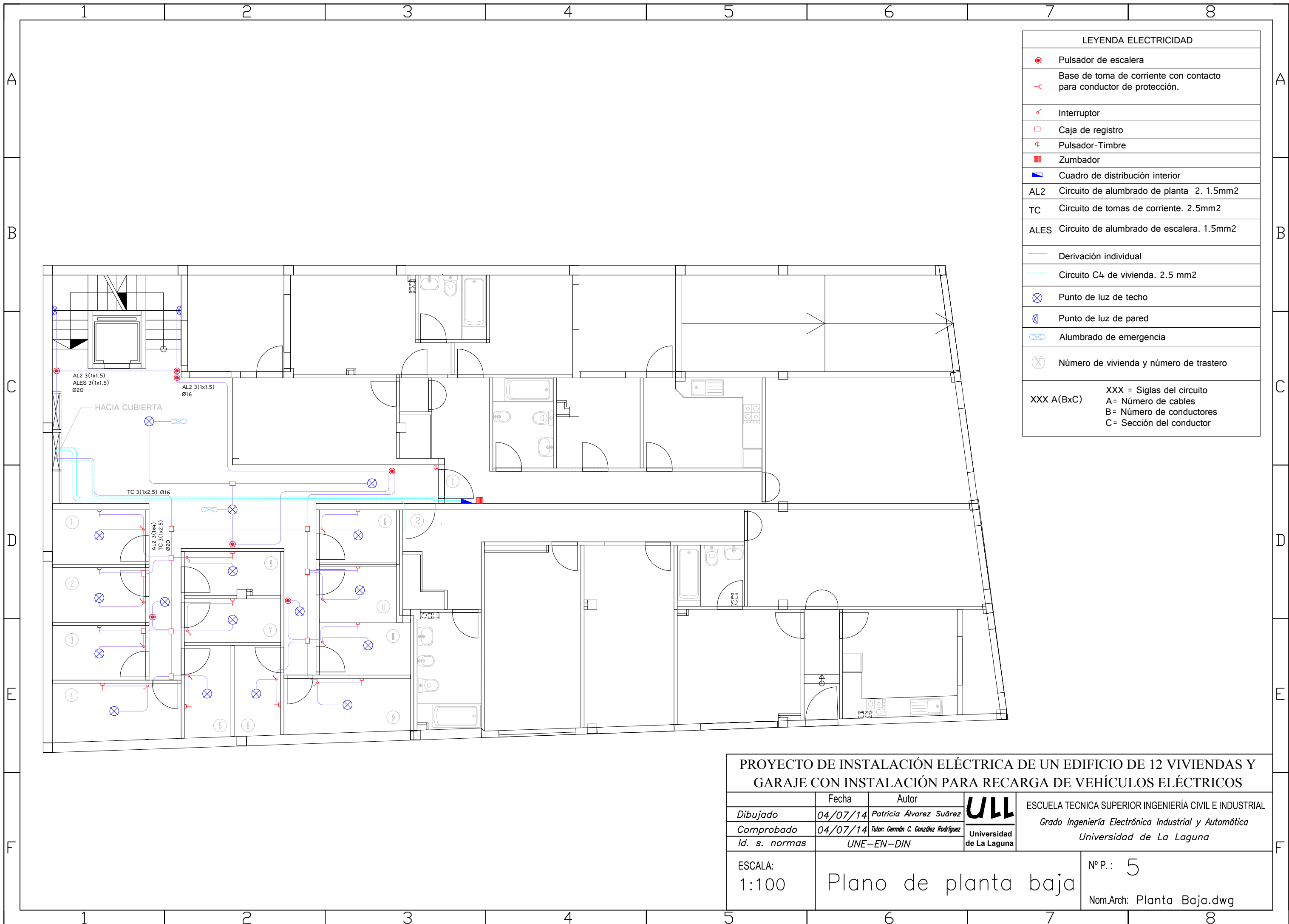
PLANTA PRIMERA

PLANTA SEGUNDA

PLANTA TERCERA

PLANTA CUBIERTA

<b>PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN EDIFICIO DE 12 VIVIENDAS Y GARAJE CON INSTALACIÓN PARA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS</b>			
Dibujado	Fecha	Autor	 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna
Comprobado	04/07/14	Patricia Álvarez Suárez	
Id. s. normas	UNE-EN-DIN	UNE-EN-DIN	
ESCALA:	1:200	Plano de plantas del edificio	Nº P.: 4
			Nam.Arch: Plano plantas. dwg

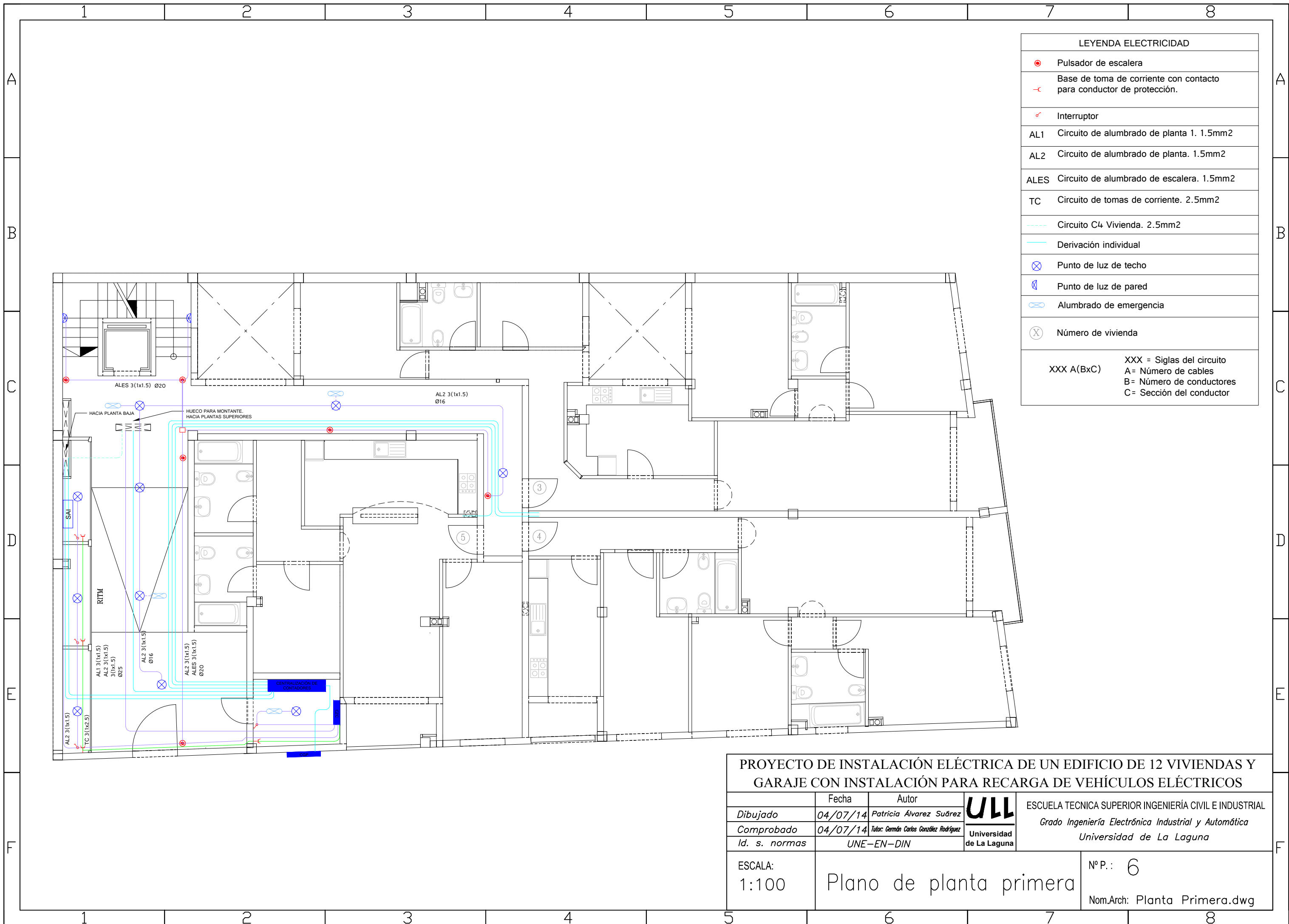


LEYENDA ELECTRICIDAD	
	Pulsador de escalera
	Base de toma de corriente con contacto para conductor de protección.
	Interruptor
	Caja de registro
	Pulsador-Timbre
	Zumbador
	Cuadro de distribución interior
AL2	Circuito de alumbrado de planta. 2. 1.5mm <sup>2</sup>
TC	Circuito de tomas de corriente. 2.5mm <sup>2</sup>
ALES	Circuito de alumbrado de escalera. 1.5mm <sup>2</sup>
	Derivación individual
	Circuito C4 de vivienda. 2.5 mm <sup>2</sup>
	Punto de luz de techo
	Punto de luz de pared
	Alumbrado de emergencia
	Número de vivienda y número de trastero
XXX A(BxC)	XXX = Siglas del circuito A = Número de cables B = Número de conductores C = Sección del conductor

**PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN EDIFICIO DE 12 VIVIENDAS Y GARAJE CON INSTALACIÓN PARA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS**

	Fecha	Autor		ESCUELA TECNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Grado Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna
Dibujado	04/07/14	Patricia Álvarez Suárez		
Comprobado	04/07/14	Tutor: Germán C. González Rodríguez		
Id. s. normas	UNE-EN-DIN			

ESCALA: 1:100	Plano de planta baja	Nº P.: 5 Nom.Arch: Planta Baja.dwg
------------------	----------------------	---------------------------------------

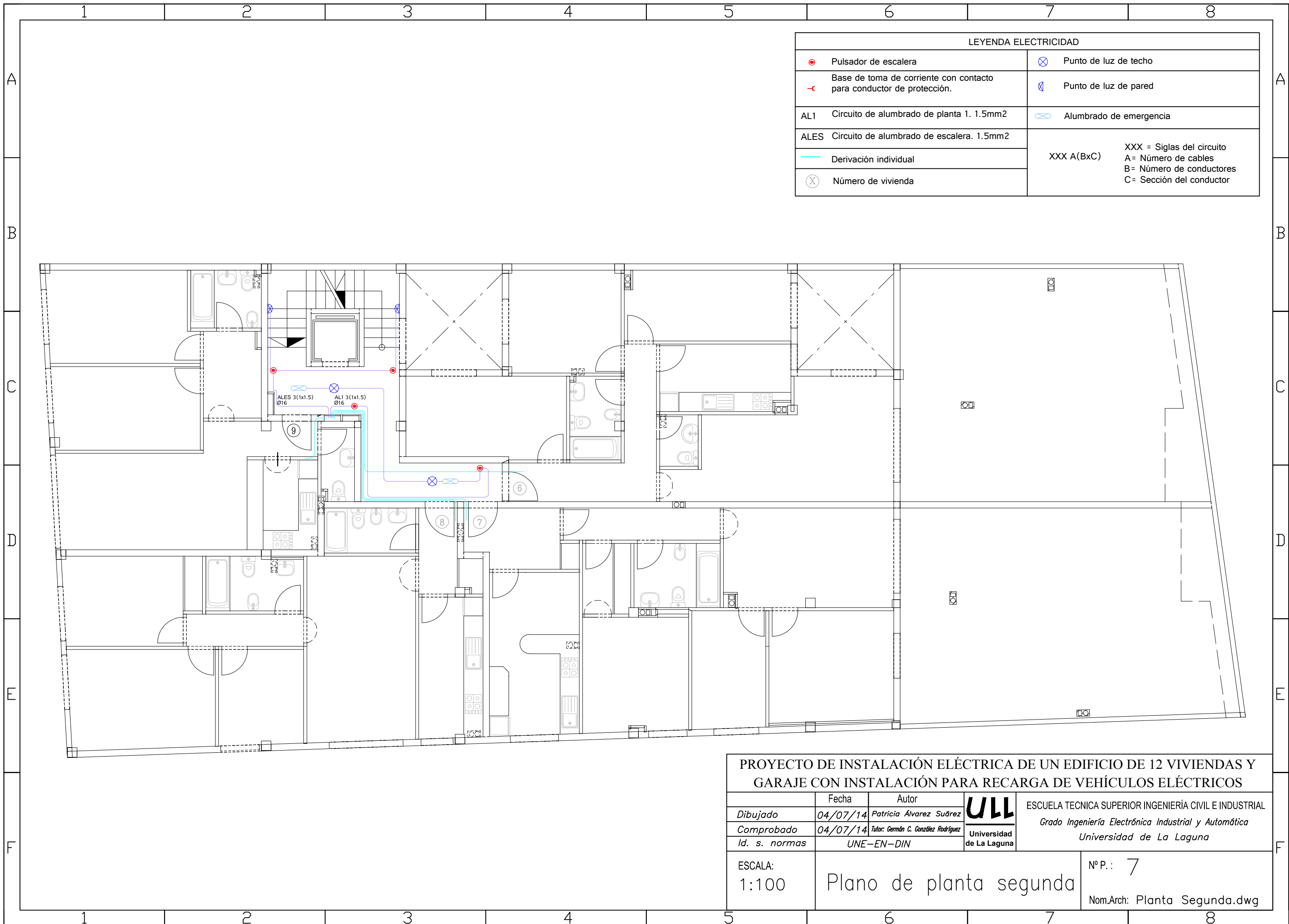


LEYENDA ELECTRICIDAD	
	Pulsador de escalera
	Base de toma de corriente con contacto para conductor de protección.
	Interruptor
AL1	Circuito de alumbrado de planta. 1.5mm <sup>2</sup>
AL2	Circuito de alumbrado de planta. 1.5mm <sup>2</sup>
ALES	Circuito de alumbrado de escalera. 1.5mm <sup>2</sup>
TC	Circuito de tomas de corriente. 2.5mm <sup>2</sup>
	Circuito C4 Vivienda. 2.5mm <sup>2</sup>
	Derivación individual
	Punto de luz de techo
	Punto de luz de pared
	Alumbrado de emergencia
	Número de vivienda
XXX A(BxC)	XXX = Siglas del circuito A = Número de cables B = Número de conductores C = Sección del conductor

**PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN EDIFICIO DE 12 VIVIENDAS Y GARAJE CON INSTALACIÓN PARA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS**

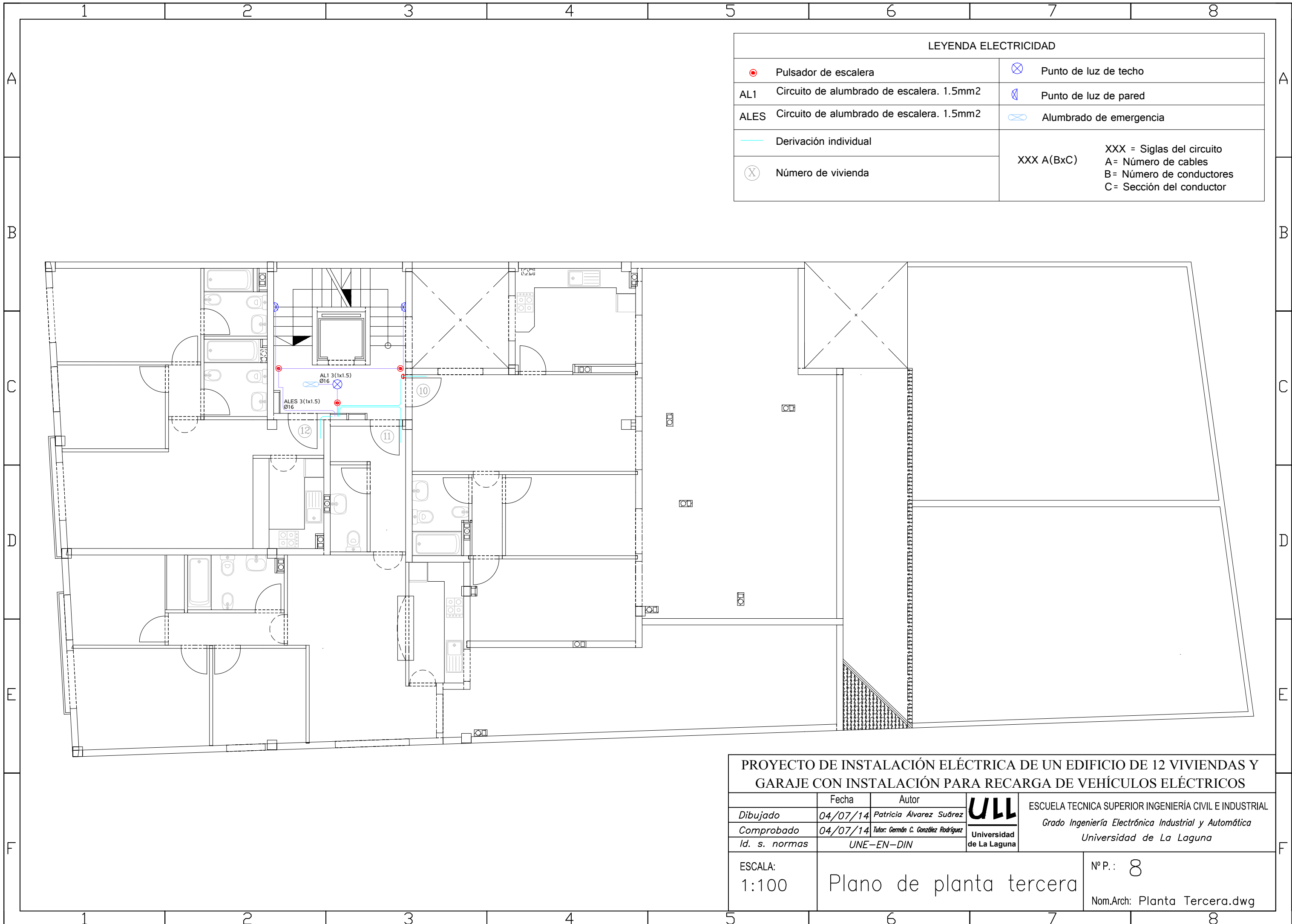
	Fecha	Autor	 <b>ESCUOLA TECNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL</b> Grado Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna
Dibujado	04/07/14	Patricia Álvarez Suárez	
Comprobado	04/07/14	Tutor: Germán Carlos González Rodríguez	
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		

ESCALA: 1:100	Plano de planta primera	Nº P.: 6 Nom.Arch: Planta Primera.dwg
------------------	-------------------------	--



LEYENDA ELECTRICIDAD			
●	Pulsador de escalera	⊗	Punto de luz de techo
↔	Base de toma de corriente con contacto para conductor de protección.	⊗	Punto de luz de pared
AL1	Circuito de alumbrado de planta 1. 1.5mm2	⊗	Alumbrado de emergencia
ALES	Circuito de alumbrado de escalera. 1.5mm2	XXX A(BxC) XXX = Siglas del circuito A = Número de cables B = Número de conductores C = Sección del conductor	
—	Derivación individual		
⊗	Número de vivienda		

<b>PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN EDIFICIO DE 12 VIVIENDAS Y GARAJE CON INSTALACIÓN PARA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS</b>			
	Fecha	Autor	 <b>ESCUOLA TECNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL</b> Grado Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna
Dibujado	04/07/14	Patricia Álvarez Suárez	
Comprobado	04/07/14	Tutor: Germán C. González Rodríguez	
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA:	Plano de planta segunda		Nº P. : 7
1:100			Nom.Arch: Planta Segunda.dwg

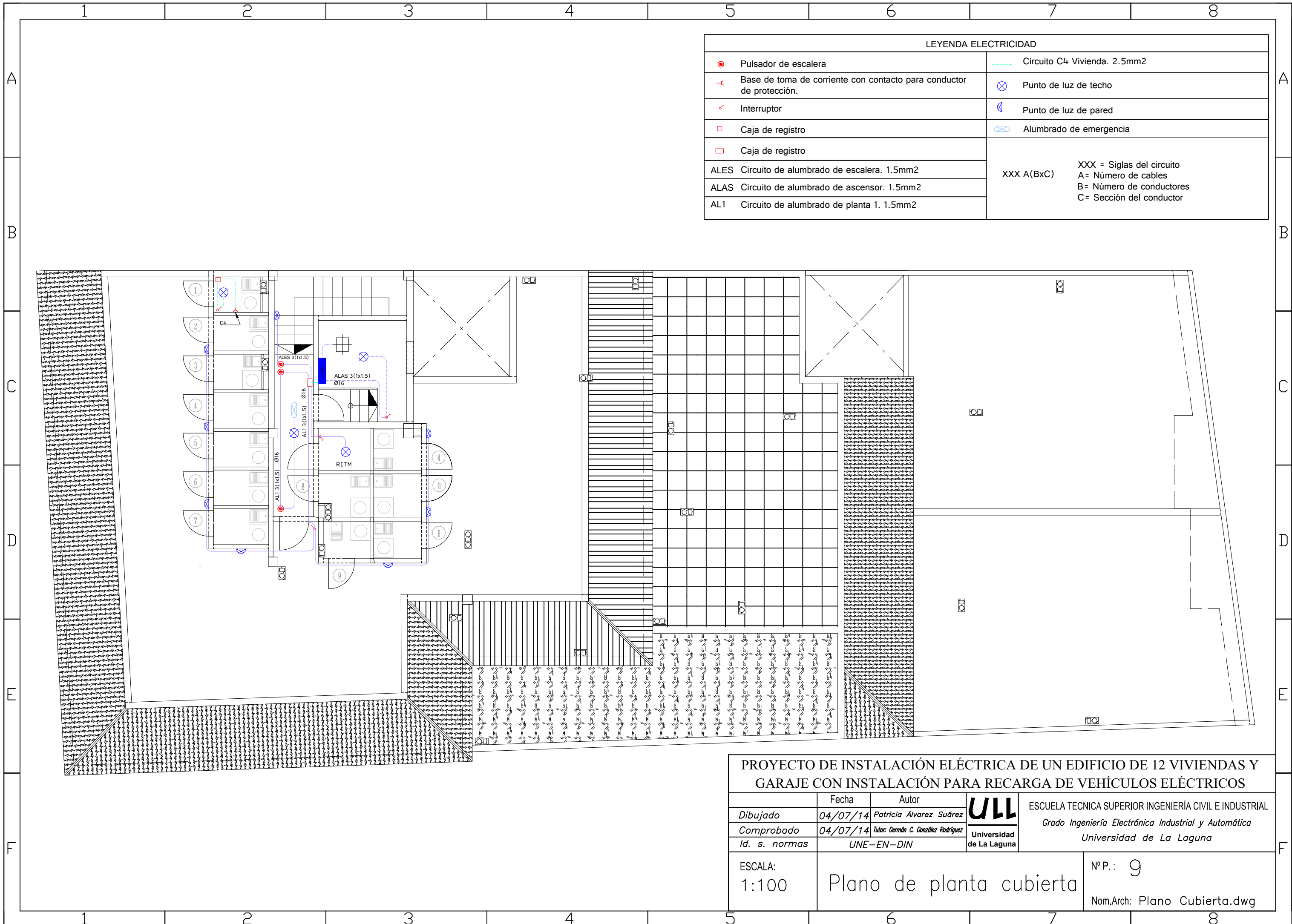


LEYENDA ELECTRICIDAD	
● Pulsador de escalera	⊗ Punto de luz de techo
AL1 Circuito de alumbrado de escalera. 1.5mm2	⊕ Punto de luz de pared
ALES Circuito de alumbrado de escalera. 1.5mm2	⊖ Aluminado de emergencia
— Derivación individual	XXX A(BxC) XXX = Siglas del circuito A= Número de cables B= Número de conductores C= Sección del conductor
⊗ Número de vivienda	

**PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN EDIFICIO DE 12 VIVIENDAS Y GARAJE CON INSTALACIÓN PARA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS**

	Fecha	Autor	 <b>ESCUOLA TECNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL</b> Grado Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna
Dibujado	04/07/14	Patricia Álvarez Suárez	
Comprobado	04/07/14	Tutor: Germán C. González Rodríguez	
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		Universidad de La Laguna

ESCALA: 1:100	Plano de planta tercera	Nº P. : 8 Nom.Arch: Planta Tercera.dwg
------------------	-------------------------	---

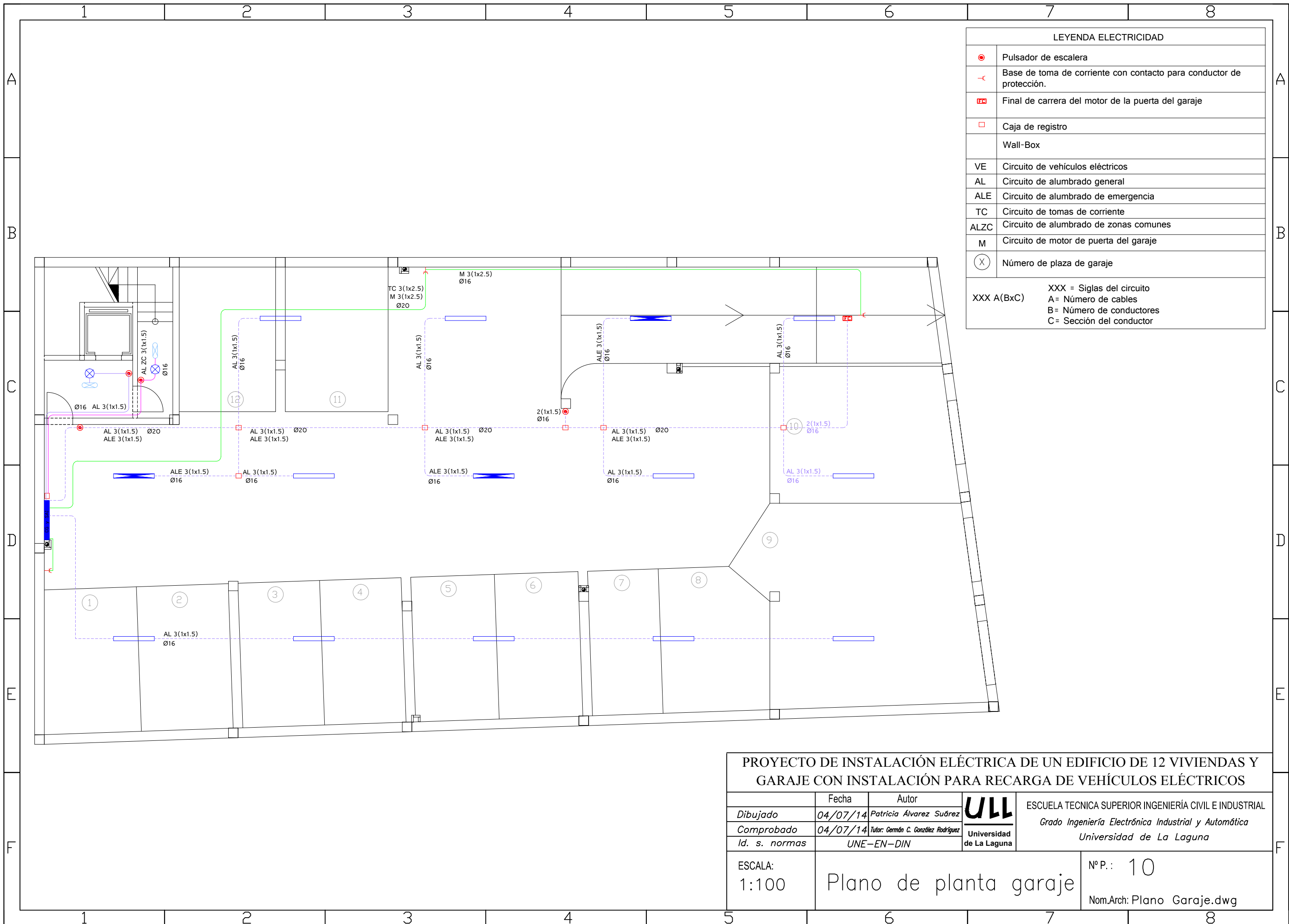


LEYENDA ELECTRICIDAD	
● Pulsador de escalera	--- Circuito C4 Vivienda. 2.5mm2
⌋ Base de toma de corriente con contacto para conductor de protección.	⊗ Punto de luz de techo
⌋ Interruptor	⊗ Punto de luz de pared
□ Caja de registro	∞ Alumbrado de emergencia
□ Caja de registro	XXX A(BxC) XXX = Siglas del circuito A = Número de cables B = Número de conductores C = Sección del conductor
ALES Circuito de alumbrado de escalera. 1.5mm2	
ALAS Circuito de alumbrado de ascensor. 1.5mm2	
AL1 Circuito de alumbrado de planta 1. 1.5mm2	

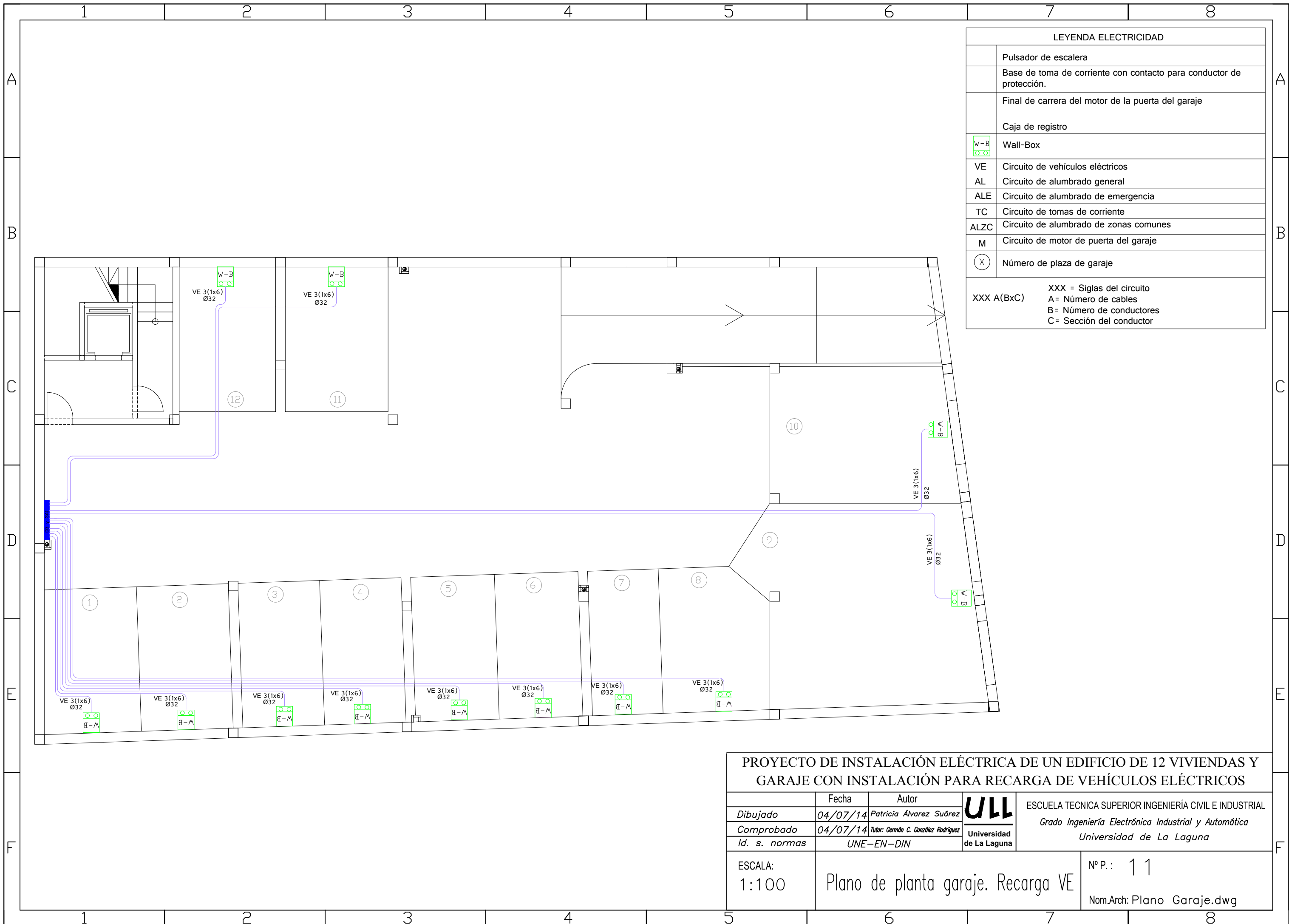
**PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN EDIFICIO DE 12 VIVIENDAS Y GARAJE CON INSTALACIÓN PARA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS**

	Fecha	Autor	 <b>ESCUOLA TECNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL</b> Grado Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna
Dibujado	04/07/14	Patricia Álvarez Suárez	
Comprobado	04/07/14	Tutor: Germán C. González Rodríguez	
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		Universidad de La Laguna

ESCALA: 1:100	Plano de planta cubierta	Nº P. : 9 Nom.Arch: Plano Cubierta.dwg
------------------	--------------------------	---



PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN EDIFICIO DE 12 VIVIENDAS Y GARAJE CON INSTALACIÓN PARA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS			
	Fecha	Autor	 ESCUELA TECNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Grado Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna
Dibujado	04/07/14	Patricia Álvarez Suárez	
Comprobado	04/07/14	Tutor: Germán C. González Rodríguez	
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA:	Plano de planta garaje		Nº P. : 10
1:100			Nom.Arch: Plano Garaje.dwg



LEYENDA ELECTRICIDAD	
	Pulsador de escalera
	Base de toma de corriente con contacto para conductor de protección.
	Final de carrera del motor de la puerta del garaje
	Caja de registro
	Wall-Box
VE	Circuito de vehículos eléctricos
AL	Circuito de alumbrado general
ALE	Circuito de alumbrado de emergencia
TC	Circuito de tomas de corriente
ALZC	Circuito de alumbrado de zonas comunes
M	Circuito de motor de puerta del garaje
(X)	Número de plaza de garaje
XXX A(BxC)	XXX = Siglas del circuito A = Número de cables B = Número de conductores C = Sección del conductor

**PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN EDIFICIO DE 12 VIVIENDAS Y GARAJE CON INSTALACIÓN PARA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS**

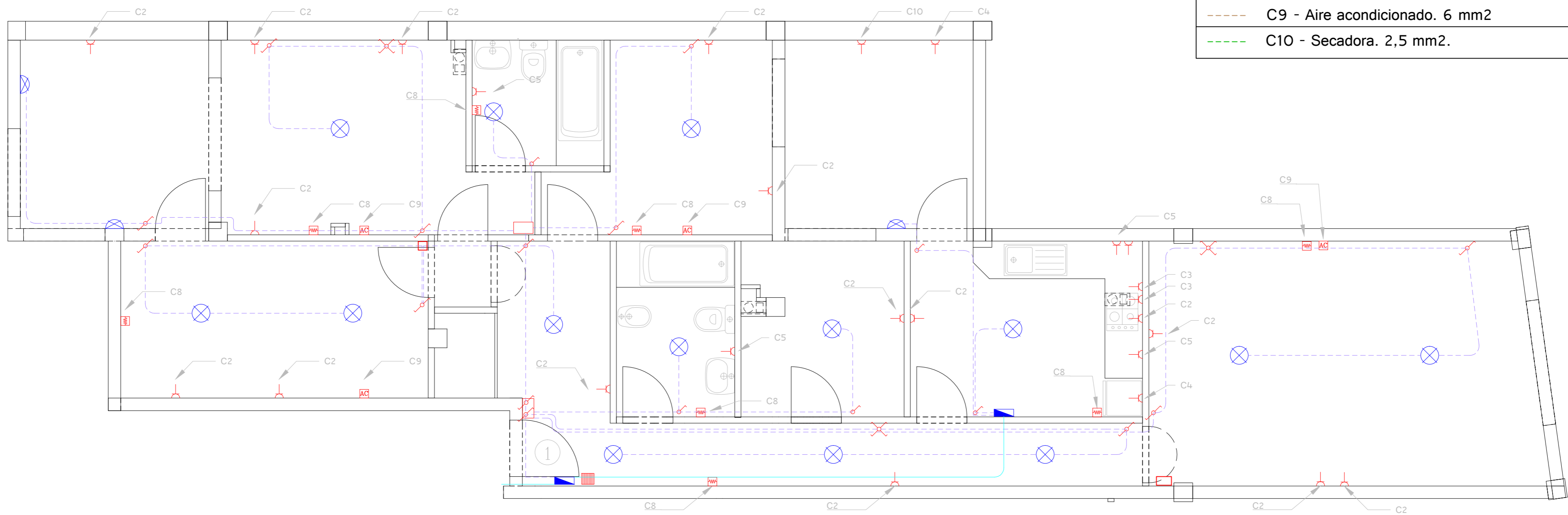
	Fecha	Autor
<i>Dibujado</i>	04/07/14	Patricia Álvarez Suárez
<i>Comprobado</i>	04/07/14	Tutor: Germán C. González Rodríguez
<i>Id. s. normas</i>	UNE-EN-DIN	

ESCUELA TECNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL  
 Grado Ingeniería Electrónica Industrial y Automática  
 Universidad de La Laguna

ESCALA: 1:100	Plano de planta garaje. Recarga VE	Nº P.: 11 Nom.Arch: Plano Garaje.dwg
------------------	------------------------------------	---

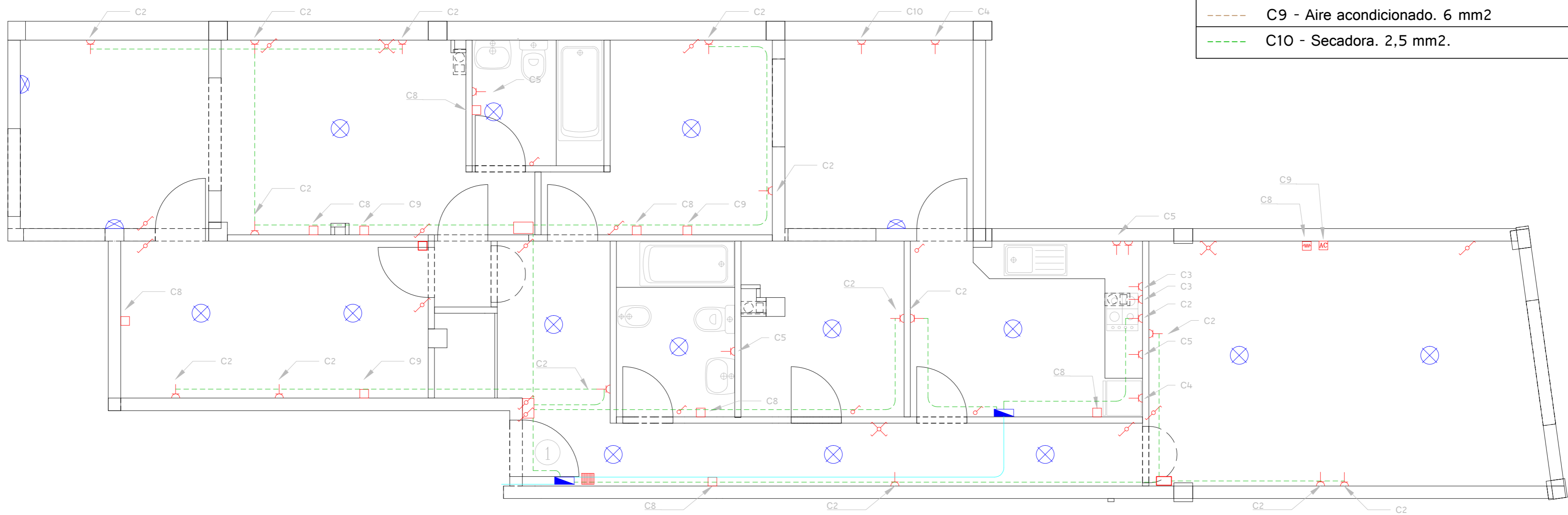


LEYENDA ELECTRICIDAD	
	Pulsador de escalera
	Base de toma de corriente 16A con contacto para conductor de protección.
	Interruptor
	Conmutador
	Cruzamiento
	Caja de derivación
	Caja de derivación
	Caja de derivación
	C1 - Circuito iluminación. 1,5 mm <sup>2</sup>
	C2 - Circuito tomas de corriente (TC) general. 2,5 mm <sup>2</sup>
	C3 - Circuito TC Cocina/Horno. 6mm <sup>2</sup>
	C4 - Circuito TC Lavavajillas, termo y lavadora. 2,5 mm <sup>2</sup>
	C5 - Circuito TC baño. 2,5 mm <sup>2</sup>
	C8 - Calefacción. 6 mm <sup>2</sup>
	C9 - Aire acondicionado. 6 mm <sup>2</sup>
	C10 - Secadora. 2,5 mm <sup>2</sup> .



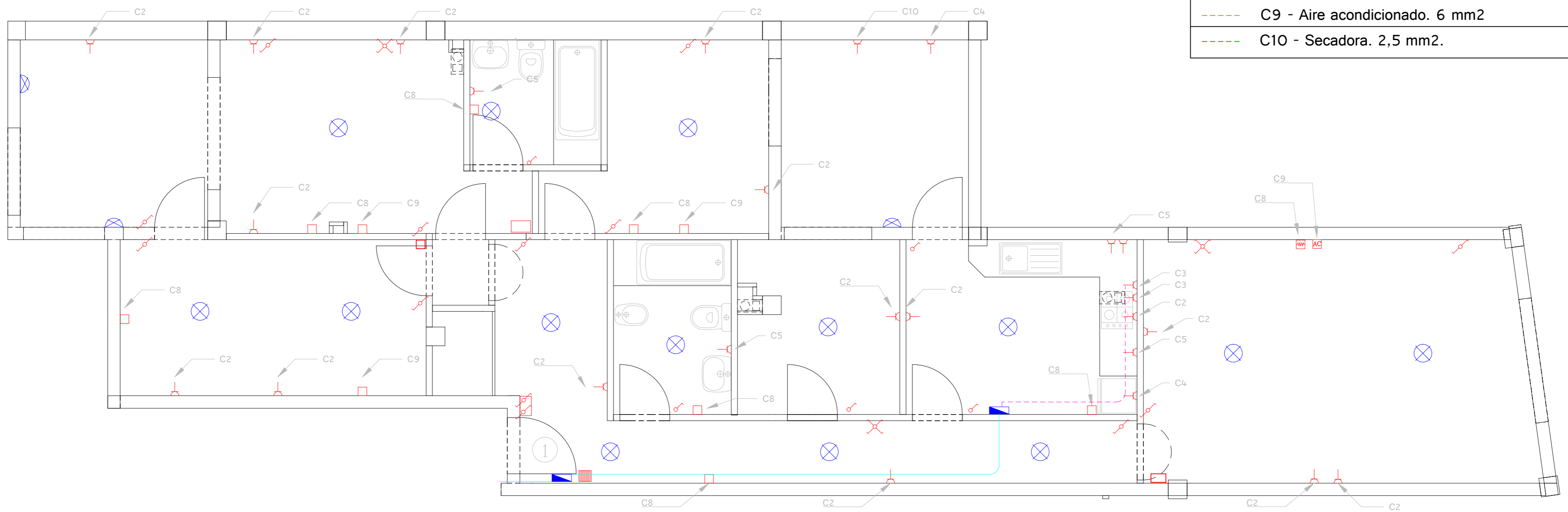
<b>PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN EDIFICIO DE 12 VIVIENDAS Y GARAJE CON INSTALACIÓN PARA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS</b>			
Dibujado	04/07/14	Patricia Alvarez Suárez	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna
Comprobado	04/07/14	Tutor: Germán C. González Rodríguez	
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA:	Plano de planta Vivienda 1 C1		Nº P.: 12
1:50			Nom.Arch: Plano vivienda1.dwg

LEYENDA ELECTRICIDAD	
	Pulsador de escalera
	Base de toma de corriente 16A con contacto para conductor de protección.
	Interruptor
	Conmutador
	Cruzamiento
	Caja de derivación
	Caja de derivación
	Caja de derivación
	C1 - Circuito iluminación. 1,5 mm <sup>2</sup>
	C2 - Circuito tomas de corriente (TC) general. 2,5 mm <sup>2</sup>
	C3 - Circuito TC Cocina/Horno. 6mm <sup>2</sup>
	C4 - Circuito TC Lavavajillas, termo y lavadora. 2,5 mm <sup>2</sup>
	C5 - Circuito TC baño. 2,5 mm <sup>2</sup>
	C8 - Calefacción. 6 mm <sup>2</sup>
	C9 - Aire acondicionado. 6 mm <sup>2</sup>
	C10 - Secadora. 2,5 mm <sup>2</sup> .



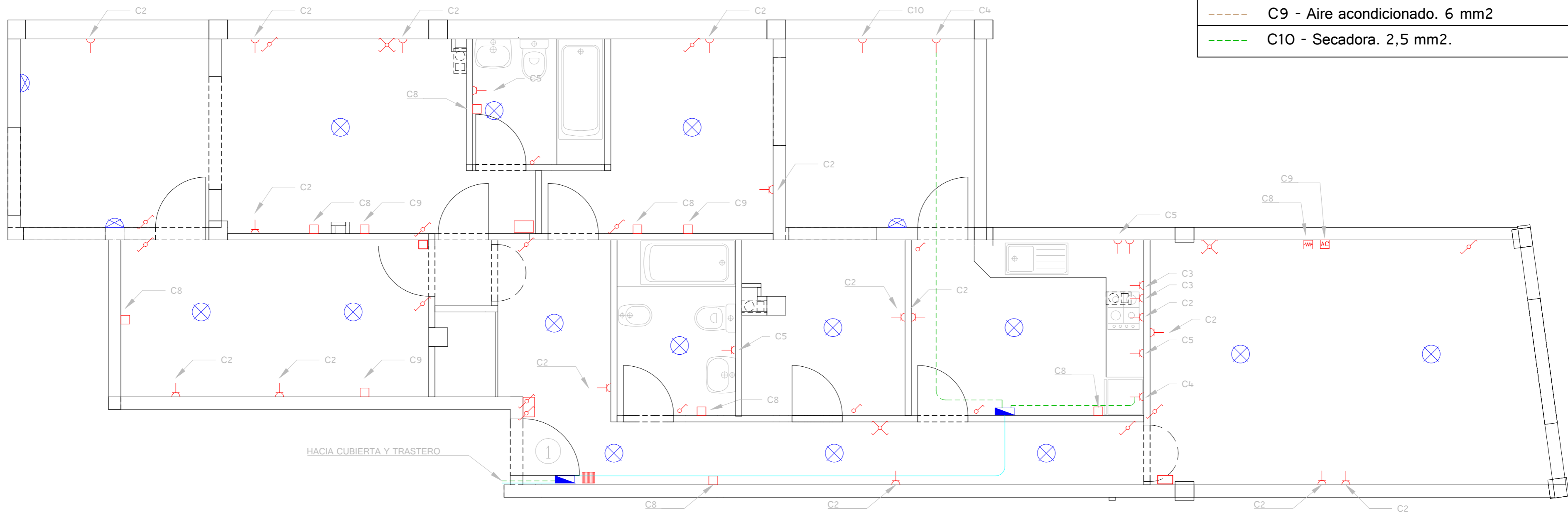
<b>PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN EDIFICIO DE 12 VIVIENDAS Y GARAJE CON INSTALACIÓN PARA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS</b>			
Dibujado	04/07/14	Patricia Alvarez Suárez	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna
Comprobado	04/07/14	Tutor: Germán C. González Rodríguez	
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA:	Plano de planta Vivienda 1 C2		Nº P.: 13
1:50			Nom.Arch: Plano vivienda1.dwg

LEYENDA ELECTRICIDAD	
	Pulsador de escalera
	Base de toma de corriente 16A con contacto para conductor de protección.
	Interruptor
	Conmutador
	Cruzamiento
	Caja de derivación
	Caja de derivación
	Caja de derivación
	C1 - Circuito iluminación. 1,5 mm <sup>2</sup>
	C2 - Circuito tomas de corriente (TC) general. 2,5 mm <sup>2</sup>
	C3 - Circuito TC Cocina/Horno. 6mm <sup>2</sup>
	C4 - Circuito TC Lavavajillas, termo y lavadora. 2,5 mm <sup>2</sup>
	C5 - Circuito TC baño. 2,5 mm <sup>2</sup>
	C8 - Calefacción. 6 mm <sup>2</sup>
	C9 - Aire acondicionado. 6 mm <sup>2</sup>
	C10 - Secadora. 2,5 mm <sup>2</sup> .



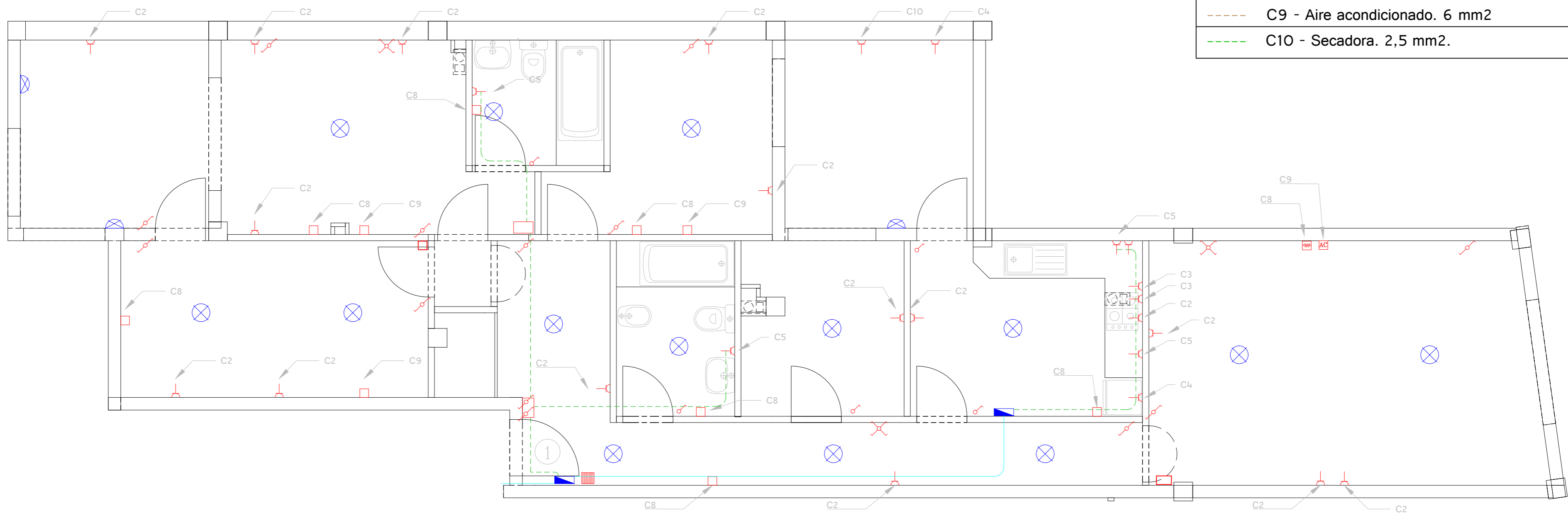
PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN EDIFICIO DE 12 VIVIENDAS Y GARAJE CON INSTALACIÓN PARA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS			
Dibujado	04/07/14	Patricia Alvarez Suárez	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna
Comprobado	04/07/14	Tutor: Germán C. González Rodríguez	
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA:	Plano de planta Vivienda 1 C3		Nº P.: 14
1:50			Nom.Arch: Plano vivienda1.dwg

LEYENDA ELECTRICIDAD	
	Pulsador de escalera
	Base de toma de corriente 16A con contacto para conductor de protección.
	Interruptor
	Conmutador
	Cruzamiento
	Caja de derivación
	Caja de derivación
	Caja de derivación
	C1 - Circuito iluminación. 1,5 mm <sup>2</sup>
	C2 - Circuito tomas de corriente (TC) general. 2,5 mm <sup>2</sup>
	C3 - Circuito TC Cocina/Horno. 6mm <sup>2</sup>
	C4 - Circuito TC Lavavajillas, termo y lavadora. 2,5 mm <sup>2</sup>
	C5 - Circuito TC baño. 2,5 mm <sup>2</sup>
	C8 - Calefacción. 6 mm <sup>2</sup>
	C9 - Aire acondicionado. 6 mm <sup>2</sup>
	C10 - Secadora. 2,5 mm <sup>2</sup> .



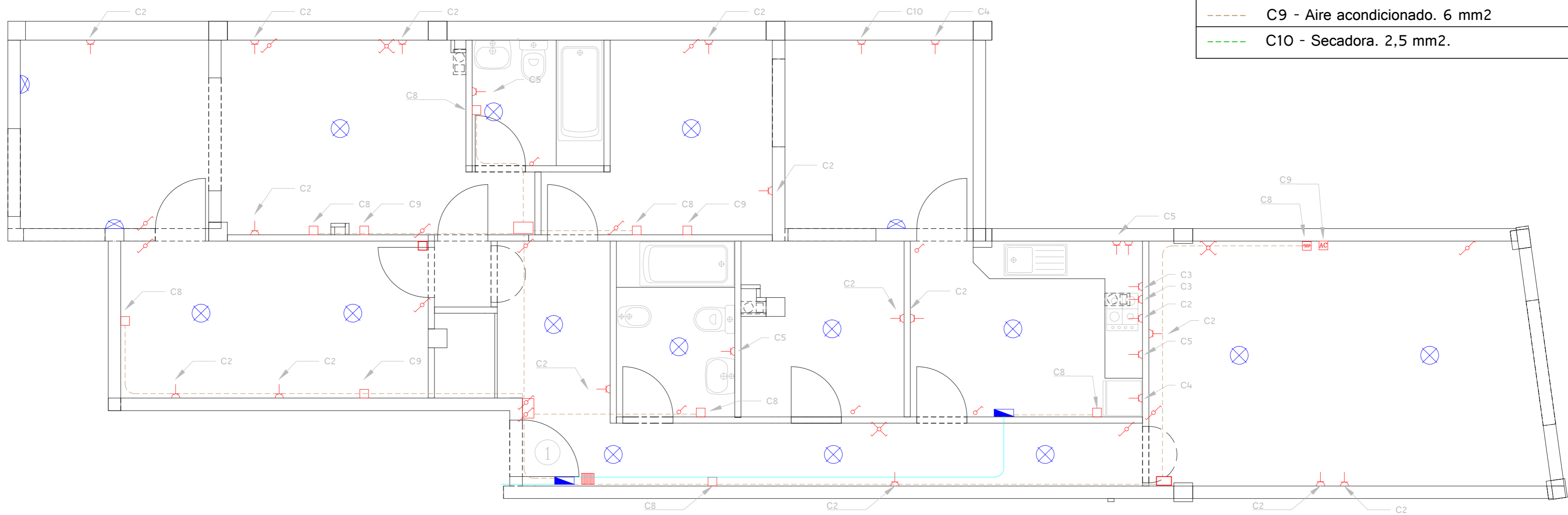
<b>PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN EDIFICIO DE 12 VIVIENDAS Y GARAJE CON INSTALACIÓN PARA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS</b>			
Dibujado	04/07/14	Patricia Alvarez Suárez	 ESCUELA TECNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna
Comprobado	04/07/14	Tutor: Germán C. González Rodríguez	
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA:	Plano de planta Vivienda 1 C4		Nº P.: 15
1:50			Nom.Arch: Plano vivienda1.dwg

LEYENDA ELECTRICIDAD	
	Pulsador de escalera
	Base de toma de corriente 16A con contacto para conductor de protección.
	Interruptor
	Conmutador
	Cruzamiento
	Caja de derivación
	Caja de derivación
	Caja de derivación
	C1 - Circuito iluminación. 1,5 mm <sup>2</sup>
	C2 - Circuito tomas de corriente (TC) general. 2,5 mm <sup>2</sup>
	C3 - Circuito TC Cocina/Horno. 6mm <sup>2</sup>
	C4 - Circuito TC Lavavajillas, termo y lavadora. 2,5 mm <sup>2</sup>
	C5 - Circuito TC baño. 2,5 mm <sup>2</sup>
	C8 - Calefacción. 6 mm <sup>2</sup>
	C9 - Aire acondicionado. 6 mm <sup>2</sup>
	C10 - Secadora. 2,5 mm <sup>2</sup> .



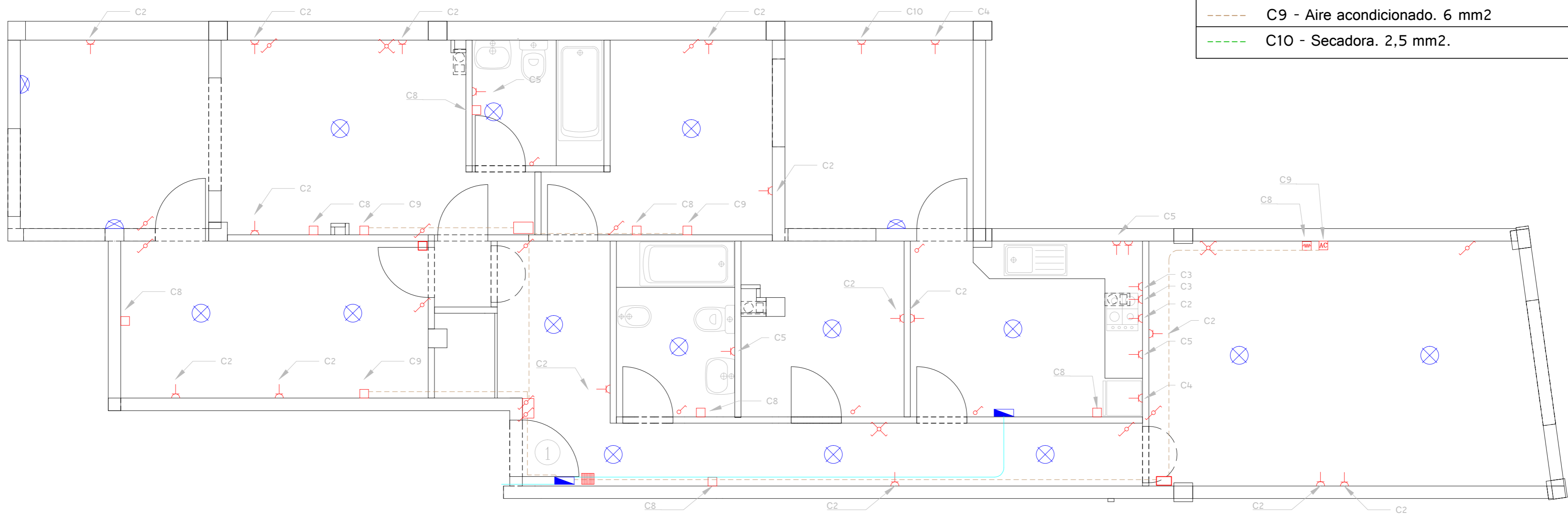
<b>PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN EDIFICIO DE 12 VIVIENDAS Y GARAJE CON INSTALACIÓN PARA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS</b>			
Dibujado	04/07/14	Patricia Alvarez Suárez	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna
Comprobado	04/07/14	Tutor: Germán C. González Rodríguez	
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA:	Plano de planta Vivienda 1 C5		Nº P.: 16
1:50			Nom.Arch: Plano vivienda1.dwg

LEYENDA ELECTRICIDAD	
	Pulsador de escalera
	Base de toma de corriente 16A con contacto para conductor de protección.
	Interruptor
	Conmutador
	Cruzamiento
	Caja de derivación
	Caja de derivación
	Caja de derivación
	C1 - Circuito iluminación. 1,5 mm <sup>2</sup>
	C2 - Circuito tomas de corriente (TC) general. 2,5 mm <sup>2</sup>
	C3 - Circuito TC Cocina/Horno. 6mm <sup>2</sup>
	C4 - Circuito TC Lavavajillas, termo y lavadora. 2,5 mm <sup>2</sup>
	C5 - Circuito TC baño. 2,5 mm <sup>2</sup>
	C8 - Calefacción. 6 mm <sup>2</sup>
	C9 - Aire acondicionado. 6 mm <sup>2</sup>
	C10 - Secadora. 2,5 mm <sup>2</sup> .



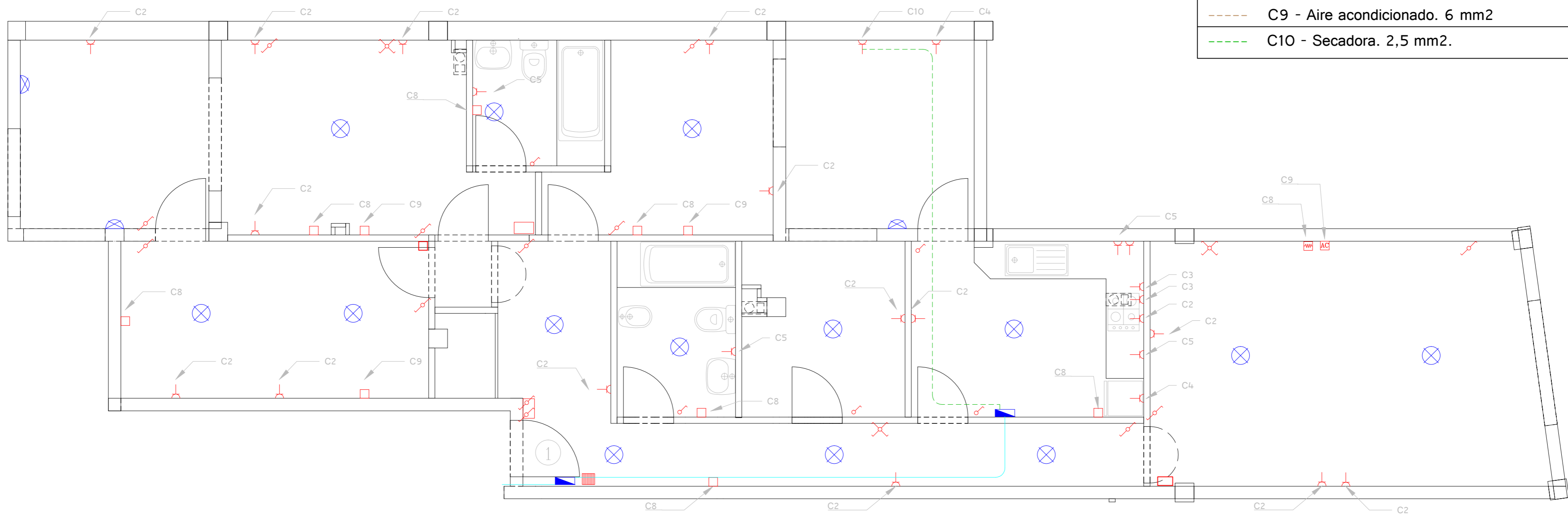
PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN EDIFICIO DE 12 VIVIENDAS Y GARAJE CON INSTALACIÓN PARA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS			
Dibujado	04/07/14	Patricia Alvarez Suárez	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna
Comprobado	04/07/14	Idator: Germán C. González Rodríguez	
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA:	Plano de planta Vivienda 1 C8		Nº P.: 17
1:50			Nom.Arch: Plano vivienda1.dwg

LEYENDA ELECTRICIDAD	
	Pulsador de escalera
	Base de toma de corriente 16A con contacto para conductor de protección.
	Interruptor
	Conmutador
	Cruzamiento
	Caja de derivación
	Caja de derivación
	Caja de derivación
	C1 - Circuito iluminación. 1,5 mm <sup>2</sup>
	C2 - Circuito tomas de corriente (TC) general. 2,5 mm <sup>2</sup>
	C3 - Circuito TC Cocina/Horno. 6mm <sup>2</sup>
	C4 - Circuito TC Lavavajillas, termo y lavadora. 2,5 mm <sup>2</sup>
	C5 - Circuito TC baño. 2,5 mm <sup>2</sup>
	C8 - Calefacción. 6 mm <sup>2</sup>
	C9 - Aire acondicionado. 6 mm <sup>2</sup>
	C10 - Secadora. 2,5 mm <sup>2</sup> .



PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN EDIFICIO DE 12 VIVIENDAS Y GARAJE CON INSTALACIÓN PARA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS			
Dibujado	04/07/14	Patricia Alvarez Suárez	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna
Comprobado	04/07/14	Isabel C. González Rodríguez	
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA:	Plano de planta Vivienda 1 C9		Nº P.: 18
1:50			Nom.Arch: Plano vivienda1.dwg

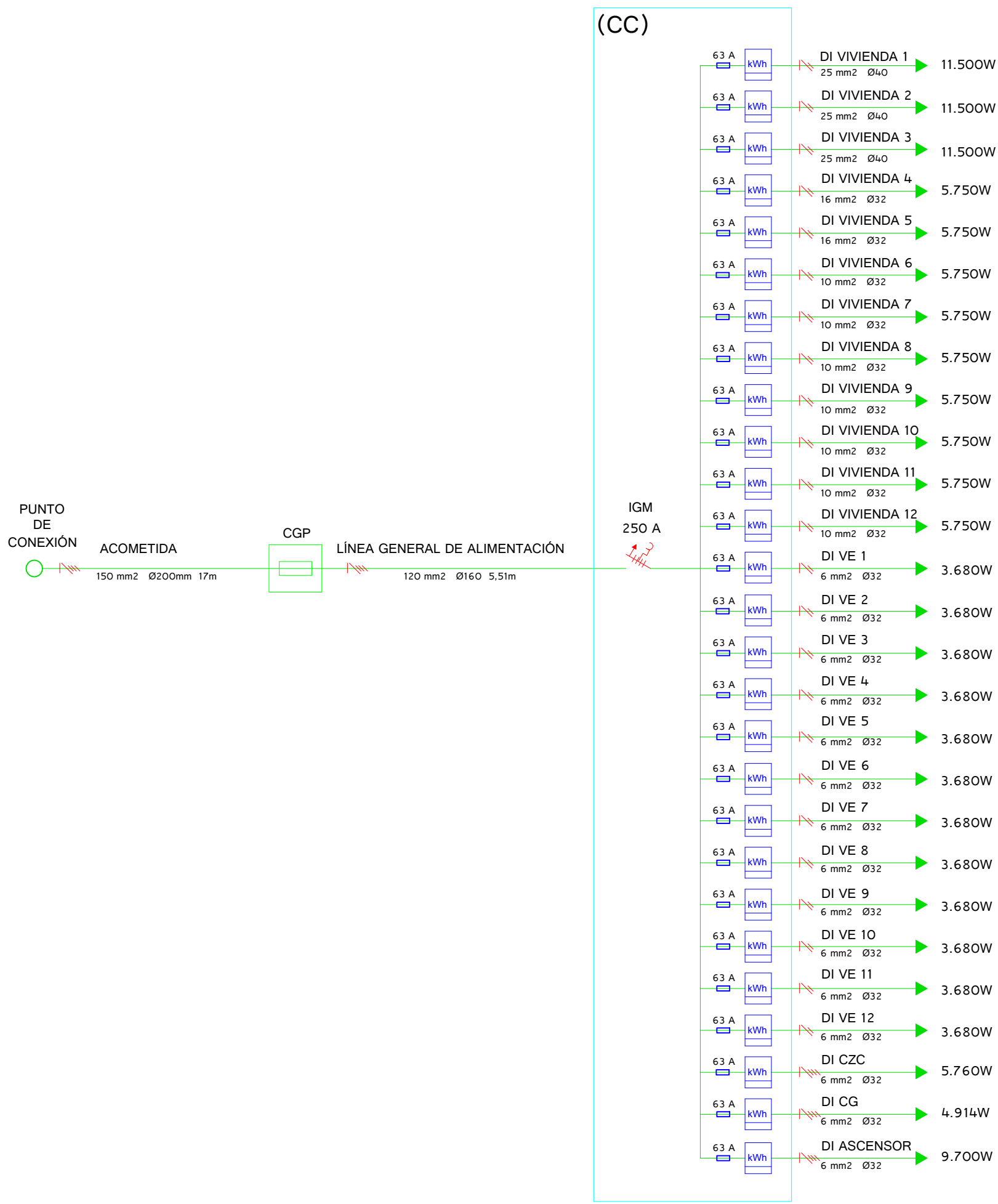
LEYENDA ELECTRICIDAD	
	Pulsador de escalera
	Base de toma de corriente 16A con contacto para conductor de protección.
	Interruptor
	Conmutador
	Cruzamiento
	Caja de derivación
	Caja de derivación
	Caja de derivación
	C1 - Circuito iluminación. 1,5 mm <sup>2</sup>
	C2 - Circuito tomas de corriente (TC) general. 2,5 mm <sup>2</sup>
	C3 - Circuito TC Cocina/Horno. 6mm <sup>2</sup>
	C4 - Circuito TC Lavavajillas, termo y lavadora. 2,5 mm <sup>2</sup>
	C5 - Circuito TC baño. 2,5 mm <sup>2</sup>
	C8 - Calefacción. 6 mm <sup>2</sup>
	C9 - Aire acondicionado. 6 mm <sup>2</sup>
	C10 - Secadora. 2,5 mm <sup>2</sup> .



<b>PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN EDIFICIO DE 12 VIVIENDAS Y GARAJE CON INSTALACIÓN PARA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS</b>			
Dibujado	04/07/14	Patricia Alvarez Suárez	 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna
Comprobado	04/07/14	Tutor: Germán C. González Rodríguez	
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA:	1:50		Nº P.: 19
Plano de planta Vivienda 1 C10			Nom.Arch: Plano vivienda1.dwg



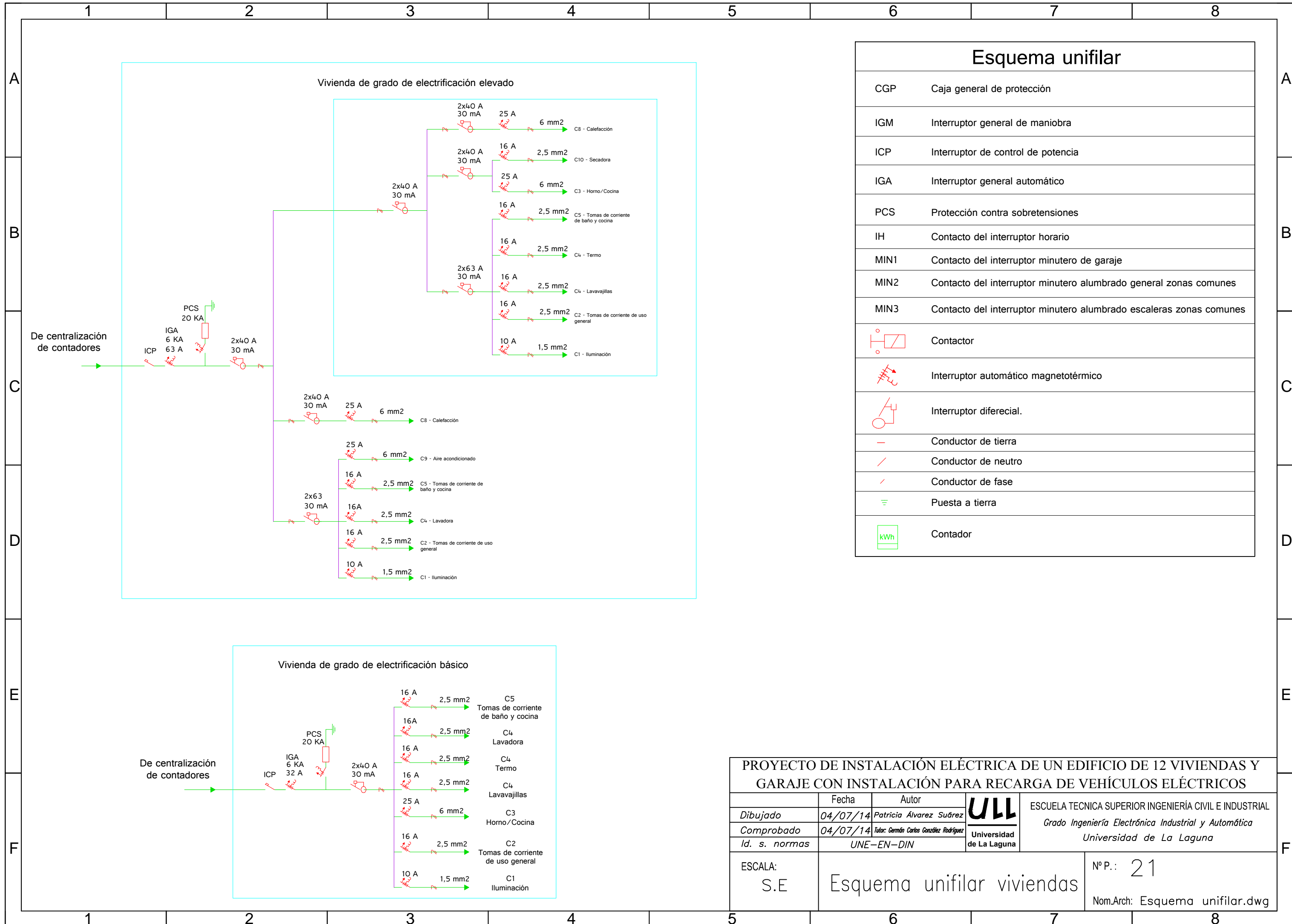
### Centralización de contadores



### Esquema unifilar

CGP	Caja general de protección
IGM	Interruptor general de maniobra
ICP	Interruptor de control de potencia
IGA	Interruptor general automático
PCS	Protección contra sobretensiones
IH	Contacto del interruptor horario
MIN1	Contacto del interruptor minuterero de garaje
MIN2	Contacto del interruptor minuterero alumbrado general zonas comunes
MIN3	Contacto del interruptor minuterero alumbrado escaleras zonas comunes
	Contactor
	Interruptor automático magnetotérmico
	Interruptor diferencial.
—	Conductor de tierra
/	Conductor de neutro
/	Conductor de fase
≡	Puesta a tierra
	Contador

<b>PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN EDIFICIO DE 12 VIVIENDAS Y GARAJE CON INSTALACIÓN PARA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS</b>			
	Fecha	Autor	 ESCUELA TECNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Grado Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna
Dibujado	04/07/14	Patricia Álvarez Suárez	
Comprobado	04/07/14	Tutor: Germán C. González Rodríguez	
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		Universidad de La Laguna
ESCALA: S.E	Esquema unifilar general		Nº P.: 20 Nom.Arch: Esquema unifilar.dwg



### Esquema unifilar

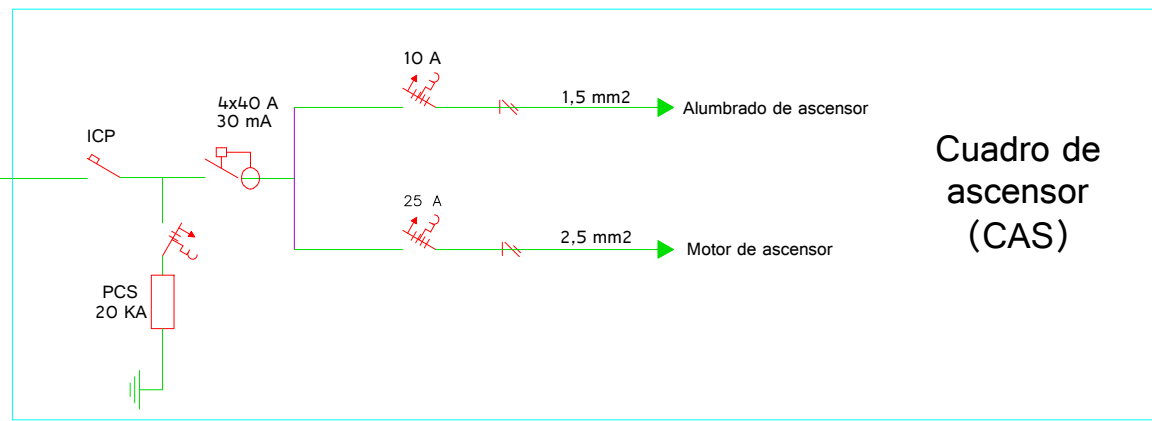
CGP	Caja general de protección
IGM	Interruptor general de maniobra
ICP	Interruptor de control de potencia
IGA	Interruptor general automático
PCS	Protección contra sobretensiones
IH	Contacto del interruptor horario
MIN1	Contacto del interruptor minuterero de garaje
MIN2	Contacto del interruptor minuterero alumbrado general zonas comunes
MIN3	Contacto del interruptor minuterero alumbrado escaleras zonas comunes
	Contactor
	Interruptor automático magnetotérmico
	Interruptor diferencial.
	Conductor de tierra
	Conductor de neutro
	Conductor de fase
	Puesta a tierra
	Contador

### PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN EDIFICIO DE 12 VIVIENDAS Y GARAJE CON INSTALACIÓN PARA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

	Fecha	Autor		ESCUELA TECNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Grado Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna
Dibujado	04/07/14	Patricia Álvarez Suárez		
Comprobado	04/07/14	Tutor: Germán Carlos González Rodríguez		
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		Universidad de La Laguna	

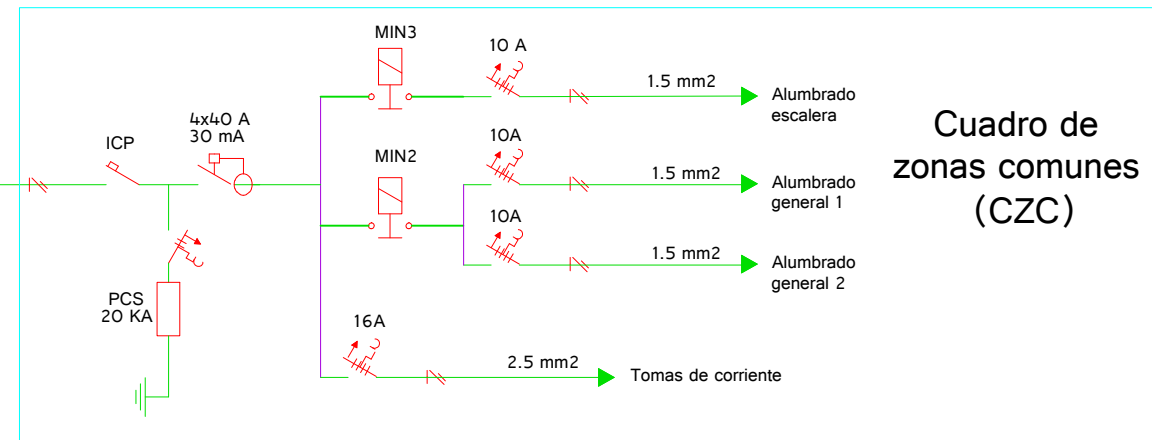
ESCALA:	Esquema unifilar viviendas	Nº P.: 21
S.E		Nom.Arch: Esquema unifilar.dwg

De centralización de contadores



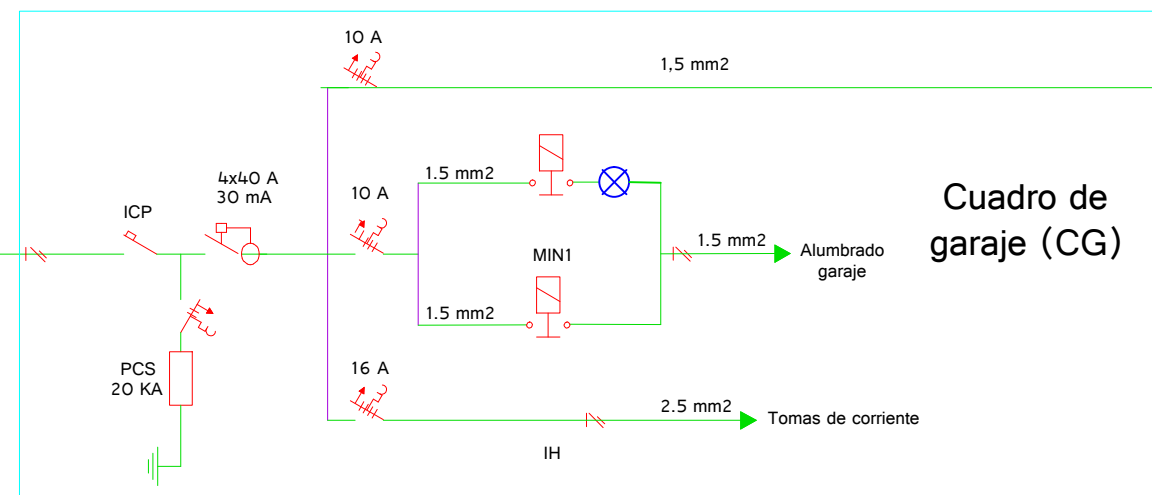
Cuadro de ascensor (CAS)

De centralización de contadores

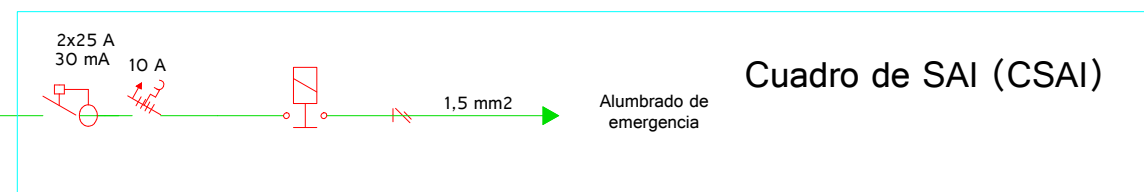


Cuadro de zonas comunes (CZC)

De centralización de contadores



Cuadro de garaje (CG)



Cuadro de SAI (CSAI)






### Esquema unifilar

CGP	Caja general de protección
IGM	Interruptor general de maniobra
ICP	Interruptor de control de potencia
IGA	Interruptor general automático
PCS	Protección contra sobretensiones
IH	Contacto del interruptor horario
MIN1	Contacto del interruptor minuterio de garaje
MIN2	Contacto del interruptor minuterio alumbrado general zonas comunes
MIN3	Contacto del interruptor minuterio alumbrado escaleras zonas comunes
	Contactor
	Interruptor automático magnetotérmico
	Interruptor diferencial.
—	Conductor de tierra
/	Conductor de neutro
/	Conductor de fase
≡	Puesta a tierra
	Contador

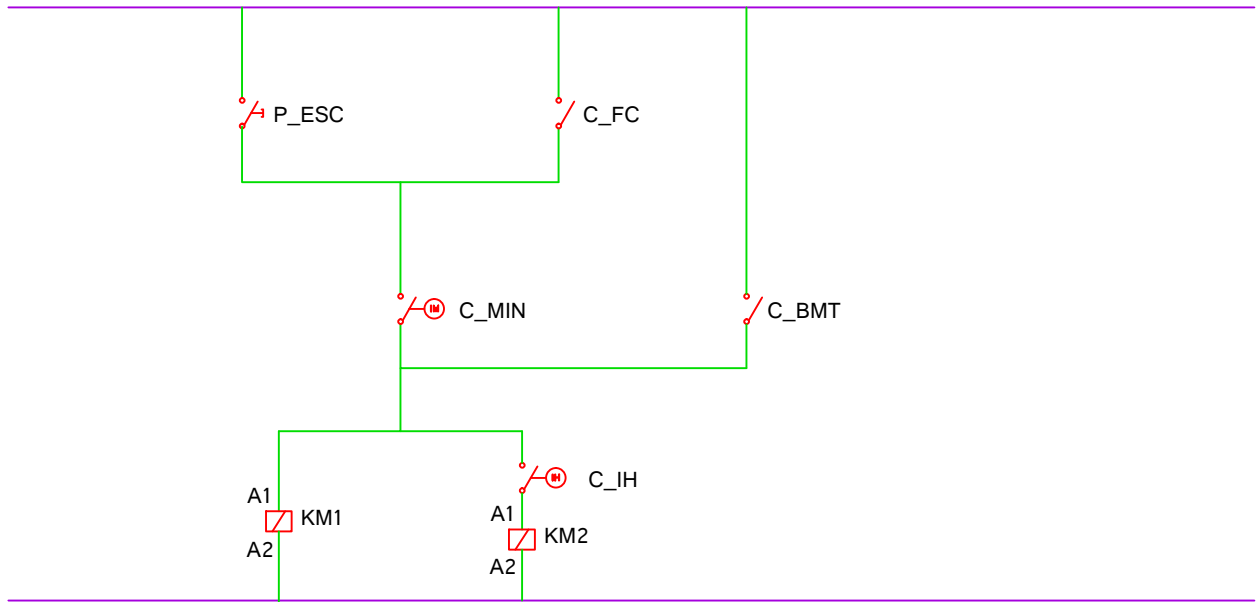
### PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN EDIFICIO DE 12 VIVIENDAS Y GARAJE CON INSTALACIÓN PARA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

	Fecha	Autor		ESCUELA TECNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Grado Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna
Dibujado	04/07/14	Patricia Álvarez Suárez		
Comprobado	04/07/14	Tutor: Germán C. González Rodríguez		
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		Universidad de La Laguna	

ESCALA:	Esquema unifilar zonas comunes, garaje y ascensor	Nº P. : 22
S.E		Nom.Arch: Esquema unifilar.dwg

Circuito de mando de SAI	
C_FC	Contacto del sensor final de carrera de la puerta de garaje
P_ESC	Interruptor pulsador, con contacto de cierre y retorno automático, para activar iluminación del garaje
C_BMT	Contacto de la bobina de mínima tensión
C_MIN	Contacto del minuterero de escalera
C_IH	Contacto del interruptor horario
KM1	Contactador de iluminación
KM2	Contactador para luminaria que evita deslumbramiento
	Pulsador
	Interruptor
	Interruptor minuterero
	Interruptor horario
	Bobina de contactor

230 V del Sistema de Alimentación Ininterrumpida



**PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN EDIFICIO DE 12 VIVIENDAS Y GARAJE CON INSTALACIÓN PARA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS**

	Fecha	Autor	 Universidad de La Laguna	ESCUELA TECNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Grado Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna
Dibujado	04/07/14	Patricia Álvarez Suárez		
Comprobado	04/07/14	Tutor: Germán C. González Rodríguez		
Id. s. normas	UNE-EN-DIN			

ESCALA:  
S.E

Esquema de mando SAI

Nº P.: 23  
Nom.Arch:  
Esquemas de mando.dwg

1

2

3

4

A

A

Circuito de mando de la Red General	
MIN1	Temporizador minuterero para garaje
MIN2	Temporizador minuterero para planta de zonas comunes
MIN3	Temporizador minuterero para escalera de zonas comunes
BMT	Bobina de mínima tensión
IH	Temporizador horario de luminaria

B

B

C

C

230 V de la Red General



D

D

E

E

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN EDIFICIO DE 12 VIVIENDAS Y GARAJE CON INSTALACIÓN PARA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

	Fecha	Autor	 Universidad de La Laguna	ESCUELA TECNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Grado Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna
Dibujado	04/07/14	Patricia Álvarez Suárez		
Comprobado	04/07/14	Tutor: Germán C. González Rodríguez		
Id. s. normas	UNE-EN-DIN			

F

F

ESCALA:  
S.E

Esquema de mando RED

Nº P.: 24

Nom.Arch:

Esquemas de mando.dwg

1

2

3

4

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIERÍA  
CIVIL E INDUSTRIAL**

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**TÍTULO**

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN EDIFICIO DE 12 VIVIENDAS Y GARAJE CON  
INSTALACIÓN PARA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

**PLIEGO DE CONDICIONES**

**AUTOR**

Patricia Álvarez Suárez

**TUTOR**

Germán Carlos González Rodríguez

## Índice de contenidos

CAPÍTULO 1: CONDICIONES FACULTATIVAS.....	4
1.- Técnico director de obra.....	4
2.- Constructor o instalador.....	4
3.- Verificación de los documentos del proyecto. ....	5
4.- Plan de seguridad y salud en el trabajo.....	5
5.- Presencia del constructor o instalador en la obra.....	5
6.- Trabajos no estipulados expresamente.....	5
7.- Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto. ....	6
8.- Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa.....	6
9.- Replanteo.....	6
10.- Orden de los trabajos. ....	7
11.- Prórroga por causa de fuerza mayor.....	7
12.- Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra.....	7
13.- Condiciones generales de ejecución de los trabajos.....	7
14.- Materiales no utilizables.....	7
15.- Limpieza de las obras.....	8
16.- Documentación final de la obra. ....	8
CAPÍTULO 2: CONDICIONES ECONÓMICAS.....	9
1.- Composición de los precios unitarios.....	9
2.- Precio de contrata. Importe de contrata.....	10
3.- Precios contradictorios.....	10
4.- Acopio de materiales. ....	10
5.- Pagos.....	10
6.- Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras.....	11
7.- Demora de los pagos. ....	11
8.- Uso por el contratista del edificio o bienes del propietario.....	11
CAPÍTULO 3: CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN Y MONTAJE DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN.....	12
1.- Condiciones generales.....	12
2.- Canalizaciones eléctricas. ....	12

3.- Conductores .....	13
4.- Identificación de las instalaciones.....	13
5.- Cajas de empalme .....	13
6.- Mecanismos y tomas de corriente.....	14
7.- Puesta a tierra .....	14
8.- Control.....	15
9.- Seguridad.....	15
10.- Limpieza.....	16
11.- Mantenimiento .....	16



## **CAPÍTULO 1: CONDICIONES FACULTATIVAS**

### **1.- Técnico director de obra**

Los aspectos condicionantes que competen al Técnico director de obra son los que se citan a continuación:

- Redactar todos los documentos complementarios al proyecto o las rectificaciones sobre el mismo que se precisen.
- Asistir al proceso de la obra las veces que sea necesario según su naturaleza y complejidad para resolver las contingencias que se produzcan así como para realizar las indicaciones complementarias que se necesiten para conseguir la correcta solución técnica.
- Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de recepción.
- Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Constructor o Instalador.
- Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y sistemas de seguridad e higiene en el trabajo, controlando su correcta ejecución.
- Ordenar y dirigir la ejecución material de acuerdo al proyecto y a las normas técnicas.
- Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación de la obra.
- Suscribir el certificado final de la obra.

### **2.- Constructor o instalador**

Corresponde al Constructor o Instalador que realice la ejecución del proyecto:

- Organizar los trabajos, redactando y proyectando los planes de obras que se precisen y autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- Suscribir con el Técnico Director el acta de replanteo de la obra.
- Mostrar la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.
- Asegurar que todos y cada uno de los materiales son idóneos para el fin que van a realizar, comprobando los preparativos en obra y rechazando los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar la confirmación de visto a las anotaciones que se practiquen en el mismo.

- Facilitar al Técnico Director con antelación suficiente los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

### **3.- Verificación de los documentos del proyecto.**

Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor o Instalador consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

El Contratista se sujetará a las Leyes, Reglamentos y Ordenanzas vigentes, así como a las que se dicten durante la ejecución de la obra.

### **4.- Plan de seguridad y salud en el trabajo.**

El Constructor o Instalador, a la vista del Proyecto, conteniendo, en su caso, el Estudio de Seguridad y Salud, presentará el Plan de Seguridad y Salud de la obra a la aprobación del Técnico de la Dirección Facultativa.

### **5.- Presencia del constructor o instalador en la obra.**

El Constructor o Instalador estará obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá carácter de Jefe de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas disposiciones competan a la contrata.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Técnico para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

El Jefe de la obra, por sí mismo o por medio de sus técnicos encargados, estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Técnico Director, en las visitas que haga a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándole los datos necesarios para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

### **6.- Trabajos no estipulados expresamente.**

Es obligación de la contrata el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Técnico Director dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

El Contratista, de acuerdo con la Dirección Facultativa, entregará en el acto de la recepción provisional, los planos de todas las instalaciones ejecutadas en la obra, con las modificaciones o estado definitivo en que hayan quedado.

El Contratista se compromete igualmente a entregar las autorizaciones que preceptivamente tienen que expedir las Delegaciones Provinciales de Industria, Sanidad, etc., y autoridades locales, para la puesta en servicio de las referidas instalaciones.

Son también por cuenta del Contratista, todas las licencias municipales, vallas, alumbrado, multas, etc., que ocasionen las obras desde su inicio hasta su total terminación.

## **7.- Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto.**

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Constructor o Instalador estando éste obligado, a su vez, a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el visto, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba del Técnico Director.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el Constructor o Instalador, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual dará al Constructor o Instalador, el correspondiente recibo, si este lo solicitase.

El Constructor o Instalador podrá requerir del Técnico Director, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

## **8.- Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa.**

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones que provengan de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas ante la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes. Contra disposiciones de orden técnico, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Técnico Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatoria para ese tipo de reclamaciones.

## **9.- Replanteo.**

El Constructor o Instalador iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de anteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluidos en su oferta.

El Constructor someterá el replanteo a la aprobación del Técnico Director y una vez este haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Técnico, siendo responsabilidad del Constructor la omisión de este trámite.

### **10.- Orden de los trabajos.**

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en los que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

### **11.- Prórroga por causa de fuerza mayor.**

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Constructor o Instalador, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Técnico. Para ello, el Constructor o Instalador expondrá, en escrito dirigido al Técnico, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

### **12.- Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra.**

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obra estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

### **13.- Condiciones generales de ejecución de los trabajos.**

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entregue el Técnico al Constructor o Instalador, dentro de las limitaciones presupuestarias.

### **14.- Materiales no utilizables.**

El Constructor o Instalador, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Se retirarán de ésta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Pliego de Condiciones Particulares vigente en la obra.

Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Técnico.

## **15.- Limpieza de las obras.**

Es obligación del Constructor o Instalador mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca un buen aspecto.

## **16.- Documentación final de la obra.**

El Técnico Director facilitará a la Propiedad la documentación final de las obras, con las especificaciones y contenido dispuesto por la legislación vigente.

## **CAPÍTULO 2: CONDICIONES ECONÓMICAS**

### **1.- Composición de los precios unitarios**

El cálculo de los precios de las distintas unidades de la obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

Se considerarán costes directos:

- La mano de obra, con sus pluses, cargas y seguros sociales, que intervienen directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, a los precios resultantes a pie de la obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- Los equipos y sistemas técnicos de la seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tenga lugar por accionamiento funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obras.
- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se considerarán costes indirectos:

- Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

Se considerarán Gastos Generales:

- Los Gastos Generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la administración legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos (en los contratos de obras de la Administración Pública este porcentaje se establece un 16 por 100).

Beneficio Industrial:

- El Beneficio Industrial del Contratista se establece en el 6 por 100 sobre la suma de las anteriores partidas.

Precio de Ejecución Material:

- Se denominará Precio de Ejecución Material al resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del Beneficio Industrial y los gastos generales.

Precio de Contrata:

- El precio de Contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.
- El IVA gira sobre esta suma pero no integra el precio.

## **2.- Precio de contrata. Importe de contrata.**

En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra aneja cualquiera se contratasen a riesgo y ventura, se entiende por Precio de Contrata el que importa el coste total de la unidad de obra, es decir, el precio de Ejecución material, más el tanto por ciento (%) sobre este último precio en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista. Los Gastos Generales se estiman normalmente en un 16% y el beneficio se estima normalmente en 6 por 100, salvo que en las condiciones particulares se establezca otro destino.

## **3.- Precios contradictorios.**

Se producirán precios contradictorios sólo cuando la Propiedad por medio del Técnico decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista estará obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Técnico y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos. Si subsistiese la diferencia se acudirá en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar, al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

## **4.- Acopio de materiales.**

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la Propiedad ordena por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el Propietario son, de la exclusiva propiedad de éste, de su guarda y conservación será responsable el Contratista.

## **5.- Pagos.**

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe, corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Técnico Director, en virtud de las cuales se verifican aquéllos.

## **6.- Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras.**

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un tanto por mil (0/00) del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de Obra.

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

## **7.- Demora de los pagos.**

Se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de Pagos, cuando el Contratista no justifique en la fecha el presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

## **8.- Uso por el contratista del edificio o bienes del propietario.**

Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Propietario, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Propietario a costa de aquél y con cargo a la fianza.



## **CAPÍTULO 3: CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN Y MONTAJE DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN**

### **1.- Condiciones generales.**

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

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 que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección Técnica, bien entendiendo que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la instalación.

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo, por tanto, servir de pretexto al contratista la baja en subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretende proyectos adicionales.

### **2.- Canalizaciones eléctricas.**

Los cables se colocarán dentro de tubos o canales, fijados directamente sobre las paredes, enterrados, directamente empotrados en estructuras, en el interior de huecos de la construcción, empotrados, enterrado o superficialmente bajo tubo, según se indica en la Memoria Descriptiva, Planos y Memoria Justificativa.

Antes de iniciar el tendido de la red de distribución, deberán estar ejecutados los elementos estructurales que hayan de soportarla o en los que vaya a ser empotrada: forjados, tabiquería, etc. Salvo cuando al estar previstas se hayan dejado preparadas las necesarias canalizaciones al ejecutar la obra previa, deberá replantearse sobre ésta en forma visible la situación de las cajas de mecanismos, de registro y protección, así como el recorrido de las líneas, señalando de forma conveniente la naturaleza de cada elemento.

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

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones

de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

### **3.- Conductores**

Los conductores utilizados se regirán por las especificaciones del proyecto, según se indicará en Memoria Descriptiva, Justificativa y Planos.

### **4.- Identificación de las instalaciones**

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que por conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

### **5.- Cajas de empalme**

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será igual, por lo menos, a una vez y media el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm; el lado o diámetro de la caja será de al menos 80 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados. En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión.

Los conductos se fijarán firmemente a todas las cajas de salida, de empalme y de paso, mediante contratuerca y casquillos. Se tendrá cuidado de que quede al descubierto el número total de hilos de rosca al objeto de que el casquillo pueda ser perfectamente apretado contra el extremo del conducto, después de lo cual se apretará la contratuerca para poner firmemente el casquillo en contacto eléctrico con la caja.

Los conductos y cajas se sujetarán por medio de pernos de fiador en ladrillo hueco, por medio de pernos de expansión en hormigón y ladrillo macizo y clavos Split sobre metal. Los pernos de fiador de tipo tornillo se usarán en instalaciones permanentes, los de tipo de tuerca cuando se precise desmontar la instalación, y los pernos de expansión serán de apertura

efectiva. Serán de construcción sólida y capaz de resistir una tracción mínima de 20 kg. No se hará uso de clavos por medio de sujeción de cajas o conductos.

## **6.- 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.

## **7.- Puesta a tierra**

Para conseguir una adecuada puesta a tierra y asegurar con ello unas condiciones mínimas de seguridad, deberá realizarse la instalación de acuerdo con las instrucciones siguientes:

La puesta a tierra se hará a través de picas de acero, recubiertas de cobre, si no se especifica lo contrario en otros documentos del proyecto.

La configuración de las mismas debe ser redonda, de alta resistencia, asegurando una máxima rigidez para facilitar su introducción en el terreno, evitando que la pica se doble debido a la fuerza de los golpes.

Todas las picas tendrán un diámetro mínimo de 14 mm. Y su longitud será de dos metros.

Para la conexión de los dispositivos del circuito de puesta a tierra, será necesario disponer de bornas o elementos de conexión que garanticen una unión perfecta, teniendo en cuenta que los esfuerzos dinámicos y térmicos en caso de cortocircuito son muy elevados.

Los conductores que constituyan las líneas principales de tierra y sus derivaciones, serán de cobre o de otro metal de alto punto de fusión y su sección no podrá ser menor en ningún caso de 25 mm<sup>2</sup>. De sección para las líneas de enlace con tierra si son de cobre.

Los conductores desnudos enterrados en el suelo se considerarán que forman parte del electrodo de puesta a tierra.

Si en una instalación existen tomas de tierra independientes se mantendrá entre los conductores de tierra una separación y aislamiento apropiada a las tensiones susceptibles de aparecer entre estos conductores en caso de falta.

El recorrido de los conductores será lo más corto posible y sin cambios bruscos de dirección. No estarán sometidos a esfuerzos mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y desgaste magnético.

Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea eléctricamente continua en la que no podrán incluirse ni masa ni elementos metálicos, cualesquiera que sean éstos. Las conexiones a masa y a elementos metálicos, se efectuarán siempre por derivaciones del circuito principal.

Estos conductores tendrán un buen contacto eléctrico, tanto con las partes metálicas y masa como con el electrodo. A estos efectos se dispondrá que las conexiones de los conductores se efectúen con todo cuidado, por medio de piezas de empalme adecuadas, asegurando una buena superficie de contacto de forma que la conexión sea efectiva por medio de tornillos, elementos de compresión, remaches o soldaduras de alto punto de fusión.

Se prohíbe el empleo de soldaduras de bajo punto de fusión, tales como estaño, plata, etc.

## **8.- Control**

Se realizarán cuantos análisis, verificaciones, comprobaciones, ensayos, pruebas y experiencias con los materiales, elementos o partes de la instalación que se ordenen por el Técnico Director de la misma, siendo ejecutados en laboratorio que designe la dirección, con cargo a la contrata.

Antes de su empleo en la obra, montaje o instalación, todos los materiales a emplear, cuyas características técnicas, así como las de su puesta en obra, han quedado ya especificadas en apartados anteriores, serán reconocidos por el Técnico Director o persona en la que éste delegue, sin cuya aprobación no podrá procederse a su empleo. Los que por mala calidad, falta de protección o aislamiento u otros defectos no se estimen admisibles por aquél, deberán ser retirados inmediatamente. Este reconocimiento previo de los materiales no constituirá su recepción definitiva, y el Técnico Director podrá retirar en cualquier momento aquellos que presenten algún defecto no apreciado anteriormente, aún a costa, si fuera preciso, de deshacer la instalación o montaje ejecutados con ellos. Por tanto, la responsabilidad del contratista en el cumplimiento de las especificaciones de los materiales no cesará mientras no sean recibidos definitivamente los trabajos en los que se hayan empleado.

## **9.- Seguridad**

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:

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 encontrará siempre un mínimo de dos operarios.

Se utilizarán guantes y herramientas aislantes.

Cuando se usen aparatos o herramientas eléctricos, además de conectarlos a tierra cuando así lo precisen, estarán dotados de un grado de aislamiento II, o estarán alimentados con una tensión inferior a 50 V mediante transformadores 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.

## **10.- Limpieza**

Antes de la Recepción provisional, los cuadros se limpiarán de polvo, pintura, cascarillas y de cualquier material que pueda haberse acumulado durante el curso de la obra en su interior o al exterior.

## **11.- Mantenimiento**

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.

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIERÍA  
CIVIL E INDUSTRIAL**

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**TÍTULO**

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN EDIFICIO DE 12 VIVIENDAS Y GARAJE CON  
INSTALACIÓN PARA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

**ANEXOS**

**AUTOR**

Patricia Álvarez Suárez

**TUTOR**

Germán Carlos González Rodríguez

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

- 1.- Anexo I: Contraste de hipótesis sobre métodos de recarga de vehículos eléctricos**
- 2.- Anexo II: Estudio luminotécnico de garaje. Iluminación de emergencia**
- 3.- Anexo III: Estudio luminotécnico de garaje. Iluminación general**
- 4.- Anexo IV: Equilibrio de cargas**
- 5.- Anexo V: Dimensionamiento**
- 6.- Anexo VI: Estudio básico de seguridad y salud**

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIERÍA  
CIVIL E INDUSTRIAL**

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

**TRABAJO FIN DE GRADO**

TÍTULO

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN EDIFICIO DE 12 VIVIENDAS Y GARAJE CON  
INSTALACIÓN PARA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

**ANEXO I – CONTRASTE DE HIPÓTESIS  
SOBRE MÉTODOS DE RECARGA DE  
VEHÍCULOS ELÉCTRICOS**

AUTOR

Patricia Álvarez Suárez

TUTOR

Germán Carlos González Rodríguez



## **Índice de contenido**

1.- Objeto .....	3
2.- Exposición de alternativas .....	4
2.1.- Un esquema de instalación de recarga de vehículos eléctricos colectivo:.....	4
2.2.- Esquema individual con contador principal común con la vivienda.....	5
2.3.- Esquema individual con un contador para cada estación de recarga. ....	6
3.- Solución adoptada .....	8

## **1.- Objeto**

En la realización de esta instalación para la recarga de los vehículos eléctricos existen diversas alternativas en cuanto al esquema de instalación a utilizar según presenta el “Proyecto de real decreto por el que se establecen los requisitos y las condiciones técnicas básicas de la infraestructura necesaria para posibilitar la recarga efectiva y segura de los vehículos eléctricos y a tal efecto se aprueba la ITC-BT-52 “Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos” y se modifican las otras instrucciones técnicas complementarias del reglamento electrotécnico para baja tensión”.

Cualquiera de los métodos es válido pues puede llegar a ser realizable dentro de la norma y leyes, pero son los factores económicos y de confort respecto a los usuarios finales los que definitivamente, en esta instalación, han determinado la elección de uno de ellos.

Se plantean dos propuestas inicialmente, un esquema de instalación colectivo, y otro individual.

## 2.- Exposición de alternativas

### 2.1.- Un esquema de instalación de recarga de vehículos eléctricos colectivo:

Cuenta con la instalación de un contador principal en el origen de la instalación, en este caso, en la centralización de contadores, y contadores secundarios para cada una de las estaciones de recarga. Esto implica tener una línea trifásica por cada tres puestos de recarga que a su vez se alimentaran de manera monofásica a cada estación.

En la figura siguiente se muestra un esquema de instalación tipo 1.A que, de los colectivos, ha sido la opción que se ha considerado más adecuada para la instalación en el edificio.

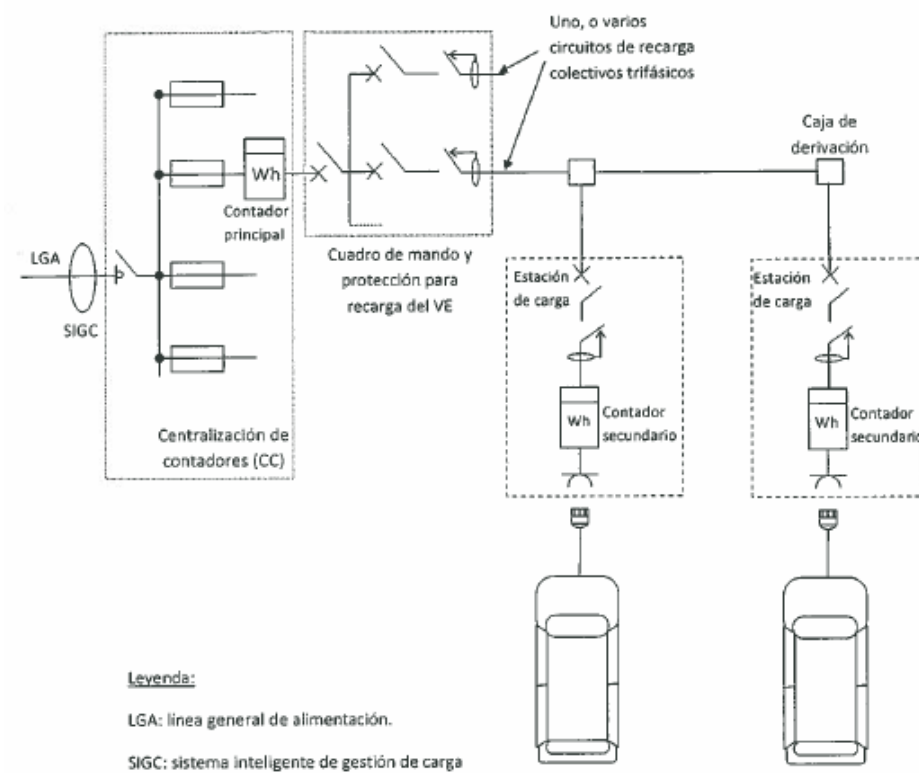


Figura 5. Esquema 1a: instalación colectiva troncal con contador principal en el origen de la instalación y contadores secundarios en las estaciones de recarga.

## 2.2.- Esquema individual con contador principal común con la vivienda.

En este esquema cada estación de recarga está directamente vinculada con una de las viviendas que conforman el edificio. La instalación requerirá de un contador principal en el origen de la instalación, que será el mismo que será utilizado para los circuitos de interior de la vivienda, y un contador secundario instalado en cada estación de recarga. En la figura siguiente se muestra dicho esquema.

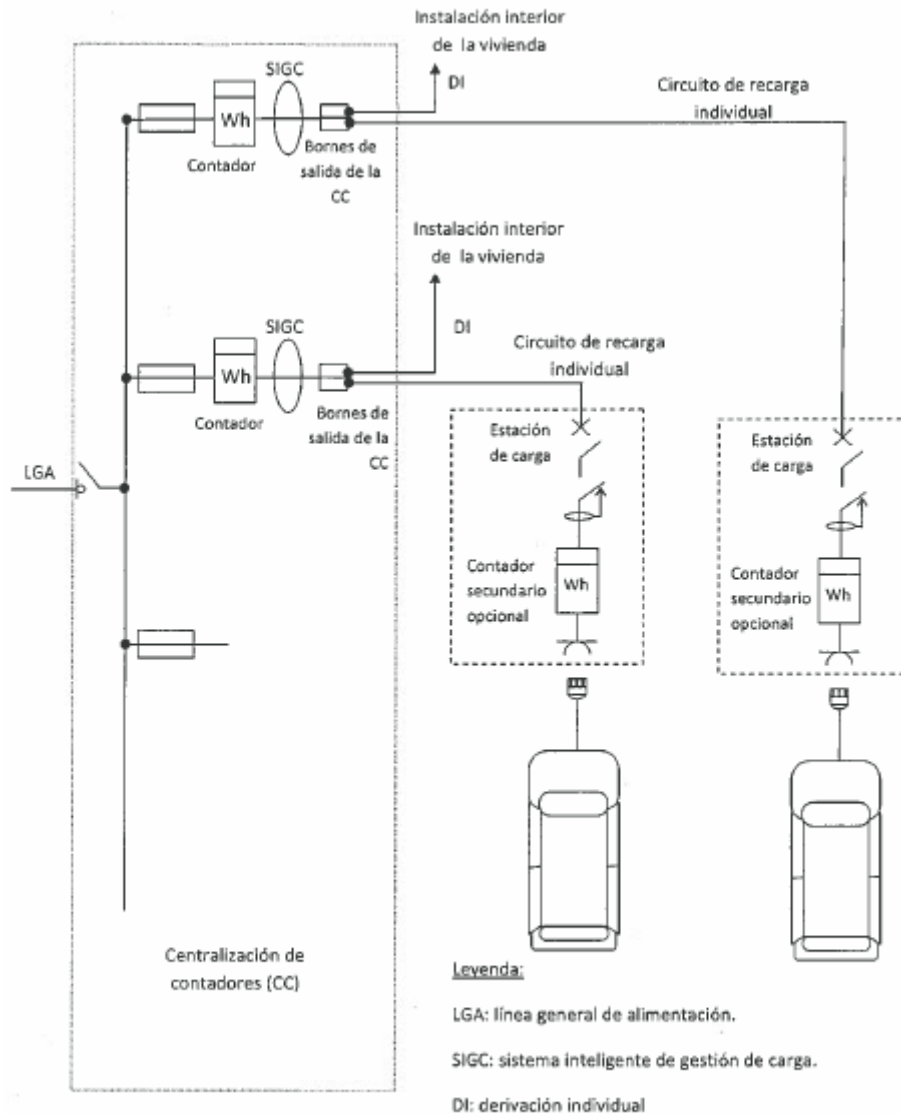


Figura 8. Esquema 2: instalación individual con contador principal común con la vivienda.

### 2.3.- Esquema individual con un contador para cada estación de recarga.

Este esquema implica introducir un contador principal en cada centralización de contadores para cada una de las estaciones de recarga. No es obligatorio instalar un segundo contador en cada punto de recarga. En la figura siguiente se muestra un esquema de instalación tipo 3.A que, de los individuales, ha sido la opción que se ha considerado más adecuada para la instalación en el edificio.

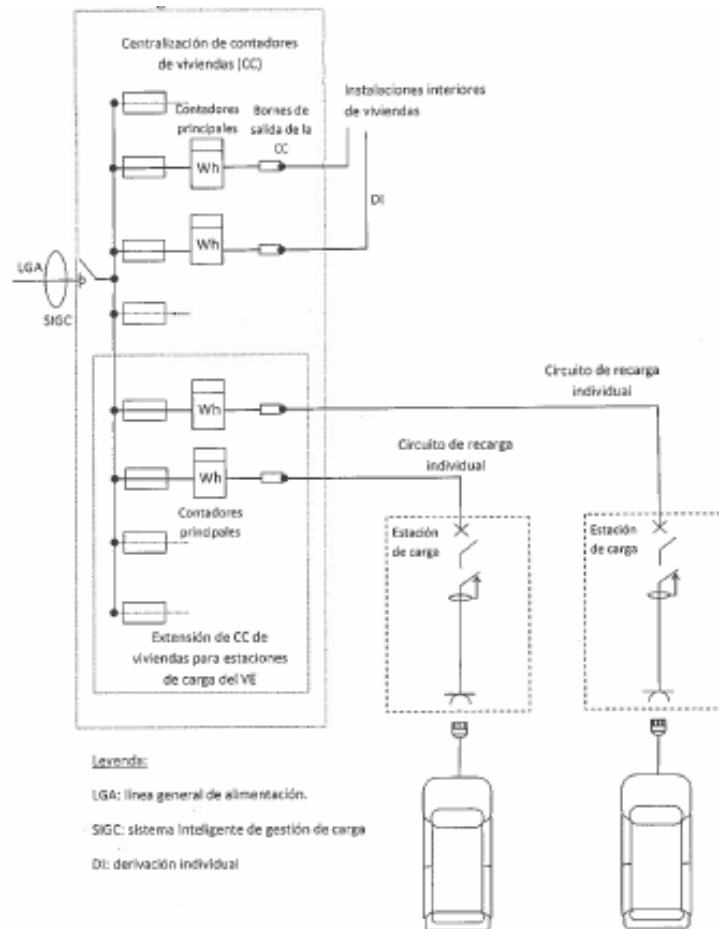


Figura 9. Esquema 3a: instalación individual con un contador principal para cada estación de recarga (utilizando la centralización de contadores existente).

De las tres opciones mostradas anteriormente en primer lugar se ha descartado la opción 2 “Esquema de instalación individual con contador principal común con la vivienda” dado que se pretende dar la opción a usuarios no pertenecientes al edificio de viviendas la compra o alquiler de alguna de las plazas de garaje con estación de recarga debido a la poca existencia actual de este tipo de instalaciones

De los dos esquemas restantes se expone a continuación, detalladamente, los aspectos condicionantes.

En el análisis de los esquemas 1.A y 3.A se han tenido en cuenta aspectos relacionados con los posibles métodos de facturación de la energía consumida en la recarga de la energía eléctrica.

#### Esquema de instalación 1.A:

Para este esquema se instalaría un contador principal para registrar el consumo de la recarga total de los vehículos eléctricos en el garaje. Dicho contador es aquel que se encuentra en la centralización de contadores y por tanto aquel en el cual la empresa distribuidora hace el registro de consumo, además dado que el cuadro para vehículos eléctricos supera los 63 A (Son 80A por fase) se debe instalar un transformador de intensidad. Por este mismo motivo, dado que se superarían los 15kW de contratación la empresa suministradora impondría realizar el consumo con un contador con discriminador horario, es decir, realizar la medición en periodo punta, llano y valle.

El contador secundario, ubicado en cada plaza de aparcamiento sería de régimen interno, es decir, no sería contratado a la empresa distribuidora, no tiene una tarifa aplicada, solamente mide el consumo en cada estacionamiento.

Este esquema implicaría una centralización de contadores con 16 contadores:

- 12 contadores monofásicos para viviendas
- 1 contador monofásico para la escalera
- 1 contador monofásico para el garaje
- 1 contador trifásico para ascensor
- 1 contador trifásico para VE

Y por tanto su ubicación podría ser realizada en armario según se indica en la ITC-BT-16 del REBT “Formas de colocación”.

El hecho de utilizar este esquema requeriría el uso, además, de dos líneas generales de alimentación. Una para el contador trifásico de los vehículos eléctricos a través del transformador de intensidad y otra para el resto de instalaciones.

En cuanto al método de facturación de cara al usuario que tiene su plaza de garaje con recarga para vehículo eléctrico vendría administrada por la comunidad del edificio, la cual a su vez se haría cargo del pago de la factura eléctrica total registrada en el contador principal según la discriminación horaria. Este hecho implica que la comunidad cobraría a cada usuario el consumo que indica su contador secundario por el precio de la tarifa más cara (en este caso en periodo punta) dado que el segundo contador no indica el periodo de consumo de cada usuario.

De este modo, y usualmente con un exceso del importe, se consigue pagar la factura eléctrica del consumo total debido a las recargas de vehículos eléctricos con el inconveniente de que cada usuario no está pagando realmente por lo que consume y por el momento en que lo consume.

#### Esquema de instalación 3.A:

En este esquema, dado que existiría un contador principal para cada estación de recarga ubicado en la centralización de contadores la centralización quedaría formada por:

- 12 contadores monofásicos para viviendas
- 1 contador monofásico para la escalera
- 1 contador monofásico para el garaje
- 1 contador trifásico para ascensor
- 12 contadores monofásicos para recarga de vehículos eléctricos

Lo que llevaría a tener que ubicar la centralización de contadores, no en un armario, sino en un local dedicado única y exclusivamente a este fin y con unas características mínimas según se indica en la ITC-BT-16 del REBT “Formas de colocación”.

Con este método cada cliente realizaría su contrato directamente con la empresa suministradora contratando la tarifa más oportuna de acuerdo a sus necesidades, sin implicar a la comunidad, dado que el consumo que registraría cada usuario es aquel que abonaría a la empresa en cuestión directamente.

### **3.- Solución adoptada**

De las dos alternativas expresadas anteriormente se adopta la segunda, referente al esquema de instalación para vehículos eléctricos 3.A, dado que la relación entre las facilidades que ofrece al usuario final dicho esquema frente a los costes que equivaldrían un esquema de instalación u otro no es excesivamente elevada y por tanto se ha optado por ofrecer un mayor confort y calidad de suministro.

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIERÍA  
CIVIL E INDUSTRIAL**

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

**TRABAJO FIN DE GRADO**

TÍTULO

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN EDIFICIO DE 12 VIVIENDAS Y GARAJE CON  
INSTALACIÓN PARA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

**ANEXO II – ESTUDIO  
LUMINOTÉCNICO DE GARAJE  
(ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA)**

AUTOR

Patricia Álvarez Suárez

TUTOR

Germán Carlos González Rodríguez



## **1.- Objeto**

El presente documento muestra los resultados obtenidos a través del software de cálculo luminotécnico DIALux para la iluminación de emergencia del garaje del edificio, alimentada a través del sistema de alimentación ininterrumpida (SAI).

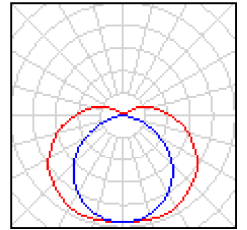
El número de luminarias que pertenecen a este estudio es de tres, ubicadas en los lugares que se especifican a lo largo del documento.

El documento contiene los siguientes puntos:

- Lista de luminarias
  - PHILIPS TCW060 2xTL-D36W HF
- Iluminación
  - Resumen
  - Planta
  - Luminarias (ubicación)
  - Superficie de cálculo (lista de coordenadas)
  - Superficie de cálculo (sumario de resultados)

## Proyecto 1 / Lista de luminarias

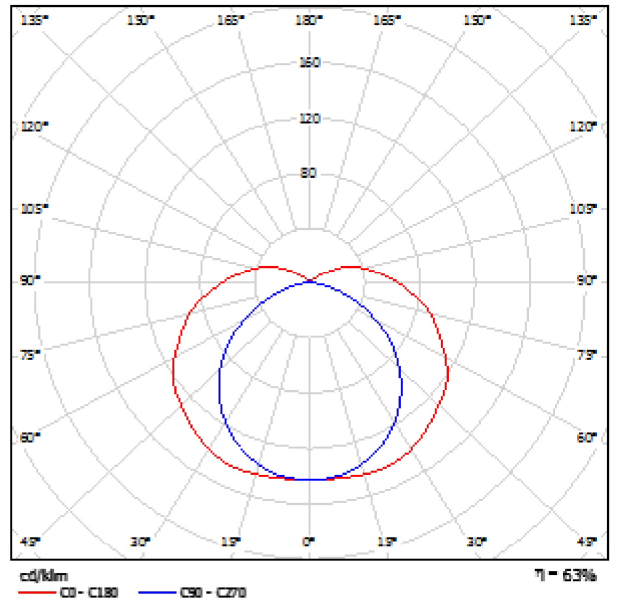
3 Pieza PHILIPS TCW060 2xTL-D36W HF  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 4221 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 6700 lm  
Potencia de las luminarias: 72.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 88  
Código CIE Flux: 37 67 87 88 63  
Lámpara: 2 x TL-D36W/840 (Factor de corrección 1.000).



## PHILIPS TCW060 2xTL-D36W HF / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:

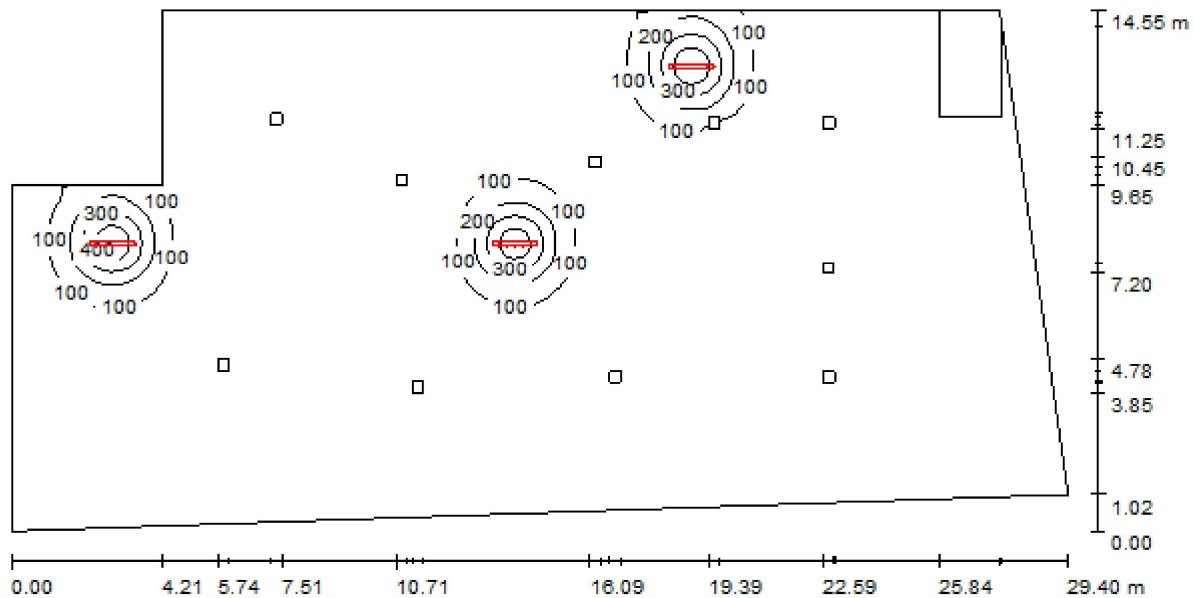


Clasificación luminarias según CIE: 88  
Código CIE Flux: 37 67 87 88 63

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
		70	70	80	80	90	70	70	80	80	90
α Techo		70	70	80	80	90	70	70	80	80	90
α Paredes		30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
α Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado en ángulo oblicuo al eje de lámpara				
X	Y										
2H	2H	18.3	19.8	18.8	20.1	20.8	18.2	17.9	18.6	17.9	18.4
	3H	20.7	21.9	21.1	22.3	22.8	17.3	18.5	17.8	19.0	19.5
	4H	21.9	23.0	22.4	23.5	24.0	17.7	18.8	18.2	19.3	19.9
	8H	23.0	24.1	23.6	24.6	25.2	17.9	18.9	18.4	19.5	20.0
	1.2H	23.8	24.8	24.1	25.1	25.7	17.9	18.9	18.5	19.5	20.0
4H	2H	18.9	20.0	19.4	20.5	21.0	17.3	18.4	17.8	18.9	19.4
	3H	21.4	22.4	22.0	23.0	23.5	18.7	19.8	19.2	20.2	20.8
	4H	22.8	23.7	23.4	24.3	24.9	19.2	20.1	19.6	20.6	21.2
	8H	24.2	25.0	24.5	25.6	26.3	19.5	20.3	20.1	20.9	21.5
	1.2H	24.9	25.6	25.5	26.2	26.9	19.6	20.3	20.2	20.9	21.6
8H	2H	19.8	20.2	20.2	20.8	21.5	19.7	20.3	20.3	20.9	21.6
	3H	23.1	23.9	23.7	24.4	25.1	20.1	20.9	20.7	21.5	22.1
	4H	24.2	25.4	25.4	26.0	26.7	20.2	21.4	21.4	22.0	22.7
	8H	25.8	26.2	26.3	26.8	27.5	21.0	21.6	21.7	22.2	22.9
	1.2H	26.5	27.0	27.1	27.6	28.4	21.2	21.8	21.8	22.3	23.0
1.2H	4H	23.1	23.8	23.8	24.4	25.1	20.4	21.0	21.0	21.7	22.3
	8H	24.9	25.4	25.5	26.0	26.8	21.2	21.8	21.9	22.4	23.1
	8H	23.8	24.3	24.3	24.9	25.7	21.8	22.1	22.3	22.7	23.5
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.5H		+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1				
S = 1.5H		+0.2 / -0.2					+0.2 / -0.2				
S = 2.0H		+0.3 / -0.4					+0.4 / -0.5				
Tabla estándar		SK11					SK14				
Sumando de corrección		0.7					3.2				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 6700m Raje (luminos: total)											

## Iluminacion / Resumen



Altura del local: 2.200 m, Altura de montaje: 2.200 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:211

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	34	2.01	483	0.059
Suelo	54	28	1.63	211	0.058
Techo	70	20	2.06	336	0.104
Paredes (6)	61	25	1.61	215	/

### Plano útil:

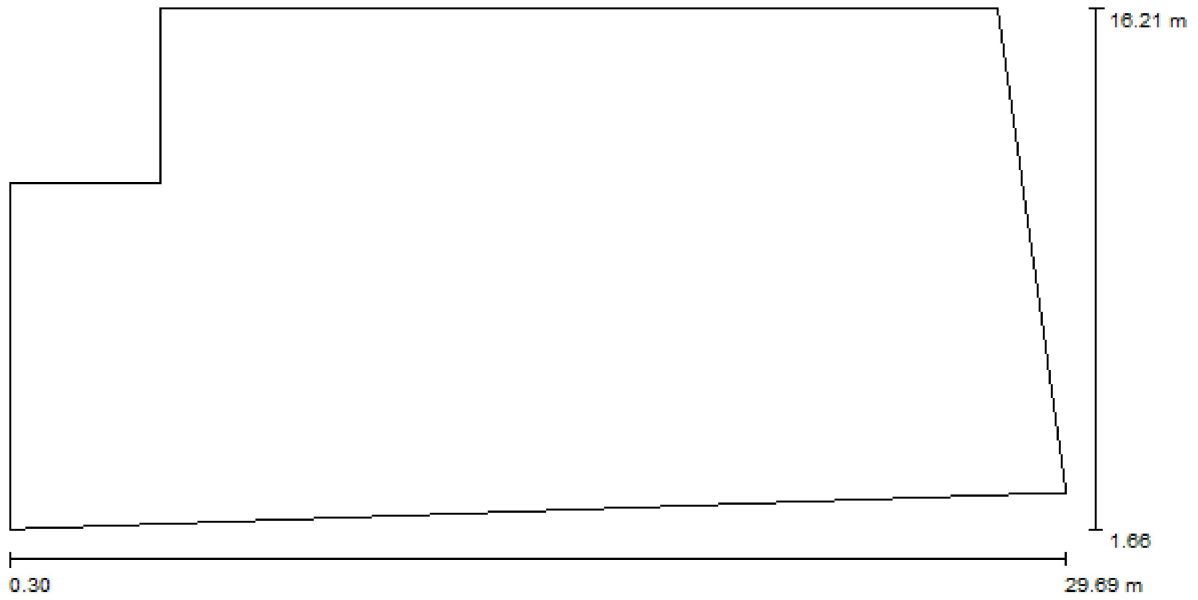
Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	PHILIPS TCW060 2xTL-D36W HF (1.000)	4221	6700	72.0
			Total: 12663	Total: 20100	216.0

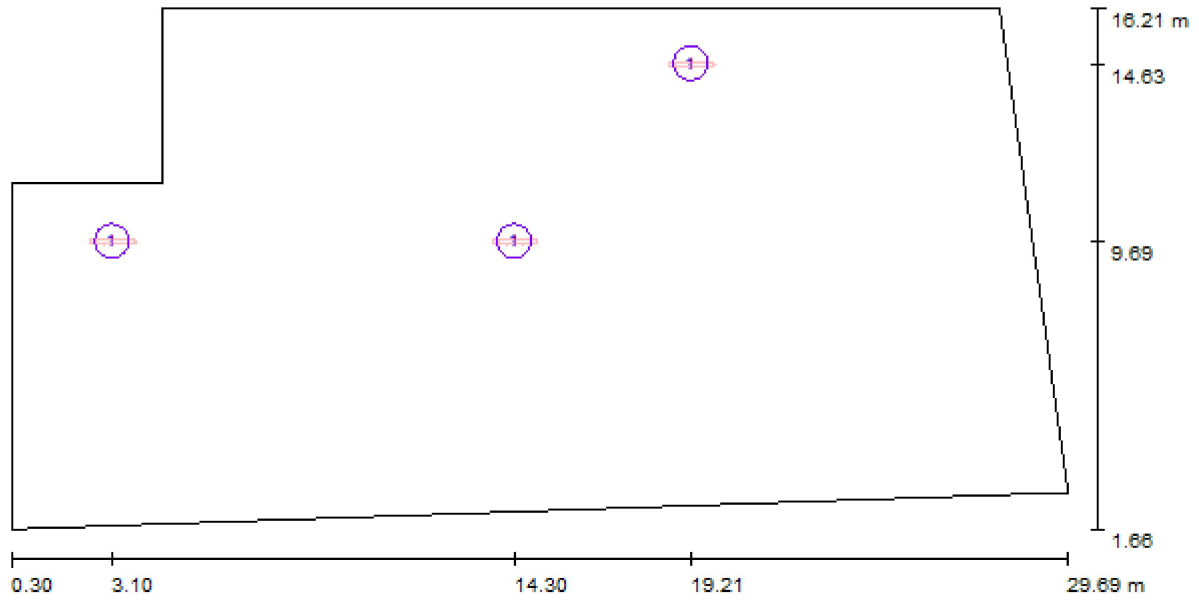
Valor de eficiencia energética:  $0.57 \text{ W/m}^2 = 1.66 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $379.14 \text{ m}^2$ )

**Iluminacion / Planta**



Escala 1 : 211

### Iluminacion / Luminarias (ubicación)

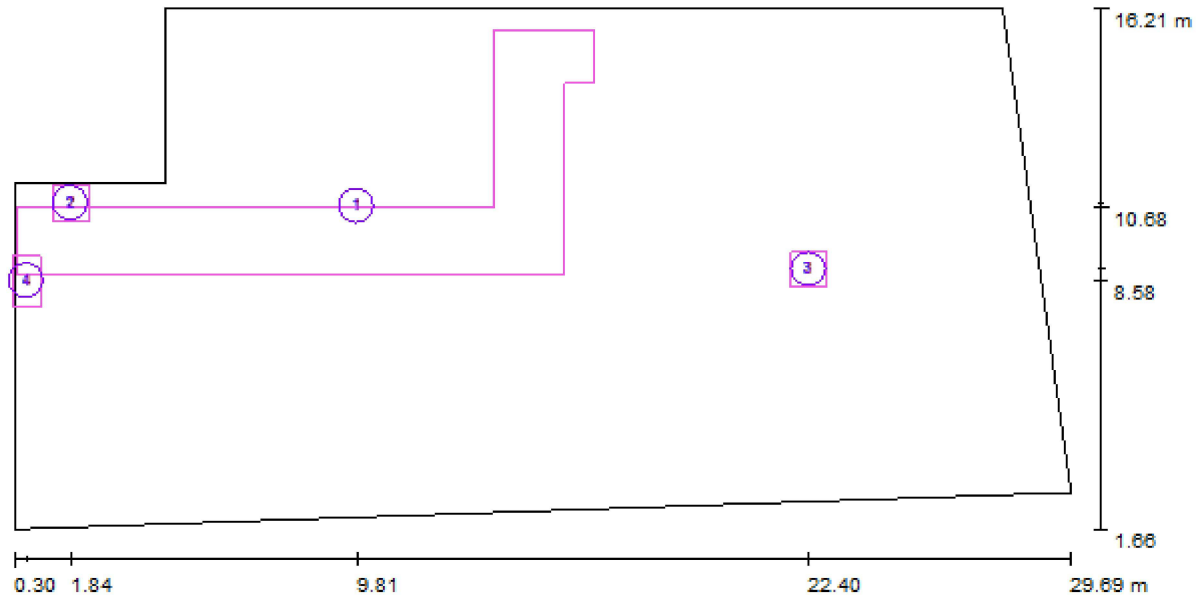


Escala 1 : 211

#### Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	3	PHILIPS TCW060 2xTL-D36W HF

## Iluminacion / Superficie de cálculo (lista de coordenadas)

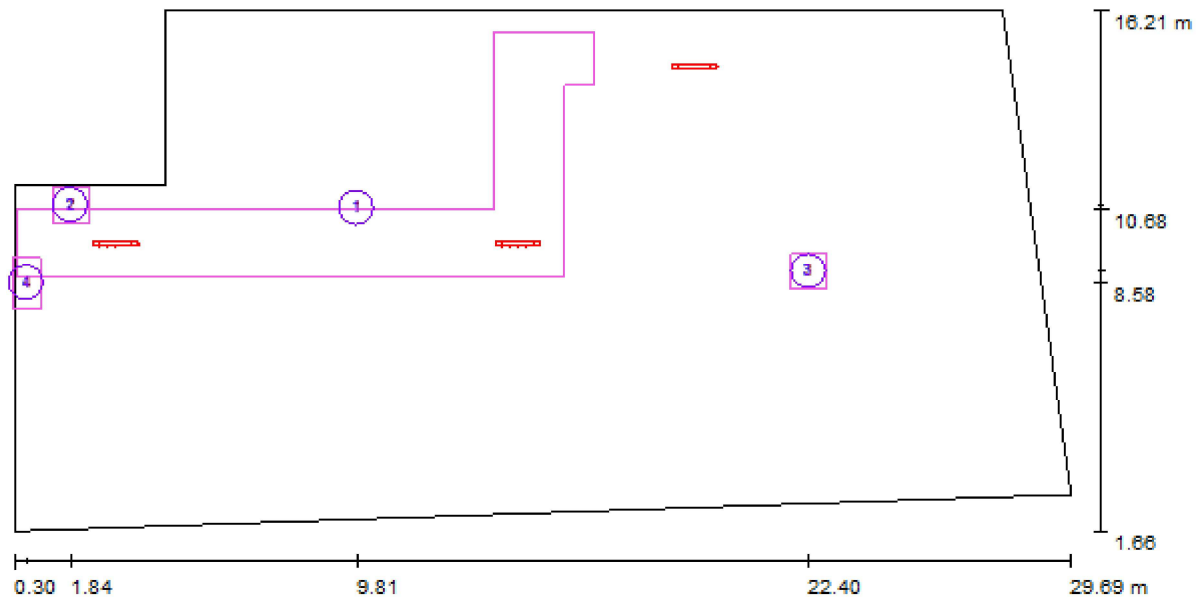


Escala 1 : 211

### Lista de superficies de cálculo

N°	Designación	Posición [m]			Tamaño [m]		Rotación [°]		
		X	Y	Z	L	A	X	Y	Z
1	Superficie de cálculo evacuacion	9.810	10.681	0.000	16.064	6.864	0.000	0.000	0.000
2	Superficie de cálculo ext.1	1.845	10.762	0.850	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000
3	Superficie de cálculo ext.2	22.400	8.900	0.850	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000
4	Superficie de cálculo cuadro	0.616	8.580	0.850	0.768	1.441	0.000	0.000	0.000

## Iluminacion / Superficie de cálculo (sumario de resultados)



Escala 1 : 211

### Lista de superficies de cálculo

N°	Designación	Tipo	Trama	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
1	Superficie de cálculo evacuacion	perpendicular	128 x 64	79	16	213	0.207	0.077
2	Superficie de cálculo ext.1	perpendicular	8 x 8	137	86	249	0.631	0.347
3	Superficie de cálculo ext.2	perpendicular	4 x 4	7.35	6.97	8.07	0.949	0.865
4	Superficie de cálculo cuadro	perpendicular	8 x 16	39	29	53	0.751	0.549

### Resumen de los resultados

Tipo	Cantidad	Media [lx]	Min [lx]	Max [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
perpendicular	4	77	6.97	249	0.09	0.03



**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIERÍA  
CIVIL E INDUSTRIAL**

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

**TRABAJO FIN DE GRADO**

TÍTULO

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN EDIFICIO DE 12 VIVIENDAS Y GARAJE CON  
INSTALACIÓN PARA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

**ANEXO III – ESTUDIO  
LUMINOTÉCNICO DE GARAJE  
(ILUMINACIÓN GENERAL)**

AUTOR

Patricia Álvarez Suárez

TUTOR

Germán Carlos González Rodríguez

## **1.- Objeto**

El presente documento muestra los resultados obtenidos a través del software de cálculo luminotécnico DIALux para la iluminación general del garaje del edificio, alimentada a través de la red general de alimentación. En este estudio se incluyen las luminarias consideradas de emergencia, dado que en funcionamiento normal, es decir, sin encontrarse en estado de emergencia, se acoplarían al sistema de alumbrado general.

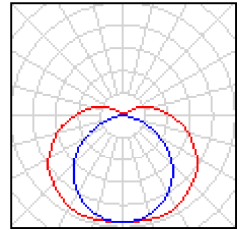
El número de luminarias que pertenecen a este estudio es de catorce, ubicadas en los lugares que se especifican a lo largo del documento.

El documento contiene los siguientes puntos:

- Lista de luminarias
  - PHILIPS TCW060 2xTL-D36W HF
- Iluminación
  - Resumen
  - Planta
  - Luminarias (ubicación)
  - Superficie de cálculo (lista de coordenadas)
  - Superficie de cálculo (sumario de resultados)

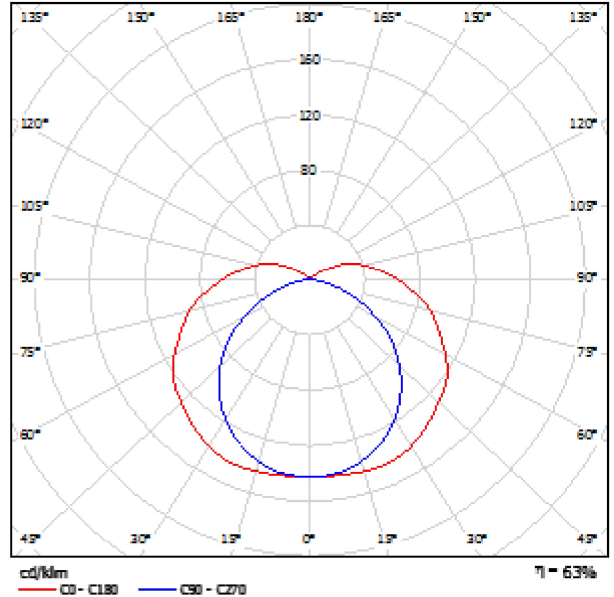
## Proyecto 1 / Lista de luminarias

14 Pieza PHILIPS TCW060 2xTL-D36W HF  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 4221 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 6700 lm  
Potencia de las luminarias: 72.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 88  
Código CIE Flux: 37 67 87 88 63  
Lámpara: 2 x TL-D36W/840 (Factor de corrección 1.000).



## PHILIPS TCW060 2xTL-D36W HF / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:

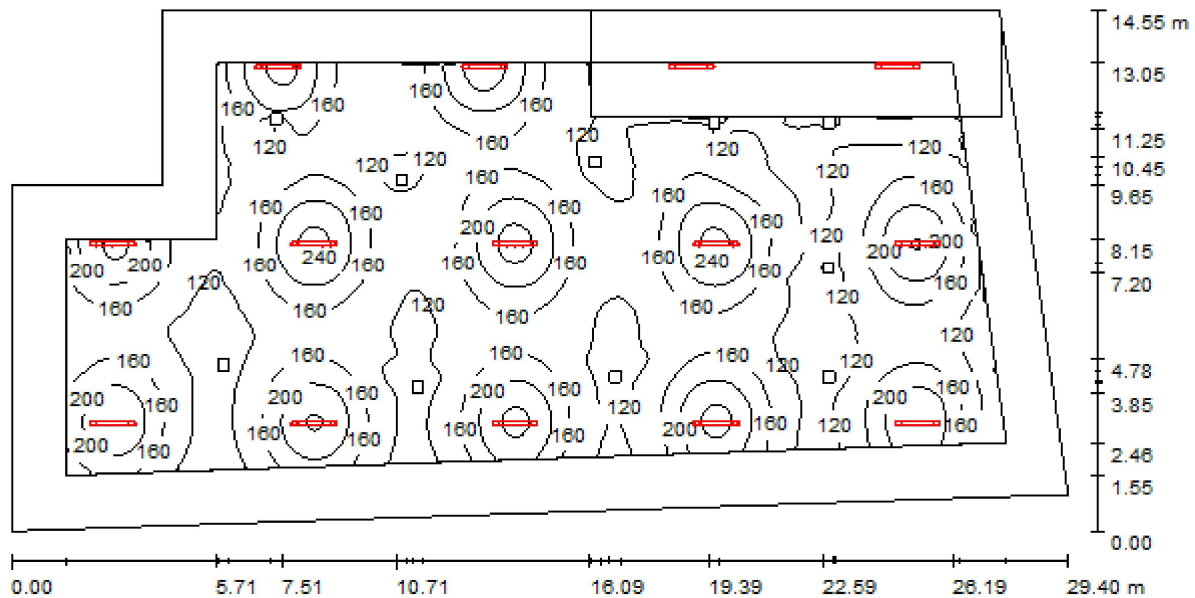


Clasificación luminarias según CIE: 88  
 Código CIE Flux: 37 67 87 88 63

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
		70	7,0	80	8,0	90	9,0	100	10,0	110	
α Techo		70	7,0	80	8,0	90	9,0	100	10,0	110	
α Paredes		50	5,0	60	6,0	70	7,0	80	8,0	90	
α Suelo		20	2,0	30	3,0	40	4,0	50	5,0	60	
Tamaño del local	X	Y	Mirada en perpendicular al eje de lámpara				Mirada longitudinal al eje de lámpara				
2H	2H	18,3	19,8	18,8	20,1	20,8	18,2	17,9	18,6	17,9	18,4
	3H	20,7	21,9	21,1	22,3	22,8	17,3	18,5	17,8	19,0	19,5
	4H	21,9	23,0	22,4	23,8	24,0	17,7	18,8	18,2	19,3	19,9
	8H	23,0	24,1	23,8	24,8	25,2	17,9	18,9	18,4	19,5	20,0
	1,2H	23,8	24,8	24,1	25,1	25,7	17,9	18,9	18,5	19,5	20,0
4H	2H	24,1	25,1	24,7	25,8	26,2	17,9	18,9	18,5	19,4	20,0
	3H	18,9	20,0	19,4	20,9	21,0	17,3	18,4	17,8	18,9	19,4
	4H	21,4	22,4	22,0	23,0	23,5	18,7	19,8	19,2	20,2	20,8
	8H	22,2	23,7	23,4	24,3	24,9	19,2	20,1	19,6	20,6	21,2
	1,2H	24,2	25,0	24,8	25,8	26,3	19,5	20,3	20,1	20,9	21,5
8H	2H	24,9	25,8	25,5	26,2	26,9	19,8	20,3	20,2	20,9	21,6
	3H	25,8	26,2	26,2	26,8	27,5	19,7	20,3	20,3	20,9	21,6
	4H	23,1	23,9	23,7	24,4	25,1	20,1	20,9	20,7	21,5	22,1
	8H	24,2	25,4	25,4	26,0	26,7	20,8	21,4	21,4	22,0	22,7
	1,2H	25,8	26,2	26,3	26,8	27,5	21,0	21,6	21,7	22,2	22,9
1,2H	4H	25,1	27,0	27,1	27,8	28,4	21,2	21,8	21,8	22,3	23,0
	8H	23,1	23,8	23,8	24,4	25,1	20,4	21,0	21,0	21,7	22,3
	8H	24,9	25,4	25,5	26,0	26,8	21,2	21,8	21,9	22,4	23,1
8H	23,2	23,3	23,3	23,9	24,7	21,8	22,1	22,3	22,7	23,5	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1,5H		+0,1 / -0,1				+0,1 / -0,1					
S = 1,5H		+0,2 / -0,2				+0,2 / -0,2					
S = 2,0H		+0,3 / -0,4				+0,4 / -0,5					
Tabla estándar		8011				8014					
Sumando de corrección		0,7				3,2					
Índice de deslumbramiento corregido: en relación a 6700lm (luz blanca total)											

## Iluminacion / Resumen



Altura del local: 2.200 m, Altura de montaje: 2.200 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:211

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	154	76	262	0.490
Suelo	54	146	19	261	0.127
Techo	70	92	43	374	0.465
Paredes (6)	61	117	13	277	/

### Plano útil:

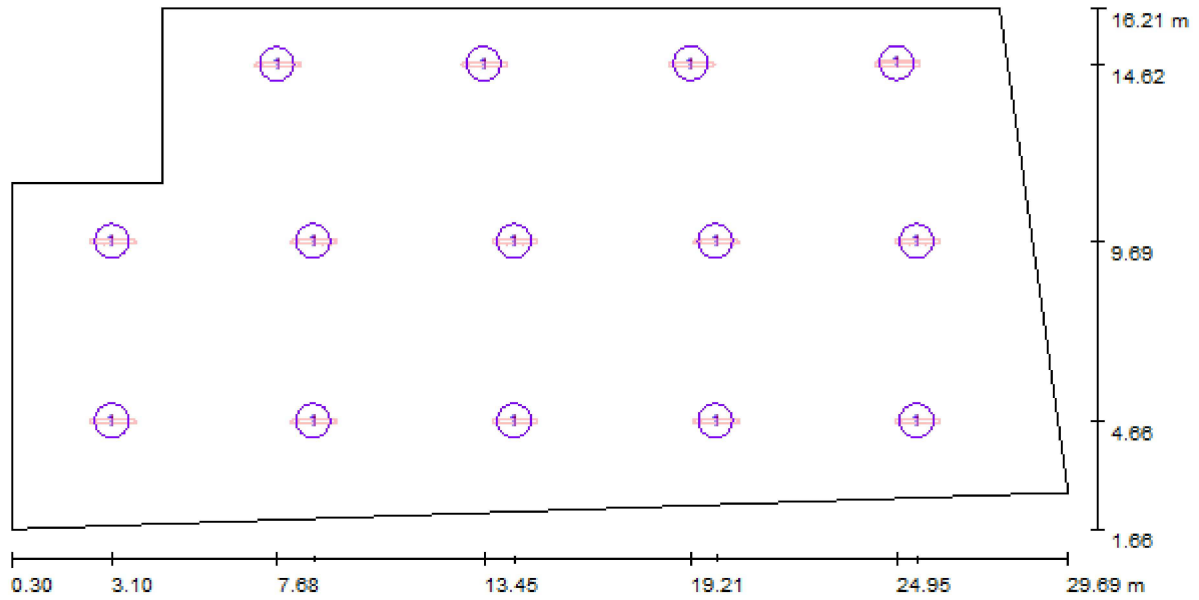
Altura: 0.000 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 1.500 m

### Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	14	PHILIPS TCW060 2xTL-D36W HF (1.000)	4221	6700	72.0
			Total: 59094	Total: 93800	1008.0

Valor de eficiencia energética:  $2.66 \text{ W/m}^2 = 1.72 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $379.14 \text{ m}^2$ )

### Iluminacion / Luminarias (ubicación)

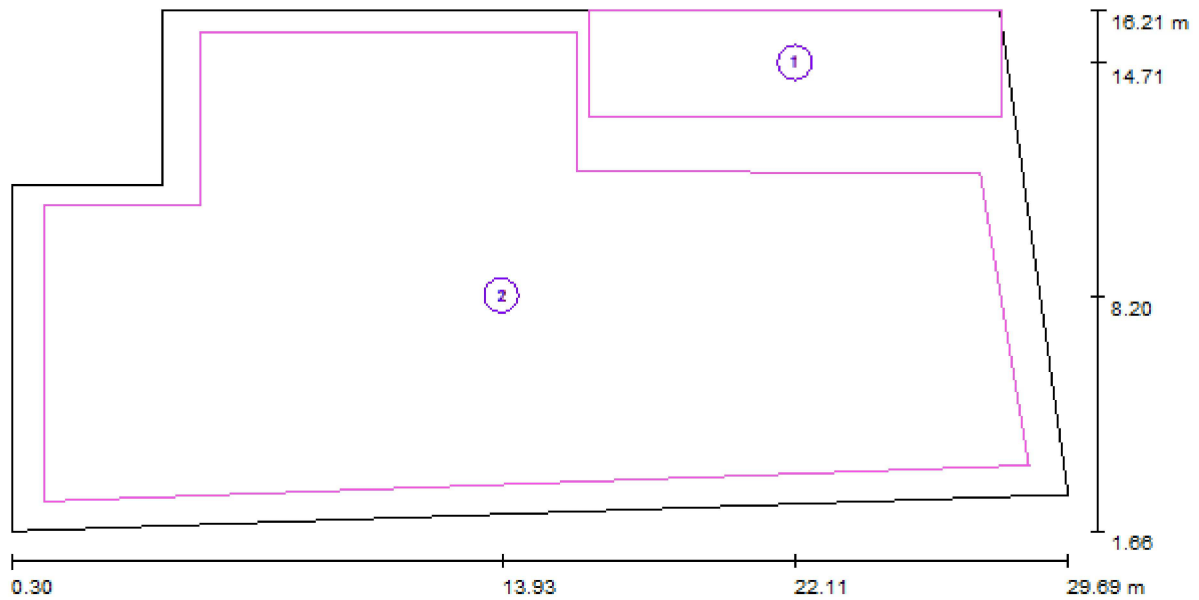


Escala 1 : 211

#### Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	14	PHILIPS TCW060 2xTL-D36W HF

### Iluminacion / Superficie de cálculo (lista de coordenadas)

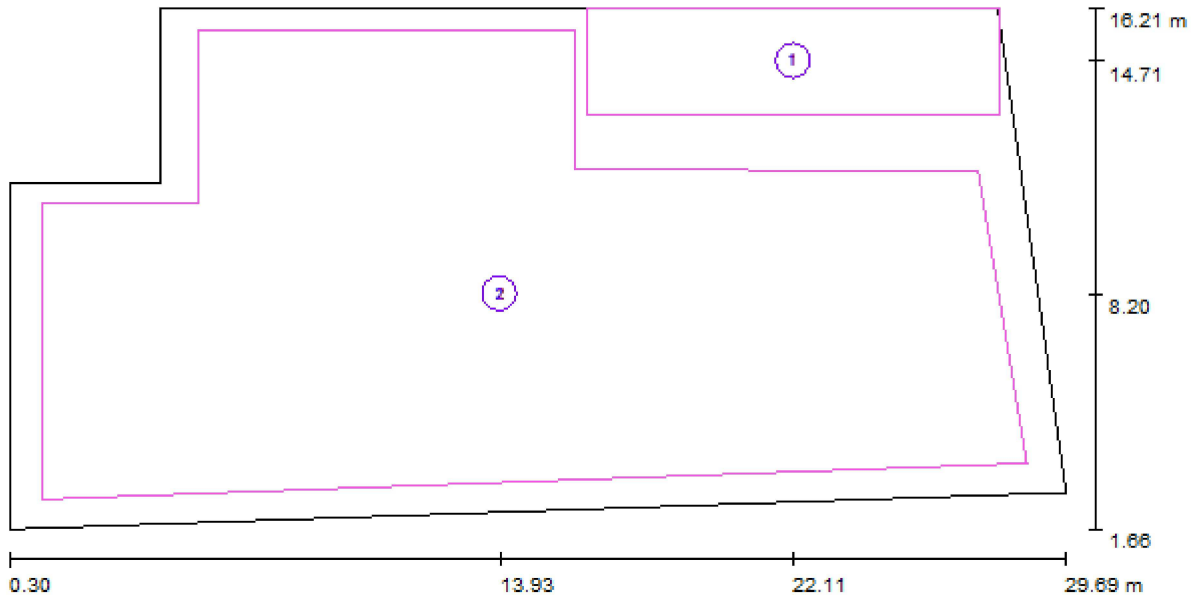


Escala 1 : 211

#### Lista de superficies de cálculo

N°	Designación	Posición [m]			Tamaño [m]		Rotación [°]		
		X	Y	Z	L	A	X	Y	Z
1	Sup. calc. rampa	22.114	14.710	0.523	11.525	3.008	0.000	-5.000	0.000
2	Superficie de cálculo garaje	13.932	8.205	0.000	27.400	13.100	0.000	0.000	0.000

## Iluminacion / Superficie de cálculo (sumario de resultados)



Escala 1 : 211

### Lista de superficies de cálculo

N°	Designación	Tipo	Trama	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
1	Sup. calc. rampa	perpendicular	128 x 128	180	63	472	0.348	0.133
2	Superficie de cálculo garaje	perpendicular	128 x 128	155	74	265	0.479	0.281

### Resumen de los resultados

Tipo	Cantidad	Media [lx]	Min [lx]	Max [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
perpendicular	2	158	63	472	0.40	0.13



**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIERÍA  
CIVIL E INDUSTRIAL**

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

**TRABAJO FIN DE GRADO**

TÍTULO

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN EDIFICIO DE 12 VIVIENDAS Y GARAJE CON  
INSTALACIÓN PARA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

**ANEXO IV – EQUILIBRIO DE CARGAS**

AUTOR

Patricia Álvarez Suárez

TUTOR

Germán Carlos González Rodríguez

## 1.- Objeto

En el presente anexo se muestran las tablas referentes al equilibrio de cargas distribuido en una red eléctrica trifásica de la cual se alimenta el edificio objeto del proyecto a partir de la cual se da suministro a los distintos circuitos que conforman el mismo.

En primer lugar se muestra el equilibrio de carga correspondiente a la acometida y línea general de alimentación en relación al reparto establecido en el resto de instalaciones.

A continuación se muestra el equilibrio referente a la centralización de contadores en función de las diversas derivaciones individuales que conformarán los distintos circuitos del edificio, como son el suministro a viviendas, vehículos eléctricos, zonas comunes, garaje y ascensor.

Por últimos se muestra la relación de cargas distribuidas dentro de los distintos cuadros.

El objetivo de esta distribución ha sido estudiado de forma que el reparto se realice de la forma más equilibrada y distribuida posible teniendo en cuenta los consumos de cada circuito.

## 2.- Tablas de equilibrio

### Índice de tablas

TABLA 1: EQUILIBRIO DE CARGAS DE CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES .....	3
TABLA 2: EQUILIBRIO DE CARGAS DE CUADRO DE GARAJE .....	4
TABLA 3: EQUILIBRIO DE CARGAS DE CUADRO DE SAI .....	4
TABLA 4: EQUILIBRIO DE CARGAS DE CUADRO DE ZONAS COMUNES .....	4
TABLA 5: EQUILIBRIO DE CARGAS DE CUADRO DE ASCENSOR.....	4

<b>EQUILIBRIO DE CARGAS EDIFICIO DE VIVIENDAS</b>									
Circuitos	Fase R			Fase S			Fase T		
	Pins (w)	Pprev (w)	Int prev (amp)	Pins (w)	Pprev (w)	Int prev (amp)	Pins (w)	Pprev (w)	Int prev (amp)
Acometida		127.460,50	229,97		127.363,81	229,79		128.268,99	231,43
Línea general de alimentación		127.460,50	229,97		127.363,81	229,79		128.268,99	231,43
<b>Centralización de contadores</b>									
Derivación individual Vivienda 1		11.500,00	50,00						
Derivación individual Vivienda 2					11.500,00	50,00			
Derivación individual Vivienda 3								11.500,00	50,00
Derivación individual Vivienda 4		5.750,00	25,00						
Derivación individual Vivienda 5					5.750,00	25,00			
Derivación individual Vivienda 6								5.750,00	25,00
Derivación individual Vivienda 7		5.750,00	25,00						
Derivación individual Vivienda 8					5.750,00	25,00			
Derivación individual Vivienda 9								5.750,00	25,00
Derivación individual Vivienda 10		5.750,00	25,00						
Derivación individual Vivienda 11					5.750,00	25,00			
Derivación individual Vivienda 12								5.750,00	25,00
Vehículos eléctricos. Plaza 1		3680	20						
Vehículos eléctricos. Plaza 2					3680	20			
Vehículos eléctricos. Plaza 3								3680	20
Vehículos eléctricos. Plaza 4		3680	20						
Vehículos eléctricos. Plaza 5					3680	20			
Vehículos eléctricos. Plaza 6								3680	20
Vehículos eléctricos. Plaza 7		3680	20						
Vehículos eléctricos. Plaza 8					3680	20			
Vehículos eléctricos. Plaza 9								3680	20
Vehículos eléctricos. Plaza 10		3680	20						
Vehículos eléctricos. Plaza 11					3680	20			
Vehículos eléctricos. Plaza 12								3680	20
Cuadro Zonas comunes		3.632,79	6,55		5.769,08	10,41		3.821,81	6,90
Cuadro Ascensor		9.375,00	16,91		9.700,32	17,50		9.375,00	16,91
Cuadro Garaje		4.294,28	7,75		1.735,97	3,13		4.913,75	8,87

Tabla 1: Equilibrio de cargas de centralización de contadores

<b>CUADRO GARAJE (CG)</b>									
Circuitos	Fase R			Fase S			Fase T		
	Pins (w)	Pprev (w)	Int prev (amp)	Pins (w)	Pprev (w)	Int prev (amp)	Pins (w)	Pprev (w)	Int prev (amp)
Iluminación	792	1425,6	7,75						
SAI				216	388,8	2,11			
Tomas de corriente								1631,25	8,87
Motor puerta				150	187,5	1,02			
<b>Total</b>			<b>7,75</b>			<b>3,13</b>			<b>8,87</b>

Tabla 2: Equilibrio de cargas de cuadro de garaje

<b>CUADRO DE SAI</b>			
Circuitos	Fase S		
	Pins (w)	Pprev (w)	Int prev (amp)
Iluminación de emergencia (SAI)	216	388,8	2,11

Tabla 3: Equilibrio de cargas de cuadro de SAI

<b>CUADRO ZONAS COMUNES</b>									
Circuitos	Fase R			Fase S			Fase T		
	Pins (w)	Pprev (w)	Int prev (amp)	Pins (w)	Pprev (w)	Int prev (amp)	Pins (w)	Pprev (w)	Int prev (amp)
Alumbrado general 1 (plantas + emer )				664	1195,2	6,5			
Alumbrado general 2 (plantas + emer )	670	1206	6,55						
Alumbrado de escalera				400	720	3,91			
Tomas de corriente								1268,75	6,90
<b>Total</b>			<b>6,55</b>			<b>10,41</b>			<b>6,90</b>

Tabla 4: Equilibrio de cargas de cuadro de zonas comunes

<b>CUADRO ASCENSOR</b>									
Circuitos	Fase R			Fase S			Fase T		
	Pins (w)	Pprev (w)	Int prev (amp)	Pins (w)	Pprev (w)	Int prev (amp)	Pins (w)	Pprev (w)	Int prev (amp)
Motor Ascensor	7500	9375	16,91	7500	9375	16,91	7500	9375	16,91
Alumbrado ascensor				60	108	0,59			
<b>Total</b>			<b>16,91</b>			<b>17,50</b>			<b>16,91</b>

Tabla 5: Equilibrio de cargas de cuadro de ascensor

# **ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL**

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

## **TRABAJO FIN DE GRADO**

### **TÍTULO**

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN EDIFICIO DE 12 VIVIENDAS Y GARAJE CON  
INSTALACIÓN PARA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

## **ANEXO V – DIMENSIONAMIENTO**

### **AUTOR**

Patricia Álvarez Suárez

### **TUTOR**

Germán Carlos González Rodríguez

## 1.- Objeto

El presente documento muestra las tablas de cálculo utilizadas para el dimensionamiento de los distintos circuitos que componen la instalación eléctrica del edificio, así como el dimensionamiento de sus protecciones.

En ellas se muestran los siguientes aspectos:

- Nombre del circuito
- Tipo de suministro (M: monofásico , T: trifásico)
- Intensidad circulante en amperios
- Tipo de montaje de las canalizaciones
- Tipo de aislamiento del conductor
- Tipo de cable (tripolar/unipolar y designación)
- Selección en tabla (tabla utilizada para el dimensionamiento en el REBT)
- Diámetro de la canalización en milímetros
- Sección del conductor en milímetros cuadrados
- Intensidad máxima admisible según el REBT en amperios
- Longitud del circuito en metros
- Caída de tensión del circuito en voltios
- Porcentaje de caída de tensión
- Suma de caída de tensión
- Protección elegida contra sobrecargas en amperios
- Resistencia de cortocircuitos en ohmios
- Corriente de cortocircuito en kilo amperios
- Protección elegida contra cortocircuitos en kilo amperios

## 2.- Tablas de dimensionamiento

### Índice de tablas

TABLA 1: DIMENSIONAMIENTO ACOMETIDA, LGA Y DERIVACIONES INDIVIDUALES.....	5
TABLA 2: DIMENSIONAMIENTO CUADRO DEL GARAJE.....	5
TABLA 3: DIMENSIONAMIENTO CUADRO DE SAI.....	5
TABLA 4: DIMENSIONAMIENTO DE CUADRO DE ZONAS COMUNES.....	6
TABLA 5: DIMENSIONAMIENTO DE CUADRO DE ASCENSOR.....	6

Proyecto de instalación eléctrica de un edificio de 12 viviendas y garaje con instalación para recarga de vehículos eléctricos

<b>DIMENSIONAMIENTO EDIFICIO DE VIVIENDAS</b>																	
Circuito	Tipo	Int (A)	Montaje	Tipo Aisl.	Tipo de cable	Tabla	Diam. tubo (mm)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Int. Max. (A)	Long. (m)	C.T. (V)	e% (%)	Se% (%)	Prot sobr (A)	Rcc	Icc (KA)	Prot cc (KA)
Acometida	T	231,43	Conductores enterrados bajo tubo	XLPE	Unipolar RV AL	Tabla 4 ITC-BT-7	200	150	297	17	0,63	0,16		250			
Línea general de alimentación	T	231,43	Conductores aislados en tubos empotrados en obra	XLPE	Unipolar RZ1-K (AS)	Tabla 1 ITC-BT-19 B-8	160	120	284	5,51	0,31	0,08		250	0,01	34,99	120
<b>Centralización de contadores (CC)</b>																	
Circuito	Tipo	Int (A)	Montaje	Tipo Aisl.	Tipo de cable	Tabla	Diam. tubo (mm)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Int. Max. (A)	Long. (m)	C.T. (V)	e% (%)	Se% (%)	Prot sobr (A)	Rcc	Icc (KA)	Prot cc (KA)
Derivación individual Vivienda 1 (DI1)	M	50	Conductores aislados en tubos empotrados en obra	XLPE	Unipolar H07Z1-K (AS)	Tabla 1 ITC-BT-19 B-9	40	25	116	28,6	1,95	0,85		63	0,01	27,96	50
Derivación individual Vivienda 2 (DI2)	M	50	Conductores aislados en tubos empotrados en obra	XLPE	Unipolar H07Z1-K (AS)	Tabla 1 ITC-BT-19 B-9	40	25	116	27,56	1,88	0,82		63	0,01	27,96	50
Derivación individual Vivienda 3 (DI3)	M	50	Conductores aislados en tubos empotrados en obra	XLPE	Unipolar H07Z1-K (AS)	Tabla 1 ITC-BT-19 B-9	40	25	116	27,6	1,88	0,82		63	0,01	27,96	50
Derivación individual Vivienda 4 (DI4)	M	25	Conductores aislados en tubos empotrados en obra	XLPE	Unipolar H07Z1-K (AS)	Tabla 1 ITC-BT-19 B-9	32	16	91	29,2	1,55	0,68		63	0,01	27,96	50
Derivación individual Vivienda 5 (DI5)	M	25	Conductores aislados en tubos empotrados en obra	XLPE	Unipolar H07Z1-K (AS)	Tabla 1 ITC-BT-19 B-9	32	16	91	28,6	1,52	0,66		63	0,01	27,96	50
Derivación individual Vivienda 6 (DI6)	M	25	Conductores aislados en tubos empotrados en obra	XLPE	Unipolar H07Z1-K (AS)	Tabla 1 ITC-BT-19 B-9	32	10	68	23,93	2,04	0,89		63	0,01	27,96	50
Derivación individual Vivienda 7 (DI7)	M	25	Conductores aislados en tubos empotrados en obra	XLPE	Unipolar H07Z1-K (AS)	Tabla 1 ITC-BT-19 B-9	32	10	68	23,63	2,01	0,87		63	0,01	27,96	50
Derivación individual Vivienda 8 (DI8)	M	25	Conductores aislados en tubos empotrados en obra	XLPE	Unipolar H07Z1-K (AS)	Tabla 1 ITC-BT-19 B-9	32	10	68	22,83	1,94	0,84		63	0,01	27,96	50
Derivación individual Vivienda 9 (DI9)	M	25	Conductores aislados en tubos empotrados en obra	XLPE	Unipolar H07Z1-K (AS)	Tabla 1 ITC-BT-19 B-9	32	10	68	17,93	1,53	0,66		63	0,01	27,96	50
Derivación individual Vivienda 10 (DI10)	M	25	Conductores aislados en tubos empotrados en obra	XLPE	Unipolar H07Z1-K (AS)	Tabla 1 ITC-BT-19 B-9	32	10	68	22,83	1,94	0,84		63	0,01	27,96	50
Derivación individual Vivienda 11 (DI11)	M	25	Conductores aislados en tubos empotrados en obra	XLPE	Unipolar H07Z1-K (AS)	Tabla 1 ITC-BT-19 B-9	32	10	68	21,93	1,87	0,81		63	0,01	27,96	50

Proyecto de instalación eléctrica de un edificio de 12 viviendas y garaje con instalación para recarga de vehículos eléctricos

Derivación individual Vivienda 12 (DI12)	M	25	Conductores aislados en tubos empotrados en obra	XLPE	Unipolar H07Z1-K (AS)	Tabla 1 ITC-BT-19 B-9	32	10	68	19,83	1,69	0,73		63	0,01	27,96	50
DI Vehículos eléctricos. Plaza 1 (DIVE1)	M	20	Conductores aislados en tubos en montaje superficial	XLPE	Unipolar H07Z1-K (AS)	Tabla 1 ITC-BT-19 B-9	32	6	49	7,32	0,83	0,36		63	0,01	27,96	50
DI Vehículos eléctricos. Plaza 2 (DIVE2)	M	20	Conductores aislados en tubos en montaje superficial	XLPE	Unipolar H07Z1-K (AS)	Tabla 1 ITC-BT-19 B-9	32	6	49	9,75	1,11	0,48		63	0,01	27,96	50
DI Vehículos eléctricos. Plaza 3 (DIVE3)	M	20	Conductores aislados en tubos en montaje superficial	XLPE	Unipolar H07Z1-K (AS)	Tabla 1 ITC-BT-19 B-9	32	6	49	12,78	1,45	0,63		63	0,01	27,96	50
DI Vehículos eléctricos. Plaza 4 (DIVE4)	M	20	Conductores aislados en tubos en montaje superficial	XLPE	Unipolar H07Z1-K (AS)	Tabla 1 ITC-BT-19 B-9	32	6	49	15,21	1,73	0,75		63	0,01	27,96	50
DI Vehículos eléctricos. Plaza 5 (DIVE5)	M	20	Conductores aislados en tubos en montaje superficial	XLPE	Unipolar H07Z1-K (AS)	Tabla 1 ITC-BT-19 B-9	32	6	49	18,18	2,06	0,90		63	0,01	27,96	50
DI Vehículos eléctricos. Plaza 6 (DIVE6)	M	20	Conductores aislados en tubos en montaje superficial	XLPE	Unipolar H07Z1-K (AS)	Tabla 1 ITC-BT-19 B-9	32	6	49	20,82	2,36	1,03		63	0,01	27,96	50
DI Vehículos eléctricos. Plaza 7 (DIVE7)	M	20	Conductores aislados en tubos en montaje superficial	XLPE	Unipolar H07Z1-K (AS)	Tabla 1 ITC-BT-19 B-9	32	6	49	23,56	2,67	1,16		63	0,01	27,96	50
DI Vehículos eléctricos. Plaza 8 (DIVE8)	M	20	Conductores aislados en tubos en montaje superficial	XLPE	Unipolar H07Z1-K (AS)	Tabla 1 ITC-BT-19 B-9	32	6	49	26,39	2,99	1,30		63	0,01	27,96	50
DI Vehículos eléctricos. Plaza 9 (DIVE 9)	M	20	Conductores aislados en tubos en montaje superficial	XLPE	Unipolar H07Z1-K (AS)	Tabla 1 ITC-BT-19 B-9	32	6	49	30,64	3,48	1,51		63	0,01	27,96	50
DI Vehículos eléctricos. Plaza 10 (DIVE10)	M	20	Conductores aislados en tubos en montaje superficial	XLPE	Unipolar H07Z1-K (AS)	Tabla 1 ITC-BT-19 B-9	32	6	49	29,97	3,40	1,48		63	0,01	27,96	50
DI Vehículos eléctricos. Plaza 11 (DIVE11)	M	20	Conductores aislados en tubos en montaje superficial	XLPE	Unipolar H07Z1-K (AS)	Tabla 1 ITC-BT-19 B-9	32	6	49	15,82	1,80	0,78		63	0,01	27,96	50
DI Vehículos eléctricos. Plaza 12 (DIVE12)	M	20	Conductores aislados en tubos en montaje superficial	XLPE	Unipolar H07Z1-K (AS)	Tabla 1 ITC-BT-19 B-9	32	6	49	12,3	1,40	0,61		63	0,01	27,96	50
DI Cuadro Zonas comunes (CZC)	T	11,8	Conductores aislados en tubos empotrados en obra	XLPE	Unipolar H07Z1-K (AS)	Tabla 1 ITC-BT-19 B-8	32	6	44	2,5	0,14	0,04		63	0,01	27,96	50
DI Cuadro Garaje (CG)	T	8,87	Conductores aislados en tubos empotrados en obra	XLPE	Unipolar H07Z1-K (AS)	Tabla 1 ITC-BT-19 B-8	32	6	44	16,8	0,73	0,18		63	0,01	27,96	50



Proyecto de instalación eléctrica de un edificio de 12 viviendas y garaje con instalación para recarga de vehículos eléctricos

DI Cuadro Ascensor (CA)	T	16,91	Conductores aislados en tubos empotrados en obra	XLPE	Unipolar H07Z1-K (AS)	Tabla 1 ITC-BT-19 B-8	32	6	44	16,42	1,36	0,34		63	0,01	27,96	50
-------------------------	---	-------	--	------	-----------------------	-----------------------	----	---	----	-------	------	------	--	----	------	-------	----

Tabla 1: Dimensionamiento acometida, LGA y derivaciones individuales

<b>Cuadro Garaje (CG)</b>																	
Circuito	Tipo	Int (A)	Montaje	Tipo Aisl.	Tipo de cable	Tabla	Diam. tubo (mm)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Int. Max. (A)	Long. (m)	C.T. (V)	e% (%)	Se% (%)	Prot sobr (A)	Rcc	Icc (KA)	Prot cc (KA)
Alumbrado garaje	M	7,75	Conductores aislados en tubos en montaje superficial	XLPE	Unipolar H07Z1-K (AS)	Tabla 1 ITC-BT-19 B-9	16	1,5	21	7,74	1,36	0,59	0,77	10	0,12	1,99	3
SAI	M	2,11	Conductores aislados en tubos en montaje superficial	XLPE	Unipolar H07Z1-K (AS)	Tabla 1 ITC-BT-19 B-9	20	4	38	15	0,27	0,12	0,30	10	0,12	1,99	3
Tomas de corriente	M	8,87	Conductores aislados en tubos en montaje superficial	XLPE	Unipolar H07Z1-K (AS)	Tabla 1 ITC-BT-19 B-9	20	2,5	29	10,08	1,22	0,53	0,71	16	0,12	1,99	3
Motor puerta	M	1,02	Conductores aislados en tubos en montaje superficial	XLPE	Unipolar H07Z1-K (AS)	Tabla 1 ITC-BT-19 B-9	20	2,5	29	40	0,56	0,24	0,42	10	0,12	1,99	3

Tabla 2: Dimensionamiento cuadro del garaje

<b>Cuadro SAI (CS)</b>																	
Circuito	Tipo	Int (A)	Montaje	Tipo Aisl.	Tipo de cable	Tabla	Diam. tubo (mm)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Int. Max. (A)	Long. (m)	C.T. (V)	e% (%)	Se% (%)	Prot sobr (A)	Rcc	Icc (KA)	Prot cc (KA)
Iluminación emergencia garaje	M	2,11	Conductores aislados en tubos en montaje superficial	XLPE	Unipolar H07Z1-K (AS)	Tabla 1 ITC-BT-19 B-9	16	1,5	21	8,02	0,38	0,17	0,47	10	0,27	1,99	3

Tabla 3: Dimensionamiento cuadro de SAI

<b>Cuadro Zonas comunes (CZC)</b>																	
Circuito	Tipo	Int (A)	Montaje	Tipo Aisl.	Tipo de cable	Tabla	Diam. tubo (mm)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Int. Max. (A)	Long. (m)	C.T. (V)	e% (%)	Se% (%)	Prot sobr (A)	Rcc	Icc (KA)	Prot cc (KA)
Alumbrado general 1 (plantas + emer )	M	6,5	Conductores aislados en tubos empotrados en obra	XLPE	Unipolar H07Z1-K (AS)	Tabla 1 ITC-BT-19 B-9	16	1,5	29	44,5	6,56	2,85	3,00	16	0,03	7,72	10
Alumbrado general 2 (plantas + emer )	M	6,55	Conductores aislados en tubos empotrados en obra	XLPE	Unipolar H07Z1-K (AS)	Tabla 1 ITC-BT-19 B-9	16	1,5	29	42,15	6,27	2,72	2,87	16	0,03	7,72	10
Alumbrado escaleras	M	3,91	Conductores aislados en tubos empotrados en obra	XLPE	Unipolar H07Z1-K (AS)	Tabla 1 ITC-BT-19 B-9	16	1,5	21	25,47	2,26	0,98	1,13	10	0,03	7,72	10
Tomas de corriente	M	6,90	Conductores aislados en tubos empotrados en obra	XLPE	Unipolar H07Z1-K (AS)	Tabla 1 ITC-BT-19 B-9	20	2,5	29	9,68	0,91	0,40	0,54	16	0,03	7,72	10

Tabla 4: Dimensionamiento de cuadro de zonas comunes

<b>Cuadro ascensor (CA)</b>																	
Circuito	Tipo	Int (A)	Montaje	Tipo Aisl.	Tipo de cable	Tabla	Diam. tubo (mm)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Int. Max. (A)	Long. (m)	C.T. (V)	e% (%)	Se% (%)	Prot sobr (A)	Rcc	Icc (KA)	Prot cc (KA)
Motor Ascensor	T	16,91	Conductores aislados en tubos empotrados en obra	XLPE	Unipolar H07Z1-K (AS)	Tabla 1 ITC-BT-19 B-9	20	2,5	25	4	0,80	0,20	1,56	25	0,11	2,08	3
Iluminación	M	0,59	Conductores aislados en tubos empotrados en obra	XLPE	Unipolar H07Z1-K (AS)	Tabla 1 ITC-BT-19 B-9	16	1,5	21	2,3	0,03	0,01	1,38	10	0,11	2,08	3

Tabla 5: Dimensionamiento de cuadro de ascensor

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIERÍA  
CIVIL E INDUSTRIAL**

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

**TRABAJO FIN DE GRADO**

TÍTULO

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN EDIFICIO DE 12 VIVIENDAS Y GARAJE CON  
INSTALACIÓN PARA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

**ANEXO VI – ESTUDIO BÁSICO DE  
SEGURIDAD Y SALUD**

AUTOR

Patricia Álvarez Suárez

TUTOR

Germán Carlos González Rodríguez

## **1.- Justificación del estudio básico de seguridad y salud**

El Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, establece en el apartado 2 del

Artículo 4 que en los proyectos de obra no incluidos en los supuestos previstos en el apartado 1 del mismo Artículo, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un Estudio de Seguridad y Salud.

- Por lo tanto, hay que comprobar que se dan los siguientes supuestos:
- Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea inferior a 450.759,08 euros.
- Que la duración estimada sea inferior a 30 días laborables, no empleándose en ningún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- Que el volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea inferior a 500.
- Que no se trate de obras de túneles, galerías, ni conducciones subterráneas y presas.

Como se dan todos los supuestos anteriormente indicados, se redacta el presente ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

## **2.- Objeto del estudio básico de seguridad y salud**

Conforme se especifica en el apartado 2 del Artículo 6 del R.D. 1627/1997, el Estudio Básico deberá precisar:

- Las normas de seguridad y salud aplicables en la obra.
- La identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias.
- Relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse conforme a lo señalado anteriormente especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir riesgos valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas (en su caso, se tendrá en cuenta cualquier tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma y contendrá medidas específicas relativas a los trabajos incluidos en uno o varios de los apartados del Anexo II del Real Decreto).
- Previsiones e informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, lo previsibles trabajos posteriores

### **3.- Normas de seguridad aplicables en la obra**

La relación de normativa que a continuación se presenta, no pretende ser exhaustiva, se trata únicamente de recoger la normativa legal vigente en el momento de la edición de este documento, que sea de aplicación y del mayor interés para la realización de los trabajos objeto del contrato al que se adjunta este Estudio Básico de Seguridad y Salud.

- Ley 31/95, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/2.003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Decreto del 28/11/69 Reglamento Técnico de Líneas Eléctrica Aéreas de AT.
- Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y las Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Estatuto de los Trabajadores (Ley 8/1980, Ley 32/1984, Ley 11/1994).
- Real Decreto Legislativo 1/1994, de 20 de junio. Texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo, sobre utilización de Equipos de Protección Individual.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio, sobre utilización de Equipos de Trabajo.
- Orden del Ministerio de trabajo de 9 de marzo de 1971, sobre Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo y disposiciones complementarias.
- Real Decreto 485/1.997 de 14 de abril, sobre Señalización de seguridad en el trabajo.
- Real Decreto 485/1.997 de 14 de abril, sobre Señalización de seguridad en el trabajo.
- Real Decreto 487/1.997 de 14 de abril, sobre Manipulación de cargas.
- Real Decreto 39/1.997 de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 614/2.001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 1435/1992, de 27 de noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembro sobre maquinaria (BOE núm. 297, de 11 de diciembre de 1992).
- Real Decreto 56/1995, de 20 de enero, por el que se modifica el Real Decreto 1435/1992, de 27 de diciembre (BOE núm. 33, de 8 de febrero de 1995).

Cualquier otra disposición sobre la materia actualmente en vigor o que se promulgue durante la vigencia de este documento.

## **4.- Aspectos generales**

El contratista acreditará ante la Dirección Facultativa de la obra, la adecuada formación y adiestramiento de todo el personal de la obra en materia de Prevención y Primeros Auxilios. Así mismo, la Dirección Facultativa, comprobará que existe un plan de emergencia para la atención de personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales adecuados. La dirección y teléfonos de estos servicios deberán ser colocada de forma visible y en lugares estratégicos de la obra.

Antes de comenzar la jornada, los mandos procederán a planificar los trabajos de acuerdo con el plan establecido, informando a todos los operarios claramente de las maniobras a realizar, los posibles riesgos existentes y las medidas preventivas y de protección a tener en cuenta. Deben cerciorarse de que todos lo han entendido.

## **5.- Identificación de riesgos y prevención de los mismos**

En función de las obras a realizar y de las fases de trabajos de cada una de ellas, se describen los riesgos más comunes, sin que su relación sea exhaustiva.

### **5.1.- Instalaciones de electricidad.**

#### ***5.1.1.- Riesgos más frecuentes.***

- Caída de personal.
- Cortes o golpes por manejo de herramientas manuales.
- Cortes o pinchazos por manejo de guías y conductores.
- Quemaduras por mecheros durante operaciones de calentamiento del “macarrón protector”.
- Incendio por incorrecta instalación de la red eléctrica.
- Electrocutión o quemaduras por:
  - Mala protección de cuadros eléctricos.
  - Maniobras incorrectas en los circuitos.
  - Uso de herramientas sin aislamiento.
  - Punteo de los mecanismos de protección.
  - Conexiones directas sin clavijas macho-hembra.

#### ***5.1.2.- Medidas preventivas de seguridad.***

- Las zonas de trabajo tendrán una iluminación suficiente, de forma que no cree sombras sobre la zona de trabajo.
- Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de las clavijas macho-hembra.

- Para evitar la conexión accidental de la instalación eléctrica del edificio a la red, el último cableado que se ejecutará será el que va del cuadro general, al de la compañía suministradora, guardando en lugar seguro los mecanismo necesarios para la conexión, que serán los últimos en instalarse.
- Antes de hacer entrar en carga a la instalación eléctrica, se hará una revisión en profundidad de las conexiones de mecanismos, protecciones y empalmes de los cuadros generales, asegurándose que está todo de acuerdo con el Reglamento electrotécnico de Baja Tensión.

## **5.2.- Instalación eléctrica provisional de obra.**

### ***5.2.1.- Riesgos más frecuentes.***

- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Los derivados de caídas de tensión en la instalación por sobrecarga
- Mal funcionamiento de los mecanismos y sistemas de protección.
- Incendios por cortocircuito.
- Caída de personal.

### ***5.2.2.- Medidas preventivas de seguridad.***

- Cualquier parte de la instalación se considera bajo tensión mientras no se compruebe lo contrario.
- No se efectuarán reparaciones ni operaciones de mantenimiento en maquinaria alguna sin haber procedido previamente a su desconexión de la red eléctrica.
- Los conductores, si van por el suelo, no serán pisados ni se colocarán materiales acopiados sobre ellos.
- Se sustituirán inmediatamente las mangueras que presenten algún deterioro en la capa aislante de protección.
- Los cuadros eléctricos de distribución, se ubicarán siempre en lugares de fácil acceso.
- Los cuadros eléctricos de intemperie, por protección adicional, se cubrirán con viseras contra la lluvia o contra la nieve.
- Los postes provisionales de los que colgar las mangueras eléctricas no se ubicarán a menos de 2 m. de los bordes de la excavación.
- El suministro eléctrico al fondo de una excavación se ejecutará por un lugar que no sea la rampa de acceso, para vehículos o personal.
- Los cuadros eléctricos, en servicio, permanecerán cerrados con la cerradura de seguridad de triángulos, (o de llave).

- No se permite la utilización de fusibles rudimentarios. Hay que utilizar “piezas fusibles normalizadas”.
- Se conectarán a tierra las carcasas de los motores o máquinas (si no están dotados de doble aislamiento), o aislantes por propio material constitutivo.
- Comprobación y mantenimiento periódico de tomas de tierra y maquinaria instalada en obra.
- Se darán instrucciones sobre las medidas a adoptar en caso de incendio o accidente de origen eléctrico.
- Todos los trabajos de mantenimiento de la red eléctrica provisional de la obra serán realizados por personal capacitado. Se prohíbe la ejecución de estos trabajos al resto del personal de la obra sin autorización previa.

## **6.- Medidas de prevención necesarias para evitar riesgos.**

### **6.1.- Prevención de riesgos profesionales.**

#### ***6.1.1.- Protecciones individuales.***

Se entenderá por “equipo de protección individual”, cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que lo proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o su salud, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin.

No suprimen ni corrigen el riesgo y únicamente sirven de escudo amortiguador del mismo.

Se utilizan cuando no es posible la total eliminación del riesgo mediante el empleo de protecciones colectivas.

Estas protecciones deberán estar homologadas por el Ministerio de Trabajo y aquellas no definidas por dichas normas de homologación, deberán reunir las condiciones y calidades precisas para el correcto cumplimiento de su misión de protección.

Los equipos de protección individual deberán reunir los requisitos establecidos en cualquier disposición legal o reglamentaria que les sea de aplicación, en particular en lo relativo a su diseño y fabricación.

Los equipos de protección individual más comunes en las instalaciones eléctricas son:

- Casco de seguridad
- Botas o calzado de seguridad
- Botas de seguridad impermeables
- Guantes de lona y piel
- Guantes impermeables
- Gafas de seguridad
- Protectores auditivos



- Cinturón de seguridad
- Ropa de trabajo
- Pantalla de soldador

### ***6.1.2.- Protecciones colectivas.***

En su conjunto son muy importantes y se emplearán en función de los trabajos a ejecutar.

Se pueden separar en dos tipos: uno de aplicación general, es decir que deben tener presencia durante toda la obra, por ejemplo señalización, instalación eléctrica, etc., otro tipo es el de los que se emplean solo en determinados trabajos, como andamios, barandillas etc.

Se tendrán en cuenta las siguientes acciones para evitar o disminuir los riesgos en los trabajos:

- Protecciones y medidas preventivas colectivas, según normativa vigente relativa a equipos y medios de seguridad colectiva.
- Prohibir la entrada a la obra a todo el personal ajeno.
- Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
- Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como puntos singulares en el interior de la misma.
- Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.
- Controlar que la carga de los camiones no sobrepase los límites establecidos y reglamentarios.
- Utilizar andamios y plataformas de trabajo adecuados.
- Evitar pasar o trabajar debajo de la vertical de los otros trabajos.

### ***6.1.3.- Medidas de seguridad en la Instalación eléctrica provisional.***

La instalación eléctrica que con carácter general ha de suministrar energía a los distintos núcleos de trabajo, cumplirá lo establecido en los Reglamentos de Baja y resoluciones complementarias del Ministerio de Industria, así como la norma de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Los cuadros de distribución estarán formados por armarios metálicos normalizados, con placa de montaje al fondo, fácilmente accesible desde el exterior. Para ello dispondrá de puerta con cerradura de resbalón con llave de triángulo y con posibilidad de poner un candado.

Dispondrán de seccionador de corte automático, toma de tierra, interruptor diferencial de 30 mA en el caso de que todas las máquinas estén puestas a tierra y los valores de la resistencia de estas no sobrepase los 37 ohmios. Para la protección de sobrecargas y cortacircuitos tendrán fusibles e interruptores automáticos magnetotérmicos.

#### **6.1.4.- Medidas de seguridad en instalaciones eléctricas en general:**

Como normas generales de actuación en relación con estas instalaciones deben observarse las siguientes:

- Los bornes, tanto de cuadros como de máquinas, estarán protegidos con material aislante.
- Los cables de alimentación a máquina y herramientas tendrán cubiertas protectoras del tipo antihumedad y no deberán estar en contacto o sobre el suelo en zonas de tránsito. - Está prohibida la utilización de las puntas desnudas de los cables, como clavijas de enchufe macho.
- Todas las líneas eléctricas quedarán sin tensión una vez finalizado el trabajo mediante corte del seccionador general.
- Es condición imprescindible la revisión periódica de la instalación por parte de personal cualificado.
- Toda reparación se realizará previo corte de corriente siempre por personal cualificado.
- Los portalámparas serán de material aislante de forma que no produzcan contacto con otros elementos.
- Los cuadros eléctricos permanecerán cerrados y con las llaves en poder de persona responsable.
- Se señalará mediante carteles, el peligro de riesgo eléctrico así como el momento en que se están efectuando trabajos de conservación

### **6.2.- Protecciones**

#### **6.2.1.- Ropa de trabajo:**

- Ropa de trabajo, adecuada a la tarea a realizar por los trabajadores del contratista.

#### **6.2.2.- Equipos de protección:**

Se relacionan a continuación los equipos de protección individual y colectiva de uso más frecuente. El Contratista deberá seleccionar aquellos que sean necesarios según el tipo de trabajo.

- Equipos de protección individual (EPI), de acuerdo con las normas UNE-EN correspondientes.
- Calzado de seguridad.
- Casco de seguridad.
- Guantes aislantes de la electricidad BT y AT.
- Guantes de protección mecánica.
- Pantalla contra proyecciones.

- Gafas de seguridad.
- Cinturón de seguridad.
- Discriminador de baja tensión.
- Protecciones colectivas.
- Señalización: cintas, banderolas, etc.
- Cualquier tipo de protección colectiva que se pueda requerir en el trabajo a realizar.

#### ***6.2.3.- Equipos de primeros auxilios:***

Botiquín con los medios necesarios para realizar curas de urgencia en caso de accidente.

Ubicado en el vestíbulo u oficina, a cargo de una persona capacitada designada por el Contratista.

#### ***6.2.4.- Equipos de protección contra incendios:***

Extintores de polvo seco clase A, B, C.

### **6.3.- Características generales de la obra**

En este punto se analizan con carácter general, independientemente del tipo de obra, las diferentes servidumbres o servicios que se deben tener perfectamente definidas y solucionadas antes del comienzo de las obras.

#### ***6.3.1.- Descripción de la obra y situación.***

La situación de la obra a realizar y el tipo de la misma se indican en la memoria del proyecto.

Se deberán tener en cuenta las dificultades que pudieran existir en los accesos, estableciendo los medios de transporte y traslado más adecuados a la orografía del terreno.

#### ***6.3.2.- Suministro de energía eléctrica.***

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la empresa constructora, proporcionando los puntos de enganche necesarios.

#### ***6.3.3.- Suministro de agua potable.***

El suministro de agua potable será a través de las conducciones habituales del suministro de la región, zona, etc., en el caso de que esto no sea posible dispondrán de los medios necesarios (cisternas, etc.) que garantice su existencia regular desde el comienzo de la obra.

#### **6.3.4.- Servicios higiénicos.**

Dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Si fuera posible, las aguas fecales se conectarán a la red de alcantarillado, en caso contrario, se dispondrá de medios que faciliten su evacuación o traslado a lugares específicos destinados para ello, de modo que no se agreda al medio ambiente.

### **7.- Previsiones e informaciones útiles para trabajos posteriores**

Entre otras se deberá disponer de:

- Instrucciones de operación normal y de emergencia.
- Señalización clara de mandos de operación y emergencia.
- Dispositivos de protección personal y colectiva para trabajos posteriores de mantenimiento.
- Equipos de rescate y auxilio para casos necesarios.

### **8.- Medidas específicas relativas a trabajos que implican riesgos especiales para la seguridad y salud de los trabajadores**

Los trabajadores no deberán estar expuestos a niveles sonoros nocivos, ni a factores externos nocivos.

Los lugares de trabajo deberán disponer de suficiente luz natural o tener una iluminación artificial adecuada y suficiente.

Estas instalaciones deberán estar colocadas de tal manera que no supongan riesgo de trabajo para los trabajadores.

Las vías de circulación, escaleras y rampas deberán estar calculadas, situadas, acondicionadas y preparadas para su uso de manera que se puedan utilizar sin que los trabajadores corran riesgo alguno.

Los vehículos y maquinaria para movimiento de tierras y manipulación de materiales deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica.

Los conductores y personal encargado deberán tener una formación adecuada.

Los vehículos y maquinaria deberán estar equipados con estructuras concebidas para proteger al conductor contra el aplastamiento, en caso de vuelco de la máquina, y contra la caída de objetos.

### **9.- Señalización de seguridad y salud en el trabajo**

Se tendrán en cuenta las disposiciones mínimas de carácter general relativas a la señalización de seguridad y salud en el lugar de trabajo.

- La elección del tipo de señal y del número y emplazamiento de las señales o dispositivos de señalización a utilizar en cada caso se realizará de forma que la señalización resulte lo más eficaz posible, teniendo en cuenta:
  - Las características de la señal.
  - Los riesgos, elementos o circunstancias que hayan de señalizarse.
  - La extensión de la zona a cubrir.
  - El número de trabajadores afectados.
- La eficacia de la señalización no deberá resultar disminuida por la concurrencia de señales o de otras circunstancias que dificulten su percepción o comprensión. La señalización de seguridad y salud en el trabajo no deberá utilizarse para transmitir informaciones o mensajes distintos o adicionales a los que constituyen su objetivo propio. Cuando los trabajadores a los que se dirige la señalización tengan la capacidad visual o auditiva limitadas, incluidos los casos en que ello sea debido al uso de equipos de protección individual, deberán tomarse las medidas suplementarias o de sustitución necesarias.
- La señalización deberá permanecer en tanto persista la situación que la motiva.
- Los medios y dispositivos de señalización deberán ser, según los casos, limpiados, mantenidos y verificados regularmente, y reparados o sustituidos cuando sea necesario, de forma que conserven en todo momento sus cualidades intrínsecas y de funcionamiento. Las señalizaciones que necesiten de una fuente de energía dispondrán de alimentación de emergencia que garantice su funcionamiento en caso de interrupción de aquella, salvo que el riesgo desaparezca con el corte del suministro.

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIERÍA  
CIVIL E INDUSTRIAL**

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**TÍTULO**

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN EDIFICIO DE 12 VIVIENDAS Y GARAJE CON  
INSTALACIÓN PARA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

**PRESUPUESTO**

**AUTOR**

Patricia Álvarez Suárez

**TUTOR**

Germán Carlos González Rodríguez

## Índice de contenido

1.- Objeto .....	4
Cuadro de precios descompuestos .....	5
1.- Acometida.....	5
1.1.- Cableado .....	5
1.2.- Canalizaciones.....	6
1.3.- Arquetas.....	6
2.- Caja General de Protección .....	7
3.- Línea General de Alimentación.....	7
3.1.- Cableado .....	7
3.2.- Canalizaciones.....	8
4.- Centralización de Contadores.....	8
5.- Derivaciones Individuales .....	9
5.1.- Cableado .....	9
5.2.- Canalizaciones.....	10
6.- Instalación eléctrica interior de viviendas .....	11
6.1.- Cuadro de mando y protección .....	11
6.2.- Mecanismos eléctricos.....	12
6.3.- Cableado .....	13
6.4.- Canalizaciones.....	14
7.- Instalación eléctrica de vehículos eléctricos .....	15
7.1.- Cuadro de mando y protección .....	15
7.2.- Cableado .....	15
7.3.- Canalizaciones.....	16
8.- Instalación eléctrica de zonas comunes .....	17
8.1.- Cuadro de mando y protección .....	17
8.2.- Cableado .....	18
8.3.- Canalizaciones.....	19
8.4.- Contraincendios .....	19
8.5.- Iluminación.....	20
9.- Instalación eléctrica de garaje .....	21

9.1.- Cuadro de mando y protección .....	21
9.2.- Cableado .....	22
9.3.- Canalizaciones .....	23
9.4.- Iluminación .....	23
10.- Instalación eléctrica de ascensor .....	24
10.1.- Cuadro de mando y protección .....	24
10.2.- Cableado .....	24
10.3.- Canalizaciones .....	25
Presupuesto de ejecución material .....	26
Presupuesto de ejecución por contrata.....	28
1.- Gastos generales .....	28
2.- Beneficio industrial.....	28
3.- Impuesto general indirecto canario (IGIC) .....	28
4.- Presupuesto de ejecución por contrata .....	29
resumen del presupuesto .....	30



## **1.- Objeto**

En el presente documento de Presupuesto, realiza la previsión de costes involucrados en la ejecución del proyecto de Edificio de 12 viviendas y garaje con instalación para recarga de vehículos eléctricos.

En primer lugar se realiza la exposición de los cuadros de precios descompuestos donde se indican las unidades de obra y los elementos que la componen así como la cantidad de ellos requerida y el precio unitario y total.

En segundo lugar se presenta el presupuesto de ejecución por contrata donde se incluyen los gastos generales, el beneficio industrial, el IGIC y la cantidad final total del presupuesto.

Por último se realiza un esquema resumen de los datos que componen el presente documento.

## **CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS**

Las siguientes tablas contienen las unidades de obra desglosadas según el código dentro del presupuesto, el número de unidades requeridas, unidad de medida, descripción de los elementos y unidades de obra, marca del producto cuando se considere necesario, modelo del mismo junto con la referencia en aquellos casos que se considere necesario para su localización, precio unitario y precio final en función del número de unidades.

Las unidades de medida utilizadas en el presupuesto y su significado son las que siguen:

- Ud → Unidad
- m.l → Metro lineal
- h → horas

Los códigos están establecidos con el siguiente criterio:

- UO → Unidad de Obra
- MT → Material
- MO → Mano de Obra
- MA → Maquinaria
- UA → Unidades Auxiliares

### **1.- Acometida**

#### **1.1.- Cableado**

Código	Unidad/es	Unidad de medida	Descripción	Marca , modelo	Precio (€)/unidad	Precio total (€)
<b>UO 001</b>			<b>Cableado de la Acometida</b>			
MT 1 001	18	m.l.	Cable para acometida unipolar de Aluminio RV AL, de 185 mm <sup>2</sup> de sección, aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta exterior de PVC.	General Cable	10,14	182,52
MO 1 003	1,5	h	Oficial de primera electricista.	-	17,82	26,73
MO 1 004	1,5	h	Ayudante electricista.	-	16,1	24,15

## 1.2.- Canalizaciones

Código	Unidad/es	Unidad de medida	Descripción	Marca , modelo	Precio (€)/unidad	Precio total (€)
<b>UO 002</b>			<b>Canalización la Acometida</b>			
MT 2 001	18	m.l.	Tubo corrugado polietileno libre de halógenos D200,	Tupersa	3,39	61,02
MO 2 001	12,2	h	Oficial de primera construcción.	-	17,24	210,328
MO 2 002	12,2	h	Peón ordinario construcción.	-	15,92	194,224
MO 2 003	7,85	h	Oficial de primera electricista.	-	17,82	139,887
MO 2 004	7,85	h	Ayudante electricista.	-	16,1	126,385

## 1.3.- Arquetas

Código	Unidad/es	Unidad de medida	Descripción	Marca , modelo	Precio (€)/Unidad	Precio total (€)
<b>UO 003</b>			<b>Arquetas de la Acometida</b>			
MT 3 001	2	Ud	Arquetas prefabricadas A1	Prensagra prefabricados	119,07	238,14
MT 3 002	2	Ud	Tapa de arqueta A1 Endesa	Fundición Dúctil Benito	154	308
MA 3 001	17,56	h	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.	-	9,25	162,43
MA 3 002	17,56	h	Pisón vibrante de 80 kg, con placa de 30x30 cm, tipo rana	-	8,74	153,47
MA 3 003	17,56	h	Camión cisterna, de 8 m <sup>3</sup> de capacidad.	-	40	702,4
MO 3 001	17,56	h	Oficial de primera construcción.	-	17,24	302,73
MO 3 002	17,56	h	Peón ordinario construcción.	-	15,92	279,55
MO 3 003	15,33	h	Oficial de primera electricista.	-	17,82	273,18
MO 3 004	15,33	h	Ayudante electricista.	-	16,1	246,81

## 2.- Caja General de Protección

Código	Unidad/es	Unidad de medida	Descripción	Marca , modelo	Precio (€)/Unidad	Precio total (€)
<b>UO 004</b>			<b>Instalación de los elementos que constituyen la Caja General de Protección (CGP)</b>			
MT 4 001	1	Ud	Caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 250 A, esquema 9, para protección de la línea general de alimentación, formada por una envolvente aislante, precintable y autoventilada	-	142,29	142,29
MT 4 002	3	m.l	Tubo de PVC liso, serie B, de 160 mm de diámetro exterior y 3,2 mm de espesor	-	5,44	16,32
MT 4 003	1		Marco y puerta metálica con cerradura o candado, con grado de protección IK 10 protegidos de la corrosión y normalizados por la empresa suministradora, para caja general de protección	-	110	110
MO 4 001	0,301	h	Oficial 1ª construcción	-	17,24	5,19
MO 4 002	0,301	h	Peón ordinario construcción	-	15,92	4,79
MO 4 003	0,502	h	Oficial 1ª electricista	-	17,82	8,95
MO 4 004	0,502	h	Ayudante electricista	-	16,1	8,08

## 3.- Línea General de Alimentación

### 3.1.- Cableado

Código	Unidad/es	Unidad de medida	Descripción	Marca , modelo	Precio (€)/Unidad	Precio total (€)
<b>UO 005</b>			<b>Cableado de la Línea General de Alimentación (LGA)</b>			
MT 5 001	5,51	m.l	Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 160 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 450 N, resistencia al impacto 40 julios, con grado de protección IP 549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado	-	8,34	45,95
MT 5 002	2	Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas	-	1,48	2,96
MO 5 001	0,14	h	Oficial 1ª electricista	-	17,82	2,55
MO 5 002	0,14	h	Ayudante electricista	-	16,1	2,17

### 3.2.- Canalizaciones

Código	Unidad/es	Unidad de medida	Descripción	Marca , modelo	Precio (€)/Unidad	Precio total (€)
UO 006			<b>Canalización de la Línea General de Alimentación (LGA)</b>			
MT 6 001	5,51	m.l	Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 120 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV	-	18,09	99,68
MT 6 002	2	Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas	-	1,48	2,96
MO 6 001	1	h	Oficial 1ª electricista	-	17,82	17,82
MO 6 002	1	h	Ayudante electricista	-	16,1	16,1
UA 9 001	7,2	m.l.	Apertura y sellado de rozas	-	0,92	6,624

### 4.- Centralización de Contadores

Código	Unidad/es	Unidad de medida	Descripción	Marca , modelo	Precio (€)/Unidad	Precio total (€)
UO 007			<b>Instalación de los elementos que constituyen la Centralización de Contadores (CC)</b>			
MT 7 001	1	Ud	Módulo de interruptor general de maniobra de 250 A (III+N)	-	197,73	197,73
MT 7 002	2	Ud	Modulo embarrado general	-	106,02	212,04
MT 7 003	27	Ud	Fusible gG 63 A	-	30,22	815,94
MT 7 004	1	Ud	Modulo fusibles de seguridad	-	70,62	70,62
MT 7 005	7	Ud	Módulo para ubicación de cuatro contadores monofásicos	-	107,58	753,06
MT 7 006	1	Ud	Módulo para ubicación de tres contadores trifásicos	-	61,3	61,30
MT 7 007	1	Ud	Módulo de reloj conmutador para doble tarifa	-	75,13	75,13
MT 7 008	1	Ud	Modulo embarrado protección, bornes de salida y conexión a tierra	-	59,5	59,50
MT 7 009	1	Ud	Módulo de puesta a tierra de conexiones de línea repartidora y DI	-	81,14	81,14
MT 7 010	2	h	Material auxiliar (horas)	-	1,48	2,96
MO 7 001	6,67	h	Oficial de 1ª electricista (horas)	-	17,82	118,86
MO 7 002	6,67	h	Ayudante electricista (horas)	-	16,1	107,387

## 5.- Derivaciones Individuales

### 5.1.- Cableado

Código	Unidad/es	Unidad de medida	Descripción	Marca , modelo	Precio (€)/unidad	Precio total (€)
<b>UO 008</b>			<b>Cableado de las Derivaciones Individuales (DI)</b>			
MT 8 001	83,76	m.l	Cable de 25mm <sup>2</sup> de sección H07Z1-K (AS) de cobre flexible clase 5 con aislamiento de Poliolefina Termoplástica libre de halógenos. Color Azul	General Cable, H07Z1-K (AS)	5,92	495,86
MT 8 002	83,76	m.l.	Cable de 25mm <sup>2</sup> de sección H07Z1-K (AS) de cobre flexible clase 5 con aislamiento de Poliolefina Termoplástica libre de halógenos. General Cable Color Marrón	General Cable, H07Z1-K (AS)	5,92	495,86
MT 8 003	83,76	m.l.	Cable de 25mm <sup>2</sup> de sección H07Z1-K (AS) de cobre flexible clase 5 con aislamiento de Poliolefina Termoplástica libre de halógenos. Color Verde-Amarillo	General Cable, H07Z1-K (AS)	5,92	495,86
MT 8 004	57,8	m.l.	Cable de 16mm <sup>2</sup> de sección H07Z1-K (AS) de cobre flexible clase 5 con aislamiento de Poliolefina Termoplástica libre de halógenos. General Cable Color Azul	General Cable, H07Z1-K (AS)	4	231,20
MT 8 005	57,8	m.l.	Cable de 16mm <sup>2</sup> de sección H07Z1-K (AS) de cobre flexible clase 5 con aislamiento de Poliolefina Termoplástica libre de halógenos. General Cable Color Marrón	General Cable, H07Z1-K (AS)	4	231,20
MT 8 006	57,8	m.l.	Cable de 16mm <sup>2</sup> de sección H07Z1-K (AS) de cobre flexible clase 5 con aislamiento de Poliolefina Termoplástica libre de halógenos. Color Verde-Amarillo	General Cable, H07Z1-K (AS)	4	231,20
MT 8 007	43,76	m.l.	Cable de 10mm <sup>2</sup> de sección H07Z1-K (AS) de cobre flexible clase 5 con aislamiento de Poliolefina Termoplástica libre de halógenos. Color Azul	General Cable, H07Z1-K (AS)	2,44	106,77
MT 8 008	43,76	m.l.	Cable de 10mm <sup>2</sup> de sección H07Z1-K (AS) de cobre flexible clase 5 con aislamiento de Poliolefina Termoplástica libre de halógenos. Color Marrón	General Cable, H07Z1-K (AS)	2,44	106,77
MT 8 009	43,76	m.l.	Cable de 10mm <sup>2</sup> de sección H07Z1-K (AS) de cobre flexible clase 5 con aislamiento de Poliolefina Termoplástica libre de halógenos. Color Verde-Amarillo	General Cable, H07Z1-K (AS)	2,44	106,77
MT 8 010	258,46	m.l.	Cable de 6mm <sup>2</sup> de sección H07Z1-K (AS) de cobre flexible clase 5 con aislamiento de Poliolefina Termoplástica libre de halógenos. Color Azul	General Cable, H07Z1-K (AS)	1,32	341,17
MT 8 011	35,72	m.l.	Cable de 6mm <sup>2</sup> de sección H07Z1-K (AS) de cobre flexible clase 5 con aislamiento de Poliolefina Termoplástica libre de halógenos. Color Negro	General Cable, H07Z1-K (AS)	1,32	47,15
MT 8 012	35,72	m.l.	Cable de 6mm <sup>2</sup> de sección H07Z1-K (AS) de cobre flexible clase 5 con aislamiento de Poliolefina Termoplástica libre de halógenos. Color Gris	General Cable, H07Z1-K (AS)	1,32	47,15
MT 8 013	258,46	m.l.	Cable de 6mm <sup>2</sup> de sección H07Z1-K (AS) de cobre flexible clase 5 con aislamiento de Poliolefina Termoplástica libre de halógenos. Color Marrón	General Cable, H07Z1-K (AS)	1,32	341,17

Proyecto de instalación eléctrica de un edificio de 12 viviendas y garaje con instalación para recarga de vehículos eléctricos

MT 8 014	258,46	m.l.	Cable de 6mm2 de sección H07Z1-K (AS) de cobre flexible clase 5 con aislamiento de Poliolfina Termoplástica libre de halógenos. Color Verde-Amarillo	General Cable, H07Z1-K (AS)	1,32	341,17
MT 8 015	2,8	h	Material auxiliar (horas)	-	1,48	4,14
MO 8 001	5,42	h	Oficial de 1ª electricista (horas)	-	17,82	96,58
MO 5 002	5,42	h	Ayudante electricista (horas)	-	16,1	87,26

## 5.2.- Canalizaciones

Código	Unidad/es	Unidad de medida	Descripción	Marca , modelo	Precio (€)/unidad	Precio total (€)
<b>UO 009</b>			<b>Canalizaciones las Derivaciones Individuales (DI)</b>			
MT 9 001	83,76		Tubo corrugado polietileno libre de halógenos D40	Tupersa	1,98	165,84
MT 9 002	302,22	m.l.	Tubo corrugado polietileno libre de halógenos D32	Tupersa	1,26	380,80
MT 9 003	2,8	h	Material auxiliar (horas)	-	1,48	4,14
MO 9 001	0,43	h	Oficial de 1ª electricista (horas)	-	17,82	7,73
MO 9 002	0,49	h	Ayudante electricista (horas)	-	16,1	7,89
UA 9 001	7,2	m.l.	Apertura y sellado de rozas	-	0,92	6,624

## 6.- Instalación eléctrica interior de viviendas

### 6.1.- Cuadro de mando y protección

Código	Unidad/es	Unidad de medida	Descripción	Marca , modelo	Precio (€)/Unidad	Precio total (€)
<b>UO 010</b>			<b>Cuadro de mando y protección de la Instalación Interior de viviendas</b>			
MT 10 001	15	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, con 10 kA de poder de corte, de 10 A de intensidad nominal, curva C, bipolar (2P). Montaje en carril DIN. Referencia: A9F79210	Schneider Electric	60,24	903,60
MT 10 002	69	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, con 10 kA de poder de corte, de 16 A de intensidad nominal, curva C, bipolar (2P). Montaje en carril DIN. Referencia: A9F79216	Schneider Electric	61,32	4.231,08
MT 10 003	21	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, con 10 kA de poder de corte, de 25 A de intensidad nominal, curva C, bipolar (2P). Montaje en carril DIN. Referencia: A9F79225	Schneider Electric	64,41	1.352,61
MT 10 004	9	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, con 10 kA de poder de corte, de 32 A de intensidad nominal, curva C, bipolar (2P). Montaje en carril DIN. Referencia: A9F79226	Schneider Electric	67,22	604,98
MT 10 005	15	Ud	Interruptor diferencial 2Polos, 30mA de sensibilidad, 40A de intensidad nominal, tipo residencial. Montaje en carril DIN. Referencia: A9R60240	Schneider Electric	68,94	1034,1
MT 10 006	6	Ud	Interruptor diferencial 2Polos, 30mA de sensibilidad, 63A de intensidad nominal, tipo residencial. Montaje en carril DIN. Referencia: A9R60240	Schneider Electric	73,21	439,26
MT 10 007	1	Ud	Limitador contra sobretensiones transitorias de tipo 2, modelo Quick PF 10kA 1P+N. Referencia: A9L16617	Schneider Electric	113,03	113,03
MT 10 008	2	Ud	Cuadro modular de montaje empotrado 63A. Dos filas de módulos, 24 módulos en carril DIN. Incluye accesorios de montaje. Referencia: 13642	Schneider Electric, Mini Pragma	64,77	129,54
MT 10 009	3	Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas	-	1,48	4,44
MO 10 001	4,12	h	Oficial 1ª electricista	-	17,82	73,42
MO 10 002	4,12	h	Ayudante electricista	-	16,1	66,33



## 6.2.- Mecanismos eléctricos

Código	Unidad/es	Unidad de medida	Descripción	Marca , modelo	Precio (€)/Unidad	Precio total (€)
<b>UO 011</b>			<b>Mecanismos eléctricos de la Instalación Interior de viviendas</b>			
MT 11 001	48	Ud	Mecanismo de mando, interruptor, 230V, 10 A Ref.: 7758 01	Legrand,Galea Life	6,38	306,24
MT 11 002	108	Ud	Mecanismo de mando, conmutador, 230V, 10 A Ref.: 7758 06	Legrand,Galea Life	7,76	838,08
MT 11 003	36	Ud	Mecanismo de mando, cruzamiento, 230V, 10 A Ref.: 7758 07	Legrand,Galea Life	16,34	588,24
MT 11 004	24	Ud	Toma de corriente 2P+T tipo Schuko Axolute, 230V, 25A. Ref.: HD4140	Legrand,Mosaic	6,33	151,92
MT 11 005	168	Ud	Toma de corriente 2P+T tipo Schuko Axolute, 230V, 16 A. Ref.: HD4141	Legrand,Mosaic	7,92	1.330,56
MT 11 006	182	Ud	Cajas para empotrar albañilería, 1 elemento. Cajas para tomas, interruptores, conmutadores y cruce. Ref.: 0801 42.	Legrand, Batibox	3,06	556,92
MT 11 007	15	Ud	Cajas para empotrar albañilería , 2 elemento Ref.: 0801 42	Legrand, Batibox	3,4	51,00
MT 11 008	24	Ud	Cajas para empotrar albañilería. Cajas de derivación. Ref.: 16102	Legrand, Multibox	7,35	176,4
MT 11 009	2	Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas	-	1,48	2,96
MO 11 001	5,33	h	Oficial 1ª electricista	-	17,82	94,98
MO 11 002	5,33	h	Ayudante electricista	-	16,1	85,81

### 6.3.- Cableado

Código	Unidad/es	Unidad de medida	Descripción	Marca , modelo	Precio (€)/Unidad	Precio total (€)
<b>UO 0012</b>			<b>Cables eléctricos de la Instalación Interior de viviendas</b>			
MT 12 001	2169,72	m.l.	Cable de cobre (flexible clase 5) con aislamiento de policloruro de vinilo (PVC). Tensión asignada 450/750V. Sección de 1,5mm2 de color azul.	General Cable, Genlis-F H07V-K.	0,83	1.800,87
MT 12 002	2169,72	m.l.	Cable de cobre (flexible clase 5) con aislamiento de policloruro de vinilo (PVC). Tensión asignada 450/750V. Sección de 1,5mm2 de color marrón.	General Cable, Genlis-F H07V-K.	0,83	1.800,87
MT 12 003	2169,72	m.l.	Cable de cobre (flexible clase 5) con aislamiento de policloruro de vinilo (PVC). Tensión asignada 450/750V. Sección de 1,5mm2 de color amarillo-verde.	General Cable, Genlis-F H07V-K.	0,83	1.800,87
MT 12 004	2778,6	m.l.	Cable de cobre (flexible clase 5) con aislamiento de policloruro de vinilo (PVC). Tensión asignada 450/750V. Sección de 2,5mm2 de color azul.	General Cable, Genlis-F H07V-K.	1,35	3.745,55
MT 12 005	2778,6	m.l.	Cable de cobre (flexible clase 5) con aislamiento de policloruro de vinilo (PVC). Tensión asignada 450/750V. Sección de 2,5mm2 de color marrón.	General Cable, Genlis-F H07V-K.	1,35	3.745,55
MT 12 006	2778,6	m.l.	Cable de cobre (flexible clase 5) con aislamiento de policloruro de vinilo (PVC). Tensión asignada 450/750V. Sección de 2,5mm2 de color amarillo-verde.	General Cable, Genlis-F H07V-K.	1,35	3.745,55
MT 12 007	1523,61	m.l.	Cable de cobre (flexible clase 5) con aislamiento de policloruro de vinilo (PVC). Tensión asignada 450/750V. Sección de 6 mm2 de color azul.	General Cable, Genlis-F H07V-K.	3,086	4.701,86
MT 12 008	1523,61	m.l.	Cable de cobre (flexible clase 5) con aislamiento de policloruro de vinilo (PVC). Tensión asignada 450/750V. Sección de 6 mm2 de color marrón.	General Cable, Genlis-F H07V-K.	3,086	4.701,86
MT 12 009	1523,61	m.l.	Cable de cobre (flexible clase 5) con aislamiento de policloruro de vinilo (PVC). Tensión asignada 450/750V. Sección de 6 mm2 de color amarillo-verde.	General Cable, Genlis-F H07V-K.	3,086	4.701,86

Proyecto de instalación eléctrica de un edificio de 12 viviendas y garaje con instalación para recarga de vehículos eléctricos

MT 12 010	4	Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas	-	1,48	5,92
MO 12 001	10,6	h	Oficial 1ª electricista	-	17,82	188,89
MO 12 002	10,6	h	Ayudante electricista	-	16,1	170,66

#### 6.4.- Canalizaciones

Código	Unidad/es	Unidad de medida	Descripción	Marca , modelo	Precio (€)/Unidad	Precio total (€)
<b>UO 0013</b>			<b>Canalizaciones de Instalación Interior de viviendas</b>			
MT 13 001	2169,72	m.l.	Tubo corrugado 16 mm Resistencia a la compresión: >320 Newton. Temperatura mínima y máxima de utilización: -5, +60°C. No propagador de la llama. IP 54. Color Negro	Tupersa	0,17	368,85
MT 13 002	2778,6	m.l.	Tubo corrugado 20 mm Resistencia a la compresión: >320 Newton. Temperatura mínima y máxima de utilización: -5, +60°C. No propagador de la llama. IP 54. Color Negro	Tupersa	0,2	555,72
MT 13 003	1523,61	m.l.	Tubo corrugado 25 mm Resistencia a la compresión: >320 Newton. Temperatura mínima y máxima de utilización: -5, +60°C. No propagador de la llama. IP 54. Color Negro	Tupersa	0,26	396,14
MT 13 004	4	Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas	-	1,48	5,92
MO 13 001	18,21	h	Oficial 1ª electricista	-	17,82	324,50
MO 13 002	18,21	h	Ayudante electricista	-	16,1	293,18
UA 13 001	7,2	m.l.	Apertura y sellado de rozas	-	0,92	6,62

## 7.- Instalación eléctrica de vehículos eléctricos

### 7.1.- Cuadro de mando y protección

Código	Unidad/es	Unidad de medida	Descripción	Marca , modelo	Precio (€)/Unidad	Precio total (€)
<b>UO 014</b>			<b>Cuadro de mando y protección de la instalación de Recarga de Vehículos Eléctricos (VE)</b>			
MT 14 001	12	Ud	Punto de recarga / SAVE / Wall box	Circuitor, Wall box V32110	661,5	7.938,00
MT 14 002	12	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, con 6 kA de poder de corte, de 25 A de intensidad nominal, curva C, bipolar (2P). Montaje en carril DIN. Referencia: A9F79225	Schneider Electric	64,41	772,92
MT 14 003	12	Ud	Interruptor diferencial 2Polos, 30mA de sensibilidad, 25A de intensidad nominal, tipo residencial. Montaje en carril DIN. Referencia: A9R60240	Schneider Electric	62,21	746,52
MT 14 004	1	Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas	-	1,48	1,48
MO 14 001	1,3	h	Oficial 1ª electricista	-	17,82	23,16
MO 14 002	1,3	h	Ayudante electricista	-	16,1	20,93

### 7.2.- Cableado

Código	Unidad/es	Unidad de medida	Descripción	Marca , modelo	Precio (€)/Unidad	Precio total (€)
<b>UO 015</b>			<b>Cableado de la instalación de Recarga de Vehículos Eléctricos (VE)</b>			
MT 15 001	36	m.l	Cable de cobre (flexible clase 5) con aislamiento de policloruro de vinilo (PVC). Tensión asignada 450/750V. Sección de 2,5mm2 de color azul.	General Cable, H07Z1-K (AS)	1,35	48,53
MT 15 002	36	m.l	Cable de cobre (flexible clase 5) con aislamiento de policloruro de vinilo (PVC). Tensión asignada 450/750V. Sección de 2,5mm2 de color marrón.	General Cable, H07Z1-K (AS)	1,35	48,53
MT 15 003	36	m.l	Cable de cobre (flexible clase 5) con aislamiento de policloruro de vinilo (PVC). Tensión asignada 450/750V. Sección de 2,5mm2 de color amarillo-verde.	General Cable, H07Z1-K (AS)	1,35	48,53
MT 15 004	1	Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas	-	1,48	1,48
MO 15 001	9,56	h	Oficial 1ª electricista	-	17,82	170,36
MO 15 002	9,56	h	Ayudante electricista	-	16,1	153,92

### 7.3.- Canalizaciones

Código	Unidad/es	Unidad de medida	Descripción	Marca , modelo	Precio (€)/Unidad	Precio total (€)
<b>UO 016</b>			<b>Canalizaciones de Instalación de Recarga de Vehículos Eléctricos (VE)</b>			
MT 16 01	2778,6	m.l.	Tubo corrugado 20 mm Resistencia a la compresión: >320 Newton. Temperatura mínima y máxima de utilización: -5, +60°C. No propagador de la llama. IP 54. Color Negro	Tupersa	0,2	555,72
MT 16 02	1	Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas	-	1,48	1,48
MO 16 001	6,88	h	Oficial 1ª electricista	-	17,82	122,6016,00
MO 16 002	6,88	h	Ayudante electricista	-	16,1	110,76
UA 16 001	7,2	m.l.	Apertura y sellado de rozas	-	0,92	6,62

## 8.- Instalación eléctrica de zonas comunes

### 8.1.- Cuadro de mando y protección

Código	Unidad/es	Unidad de medida	Descripción	Marca , modelo	Precio (€)/Unidad	Precio total (€)
<b>UO 017</b>			<b>Cuadro de mando y protección de la instalación eléctrica de Zonas Comunes (ZC)</b>			
MT 17 001	3	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, con 6 kA de poder de corte, de 10 A de intensidad nominal, curva C, bipolar (2P). Montaje en carril DIN. Referencia: A9F79210	Schneider Electric	60,24	180,72
MT 17 002	1	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, con 6 kA de poder de corte, de 17 A de intensidad nominal, curva C, bipolar (2P). Montaje en carril DIN. Referencia: A9F79217	Schneider Electric	61,32	61,32
MT 17 003	1	Ud	Interruptor diferencial 4Polos, 30mA de sensibilidad, 40A de intensidad nominal, tipo residencial. Montaje en carril DIN. Referencia: A9R60240	Schneider Electric	68,94	68,94
MT 17 004	1	Ud	Minutero para temporizado del alumbrado, 5 A, regulable de 1 a 7 minutos.	-	42,11	42,11
MT 17 005	2	Ud	Contactador 2P 230V NA	Schneider Electric	57,7	115,4
MT 17 006	1	Ud	Limitador de sobretensiones modular iPRD20 - 1 polo + N - 340 V	Schneider Electric	196,25	196,25
MT 17 007	1	Ud	Caja de superficie con puerta opaca, para alojamiento de los interruptores de protección de la instalación, 1 fila de 8 módulos, de ABS autoextinguible, con grado de protección IP 40 y doble aislamiento (clase II)	-	17,01	17,01
MT 17 008	2	h	Material auxiliar para instalaciones eléctricas	-	1,48	2,96
MO 17 001	5,42	h	Oficial 1ª electricista	-	17,82	96,58
MO 17 002	5,42	h	Ayudante electricista	-	16,1	87,26

## 8.2.- Cableado

Código	Unidad/es	Unidad de medida	Descripción	Marca , modelo	Precio (€)/Unidad	Precio total (€)
UO 018			<b>Cableado de la instalación eléctrica de Zonas Comunes (ZC)</b>			
MT 18 001	5,72	m.l	Cable de 4 mm2 de sección H07Z1-K (AS) de cobre flexible clase 5 con aislamiento de Poliolefina Termoplástica libre de halógenos. Color Azul	General Cable, H07Z1-K (AS)	0,9	5,15
MT 18 002	5,72	m.l	Cable de 4 mm2 de sección H07Z1-K (AS) de cobre flexible clase 5 con aislamiento de Poliolefina Termoplástica libre de halógenos. Color Marrón	General Cable, H07Z1-K (AS)	0,9	5,15
MT 18 003	5,72	m.l	Cable de 4 mm2 de sección H07Z1-K (AS) de cobre flexible clase 5 con aislamiento de Poliolefina Termoplástica libre de halógenos. Color Verde-Amarillo	General Cable, H07Z1-K (AS)	0,9	5,15
MT 18 004	9,68	m.l	Cable de 2,5 mm2 de sección H07Z1-K (AS) de cobre flexible clase 5 con aislamiento de Poliolefina Termoplástica libre de halógenos. Color Azul	General Cable, H07Z1-K (AS)	0,62	6,00
MT 18 005	9,68	m.l	Cable de 2,5 mm2 de sección H07Z1-K (AS) de cobre flexible clase 5 con aislamiento de Poliolefina Termoplástica libre de halógenos. Color Marrón	General Cable, H07Z1-K (AS)	0,62	6,00
MT 18 006	9,68	m.l	Cable de 2,5 mm2 de sección H07Z1-K (AS) de cobre flexible clase 5 con aislamiento de Poliolefina Termoplástica libre de halógenos. Color Verde-Amarillo	General Cable, H07Z1-K (AS)	0,62	6,00
MT 18 007	25,47	m.l	Cable de 1,5 mm2 de sección H07Z1-K (AS) de cobre flexible clase 5 con aislamiento de Poliolefina Termoplástica libre de halógenos. Color Azul	General Cable, H07Z1-K (AS)	0,41	10,44
MT 18 008	25,47	m.l	Cable de 1,5 mm2 de sección H07Z1-K (AS) de cobre flexible clase 5 con aislamiento de Poliolefina Termoplástica libre de halógenos. Color Marrón	General Cable, H07Z1-K (AS)	0,41	10,44
MT 18 009	25,47	m.l	Cable de 1,5 mm2 de sección H07Z1-K (AS) de cobre flexible clase 5 con aislamiento de Poliolefina Termoplástica libre de halógenos. Color Verde-Amarillo	General Cable, H07Z1-K (AS)	0,41	10,44
MT 18 010	2	h	Material auxiliar para instalaciones eléctricas	-	1,48	2,96
MO 18 001	19,68	h	Oficial 1ª electricista	-	18,82	370,37
MO 18 002	19,68	h	Ayudante electricista	-	16,1	316,84

### 8.3.- Canalizaciones

Código	Unidad/es	Unidad de medida	Descripción	Marca , modelo	Precio (€)/Unidad	Precio total (€)
<b>UO 019</b>			<b>Instalación de los elementos que constituyen la instalación eléctrica de Zonas Comunes (ZC)</b>			
MT 19 001	25,47	m.l	Tubo rígido de PVC, enchufable, curvable en caliente, de color negro, de 16 mm de diámetro nominal, para canalización fija en superficie. Resistencia a la compresión 1250 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 547	-	0,85	21,65
MT 19 002	15,4	m.l	Tubo rígido de PVC, enchufable, curvable en caliente, de color negro, de 20 mm de diámetro nominal, para canalización fija en superficie. Resistencia a la compresión 1250 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 547	-	1,14	17,55
MT 19 003	2	h	Material auxiliar para instalaciones eléctricas	-	1,48	2,96
MO 19 001	20,3	h	Oficial 1ª electricista	-	17,82	361,74
MO 19 002	20,3	h	Ayudante electricista	-	16,1	326,83
UA 19 001	7,2	m.l.	Apertura y sellado de rozas	-	0,92	6,624

### 8.4.- Contraincendios

Código	Unidad/es	Unidad de medida	Descripción	Marca , modelo	Precio (€)/Unidad	Precio total (€)
<b>UO 020</b>			<b>Instalación de los elementos que constituyen la instalación eléctrica de Zonas Comunes (ZC)</b>			
MT 20 001	5	Ud	Extintores	-	100	500
MT 20 002	1	Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas	-	1,48	1,48
MO 20 001	25,29	h	Oficial 1ª electricista	-	17,82	450,67
MO 20 002	21,19	h	Ayudante electricista	-	16,1	341,16



## 8.5.- Iluminación

Código	Unidad/es	Unidad de medida	Descripción	Marca , modelo	Precio (€)/Unidad	Precio total (€)
<b>UO 021</b>			<b>Instalación de los elementos que constituyen la instalación eléctrica de Zonas Comunes (ZC)</b>			
MT 21 001	11	Ud	Luminaria emergencia	Legrand, C3 160 lúmenes 0615 12	70	770,00
MT 21 002	20	Ud	Pulsador de luz	LEGRAND, HD4055M2	10,86	217,2
MT 21 003	20	Ud	Placa embellecedora	LEGRAND, HB4802/2ACL	42,78	855,60
MT 21 004	20	Ud	Soporte del pulsador	LEGRAND, H4702	2,75	55,00
MT 21 005	6	Ud	Interruptores de luz	-	9,66	57,96
MT 21 006	6	Ud	Placa embellecedora	-	35,2	211,20
MT 21 007	6	Ud	Soporte del pulsador	-	3,01	18,06
MT 21 008	6,2	h	Material auxiliar para instalaciones eléctricas	-	1,48	9,17
MO 21 001	6,2	h	Oficial 1ª electricista	-	17,82	110,48
MO 21 002	6,2	h	Ayudante electricista	-	16,1	99,82

## 9.- Instalación eléctrica de garaje

### 9.1.- Cuadro de mando y protección

Código	Unidad/es	Unidad de medida	Descripción	Marca , modelo	Precio (€)/Unidad	Precio total (€)
UO 022			<b>Cuadro de mando y protección de la instalación eléctrica del Garaje (G)</b>			
MT 22 001	3	U	Interruptor automático magnetotérmico, con 6 kA de poder de corte, de 10 A de intensidad nominal, curva C, bipolar (2P). Montaje en carril DIN. Referencia: A9F79210	Schneider Electric	60,24	180,72
MT 22 002	1	U	Interruptor automático magnetotérmico, con 6 kA de poder de corte, de 16 A de intensidad nominal, curva C, bipolar (2P). Montaje en carril DIN. Referencia: A9F79216	Schneider Electric	61,32	61,32
MT 22 003	1	U	Interruptor diferencial 4 Polos, 30mA de sensibilidad, 40A de intensidad nominal, tipo residencial. Montaje en carril DIN. Referencia: A9R60240	Schneider Electric	68,94	68,94
MT 22 004	1	U	Interruptor diferencial 2Polos, 30mA de sensibilidad, 25A de intensidad nominal, tipo residencial. Montaje en carril DIN. Referencia: A9R60240	Schneider Electric	62,46	62,46
MT 22 005	1	Ud	Limitador de sobretensiones modular iPRD20 - 1 polo + N - 340 V	Schneider Electric	196,25	196,25
MT 22 006	1	Ud	Caja de superficie con puerta opaca, para alojamiento de los interruptores de protección de la instalación, 1 fila de 8 módulos, de ABS autoextinguible, con grado de protección IP 40 y doble aislamiento (clase II)	-	16,01	16,01
MT 22 007	1	Ud	Sistema de Alimentación Ininterrumpida	Legrand, WHAD 800	700	700
MT 22 008	1	Ud	Sensor apertura de puerta (final carrera)	-	11,16	11,16
MT 22 009	1	Ud	Interruptor horario	DINUY, UNI T	46,35	46,35
MT 22 010	1	Ud	Bobina de mínima tensión		10,20	10,20
MT 22 011	1	Ud	Interruptor minuterio	DINUY, MI EL3 003	43,25	43,25
MT 22 012	2	Ud	Contactores 2P 230V NA	Schneider Electric	57,7	115,4
MT 22 013	9,1	Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas	-	1,48	13,47
MO 22 001	9,1	h	Oficial 1ª electricista	-	17,82	162,16
MO 22 002	9,1	h	Ayudante electricista	-	16,1	146,51

## 9.2.- Cableado

Código	Unidad/es	Unidad de medida	Descripción	Marca , modelo	Precio (€)/Unidad	Precio total (€)
<b>UO 025</b>			<b>Cables eléctricos de la Instalación eléctrica del Garaje (G)</b>			
MT 25 001	1752,31	m.l.	Cable de cobre (flexible clase 5) con aislamiento de policloruro de vinilo (PVC). Tensión asignada 450/750V. Sección de 1,5mm2 de color azul.	General Cable, Genlis-F H07V-K.	0,83	1454,42
MT 25 002	1752,31	m.l.	Cable de cobre (flexible clase 5) con aislamiento de policloruro de vinilo (PVC). Tensión asignada 450/750V. Sección de 1,5mm2 de color marrón.	General Cable, Genlis-F H07V-K.	0,83	1454,42
MT 25 003	1752,31	m.l.	Cable de cobre (flexible clase 5) con aislamiento de policloruro de vinilo (PVC). Tensión asignada 450/750V. Sección de 1,5mm2 de color amarillo-verde.	General Cable, Genlis-F H07V-K.	0,83	1454,42
MT 25 004	1563,00	m.l.	Cable de cobre (flexible clase 5) con aislamiento de policloruro de vinilo (PVC). Tensión asignada 450/750V. Sección de 2,5mm2 de color azul.	General Cable, Genlis-F H07V-K.	1,35	2106,92
MT 25 005	1563,00	m.l.	Cable de cobre (flexible clase 5) con aislamiento de policloruro de vinilo (PVC). Tensión asignada 450/750V. Sección de 2,5mm2 de color marrón.	General Cable, Genlis-F H07V-K.	1,35	2106,92
MT 25 006	1563,00	m.l.	Cable de cobre (flexible clase 5) con aislamiento de policloruro de vinilo (PVC). Tensión asignada 450/750V. Sección de 2,5mm2 de color amarillo-verde.	General Cable, Genlis-F H07V-K.	1,35	2106,92
MT 25 007	15,00	m.l	Cable de 4 mm2 de sección H07Z1-K (AS) de cobre flexible clase 5 con aislamiento de Poliolefina Termoplástica libre de halógenos. Color Azul	General Cable, H07Z1-K (AS)	0,9	13,5
MT 25 008	15,00	m.l	Cable de 4 mm2 de sección H07Z1-K (AS) de cobre flexible clase 5 con aislamiento de Poliolefina Termoplástica libre de halógenos. Color Marrón	General Cable, H07Z1-K (AS)	0,9	13,5
MT 25 009	15,00	m.l	Cable de 4 mm2 de sección H07Z1-K (AS) de cobre flexible clase 5 con aislamiento de Poliolefina Termoplástica libre de halógenos. Color Verde-Amarillo	General Cable, H07Z1-K (AS)	0,9	13,5
MT 25 010	13	h	Material auxiliar para instalaciones eléctricas	-	1,48	19,24
MO 25 001	13	h	Oficial 1ª electricista	-	17,82	231,66
MO 25 002	13	h	Ayudante electricista	-	16,1	209,3

### 9.3.- Canalizaciones

Código	Unidad/es	Unidad de medida	Descripción	Marca , modelo	Precio (€)/Unidad	Precio total (€)
<b>UO 026</b>			<b>Canalizaciones de Instalación Interior de viviendas</b>			
MT 26 001	1752,31	m.l.	Tubo corrugado 16 mm Resistencia a la compresión: >1.250 Newton. Temperatura mínima y máxima de utilización: -5, +60°C. No propagador de la llama. IP 54. Color Negro	Tupersa	0,17	297,8927
MT 26 002	1578,00	m.l.	Tubo corrugado 20 mm Resistencia a la compresión: >1.250 Newton. Temperatura mínima y máxima de utilización: -5, +60°C. No propagador de la llama. IP 54. Color Negro	Tupersa	0,2	315,6
MT 26 003	13	h	Material auxiliar para instalaciones eléctricas	-	1,48	19,24
MO 26 001	13	h	Oficial 1ª electricista	-	17,82	231,66
MO 26 002	13	h	Ayudante electricista	-	16,1	209,3
UA 26 001	7,2	m.l.	Apertura y sellado de rozas	-	0,92	6,624

### 9.4.- Iluminación

Código	Unidad/es	Unidad de medida	Descripción	Marca , modelo	Precio (€)/Unidad	Precio total (€)
<b>UO 023</b>			<b>Iluminación de la instalación eléctrica del Garaje (G)</b>			
MT 24 001	14	Ud	Luminaria garaje	PHILIPS , TCW060 2xTL-D36W HF	43	602
MT 24 002	28	Ud	Lámpara Garaje TL-D	PHILIPS, MASTER TL-D Super 80	4,13	115,64
MT 24 003	3	Ud	Pulsador de luz	LEGRAND, HD4055M2	10,86	32,58
MT 24 004	3	Ud	Placa embellecedora	LEGRAND, HB4802/2ACL	42,78	128,34
MT 24 005	3	Ud	Soporte del pulsador	LEGRAND, H4702	2,75	8,25
MT 24 006	7	Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas	-	1,48	10,36
MO 24 001	7	h	Oficial 1ª electricista	-	17,82	124,74
MO 24 002	7	h	Ayudante electricista	-	16,1	112,7

## 10.- Instalación eléctrica de ascensor

### 10.1.- Cuadro de mando y protección

Código	Unidad/es	Unidad de medida	Descripción	Marca , modelo	Precio (€)/Unidad	Precio total (€)
<b>UO 027</b>			<b>Instalación de los elementos que constituyen la instalación eléctrica del ascensor</b>			
MT 27 001	1	Ud	Caja de superficie con puerta opaca, para alojamiento de los interruptores de protección de la instalación, 1 fila de 8 módulos, de ABS autoextinguible, con grado de protección IP 40 y doble aislamiento (clase II)	-	16,01	16,01
MT 27 002	1	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, con 6 kA de poder de corte, de 10 A de intensidad nominal, curva C, bipolar (2P). Montaje en carril DIN. Referencia: A9F79210	Schneider Electric	60,24	60,24
MT 27 003	1	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, con 6 kA de poder de corte, de 25 A de intensidad nominal, curva C, bipolar (2P). Montaje en carril DIN. Referencia: A9F79225	Schneider Electric	64,41	64,41
MT 27 004	1	Ud	Interruptor diferencial 4 Polos, 30mA de sensibilidad, 40A de intensidad nominal. Montaje en carril DIN. Referencia: A9R60240	Schneider Electric	68,94	68,94
MT 27 005	5	Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas	-	1,48	7,4
MO 27 001	25,6	h	Oficial 1ª electricista	-	17,82	456,192
MO 27 002	23,48	h	Ayudante electricista	-	16,1	378,028

### 10.2.- Cableado

Código	Unidad/es	Unidad de medida	Descripción	Marca , modelo	Precio (€)/Unidad	Precio total (€)
<b>UO 028</b>			<b>Instalación de los elementos que constituyen la instalación eléctrica del ascensor</b>			
MT 28 001	2,3	m.l	Cable de 1,5 mm2 de sección H07Z1-K (AS) de cobre flexible clase 5 con aislamiento de Poliolefina Termoplástica libre de halógenos. General Cable Color Azul	General Cable, H07Z1-K (AS)	0,41	0,943
MT 28 002	2,3	m.l	Cable de 1,5 mm2 de sección H07Z1-K (AS) de cobre flexible clase 5 con aislamiento de Poliolefina Termoplástica libre de halógenos. General Cable Color Marrón	General Cable, H07Z1-K (AS)	0,41	0,943
MT 28 003	2,3	m.l	Cable de 1,5 mm2 de sección H07Z1-K (AS) de cobre flexible clase 5 con aislamiento de Poliolefina Termoplástica libre de halógenos. Color Verde-Amarillo	General Cable, H07Z1-K (AS)	0,41	0,943

Proyecto de instalación eléctrica de un edificio de 12 viviendas y garaje con instalación para recarga de vehículos eléctricos

MT 28 004	4	m.l	Cable de 2,5 mm2 de sección H07Z1-K (AS) de cobre flexible clase 5 con aislamiento de Poliolefina Termoplástica libre de halógenos. Color Negro	General Cable, H07Z1-K (AS)	0,62	2,48
MT 28 005	4	m.l	Cable de 2,5 mm2 de sección H07Z1-K (AS) de cobre flexible clase 5 con aislamiento de Poliolefina Termoplástica libre de halógenos. Color Gris	General Cable, H07Z1-K (AS)	0,62	2,48
MT 28 006	4	m.l	Cable de 2,5 mm2 de sección H07Z1-K (AS) de cobre flexible clase 5 con aislamiento de Poliolefina Termoplástica libre de halógenos. Color Azul	General Cable, H07Z1-K (AS)	0,62	2,48
MT 28 007	4	m.l	Cable de 2,5 mm2 de sección H07Z1-K (AS) de cobre flexible clase 5 con aislamiento de Poliolefina Termoplástica libre de halógenos. Color Marrón	General Cable, H07Z1-K (AS)	0,62	2,48
MT 28 008	4	m.l	Cable de 2,5 mm2 de sección H07Z1-K (AS) de cobre flexible clase 5 con aislamiento de Poliolefina Termoplástica libre de halógenos. Color Verde-Amarillo	General Cable, H07Z1-K (AS)	0,62	2,48
MT 28 009	5	h	Material auxiliar para instalaciones eléctricas	-	1,48	7,4
MO 28 001	25,6	h	Oficial 1ª electricista	-	17,82	456,192
MO 28 002	23,48	h	Ayudante electricista	-	16,1	378,028

### 10.3.- Canalizaciones

Código	Unidad/es	Unidad de medida	Descripción	Marca , modelo	Precio (€)/Unidad	Precio total (€)
<b>UO 029</b>			<b>Instalación de los elementos que constituyen la instalación eléctrica del ascensor</b>			
MT 29 001	2,3	m.l	Tubo rígido de PVC, enchufable, curvable en caliente, de color negro, de 16 mm de diámetro nominal, para canalización fija en superficie. Resistencia a la compresión 1250 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 547	-	0,85	4,56
MT 29 002	4	m.l	Tubo rígido de PVC, enchufable, curvable en caliente, de color negro, de 20 mm de diámetro nominal, para canalización fija en superficie. Resistencia a la compresión 1250 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 547	-	1,14	4,56
MT 29 003						
MT 29 004	5	Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas	-	1,48	7,4
MO 29 001	25,6	h	Oficial 1ª electricista	-	17,82	456,192
MO 29 002	23,48	h	Ayudante electricista	-	16,1	378,028
UA 29 001	7,2	m.l.	Apertura y sellado de rozas	-	0,92	6,624

## **PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL**

En la siguiente tabla se expresa la suma de costes de todas las unidades de obra que incluye el proyecto así como todas las unidades de obras valoradas económicamente de manera total.

Código	Unidad/es	Unidad de medida	Descripción	Precio (€)
UO 001	1	Ud	Cableado de la Acometida	233,40
UO 002	1	Ud	Canalización la Acometida	731,84
UO 003	1	Ud	Arquetas de la Acometida	2666,73
UO 004	1	Ud	Instalación de los elementos que constituyen la Caja General de Protección (CGP)	295,62
UO 005	1	Ud	Cableado de la Línea General de Alimentación (LGA)	53,64
UO 006	1	Ud	Canalización de la Línea General de Alimentación (LGA)	143,18
UO 007	1	Ud	Instalación de los elementos que constituyen la Centralización de Contadores (CC)	1739,73
UO 008	1	Ud	Cableado de las Derivaciones Individuales (DI)	3807,29
UO 009	1	Ud	Canalizaciones las Derivaciones Individuales (DI)	573,03
UO 010	1	Ud	Cuadro de mando y protección de la Instalación Interior de viviendas	8952,39
UO 011	1	Ud	Mecanismos eléctricos de la Instalación Interior de viviendas	4183,11
UO 0012	1	Ud	Cables eléctricos de la Instalación Interior de viviendas	31110,31
UO 0013	1	Ud	Canalizaciones de Instalación Interior de viviendas	1950,94
UO 014	1	Ud	Cuadro de mando y protección de la instalación de Recarga de Vehículos Eléctricos (VE)	9503,02
UO 015	1	Ud	Cableado de la instalación de Recarga de Vehículos Eléctricos (VE)	471,34
UO 016	1	Ud	Canalizaciones de Instalación de Recarga de Vehículos Eléctricos (VE)	797,19
UO 017	1	Ud	Cuadro de mando y protección de la instalación eléctrica de Zonas Comunes (ZC)	868,56
UO 018	1	Ud	Cableado de la instalación eléctrica de Zonas Comunes (ZC)	754,96
UO 019	1	Ud	Instalación de los elementos que constituyen la instalación eléctrica de Zonas Comunes (ZC)	737,37
UO 020	1	Ud	Instalación de los elementos que constituyen la instalación eléctrica de Zonas Comunes (ZC)	1293,31
UO 021	1	Ud	Instalación de los elementos que constituyen la instalación eléctrica de Zonas Comunes (ZC)	2404,50
UO 022	1	Ud	Cuadro de mando y protección de la instalación eléctrica del Garaje (G)	1824,00
UO 022	1	Ud	Contra incendios de la instalación eléctrica del Garaje (G)	11,06
UO 023	1	Ud	Iluminación de la instalación eléctrica del Garaje (G)	1134,61
UO 025	1	Ud	Cables eléctricos de la Instalación eléctrica del Garaje (G)	17114,91
UO 026	1	Ud	Canalizaciones de Instalación Interior de viviendas	1391,40
UO 027	1	Ud	Instalación de los elementos que constituyen la instalación eléctrica del ascensor	1051,22

Proyecto de instalación eléctrica de un edificio de 12 viviendas y garaje con instalación para recarga de vehículos eléctricos

UO 028	1	Ud	Instalación de los elementos que constituyen la instalación eléctrica del ascensor	856,85
UO 029	1	Ud	Instalación de los elementos que constituyen la instalación eléctrica del ascensor	857,36
<b>TOTAL (€)</b>				<b>97512,86</b>

El coste total del presupuesto de ejecución material será de:

**91.271,60 €.**

***NOVENTA Y UN MIL DOSCIENTOS SETENTA Y UN EUROS Y SESENTA CÉNTIMOS.***



## **PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA**

El presupuesto de ejecución por contrata se considera la suma del presupuesto de ejecución material más los gastos generales de estructura, el beneficio industrial y el impuesto de valor añadido (IGIC).

### **1.- Gastos generales**

Se estiman los mismos en un 16 % del presupuesto de ejecución material.

El coste de los gastos generales será de:

**14.603,46 €**

**CATORCE MIL SEICIENTOS TRES EUROS Y CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS.**

### **2.- Beneficio industrial**

Se estima el mismo en un 6 % del presupuesto de ejecución material.

El coste del beneficio industrial será de:

**5.476,30€**

**CINCO MIL CUATROCIENTOS SETENTA Y SEIS EUROS Y TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS.**

### **3.- Impuesto general indirecto canario (IGIC)**

La suma de del presupuesto de ejecución material, más los gastos generales, más el beneficio industrial hace un total de:

**111.351,36€**

**CIENTO ONCE MIL TRESCIENTOS CINCUENTA Y UN EUROS Y TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS.**

A raíz de este valor se estima IGIC en torno al 7 %.

El impuesto general indirecto canario será de:

**7.794,59€**

**SIETE MIL SETECIENTOS NOVENTA Y CUATRO EUROS Y CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS.**

#### **4.- Presupuesto de ejecución por contrata**

Por tanto el presupuesto de ejecución general y por tanto presupuesto del proyecto asciende a una cantidad total de:

**119.145,95€**

***CIENTO DIECINUEVE MIL CIENTO CUARENTA Y CINCO EUROS Y NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS.***

## **RESUMEN DEL PRESUPUESTO**

El resumen total del presupuesto según se ha indicado anteriormente queda esquematizado de la siguiente manera:

<b>Total del presupuesto de ejecución material:</b>		91.271,60 €
	<i>16 % Gastos generales:</i>	14.603,46 €
	<i>6 % Beneficio industrial:</i>	5.476,30 €
<b>Total del presupuesto de ejecución por contrata:</b>		
	<i>Presupuesto de ejecución material + GG + BI:</i>	111.351,36 €
	<i>7 % I.G.I.C:</i>	7.794,59 €
<b>Total del presupuesto:</b>		<b>119.145,95 €</b>

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIERÍA  
CIVIL E INDUSTRIAL**

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

**TRABAJO FIN DE GRADO**

TÍTULO

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN EDIFICIO DE 12 VIVIENDAS Y GARAJE CON  
INSTALACIÓN PARA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

**CONCLUSIÓN**

AUTOR

Patricia Álvarez Suárez

TUTOR

Germán Carlos González Rodríguez

## **CONCLUSIÓN**

Tras finalizar el Trabajo Final de Grado titulado “Proyecto de instalación eléctrica de un edificio de 12 viviendas y garaje con instalación para recarga de vehículos eléctricos” se puede hacer una valoración de los aspectos que han sido determinantes en la confección del mismo, las limitaciones impuestas por la reglamentación vigente en algunas materias obligaron a realizar adaptaciones al entorno del proyecto que cumplieran con la misma, pero al mismo tiempo la escasez de criterios normalizadores en otras han permitido abrir caminos no contemplados en las disposiciones legales.

Uno de los aspectos a destacar es como a pesar de que el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión realiza muchas indicaciones minuciosas acerca de tipos de materiales, distancias y alturas de cuadros, mecanismos, obstáculos, alturas de medición de iluminación y medidas de locales para centralización de contadores, por ejemplo, no hace hincapié en detalles acerca de eficiencia energética o de cómo realizar mejoras de seguridad y accesibilidad a las instalaciones eléctricas, que no suponen un gran coste económico o de diseño y que pueden llegar a tener grandes ventajas para el usuario final, lo que da la posibilidad al ingeniero proyectista de hacer la diferencia en el trabajo que está realizando en cuanto a criterios de calidad.

Otro de los aspectos que han sido objeto de estudio en este trabajo ha sido el ya antes citado “Proyecto de Real Decreto de la ITC-BT-52” en referencia a las instalaciones para recarga de vehículos eléctricos. Debido a que este tipo de instalaciones aún no se muestra muy implementada en la actualidad se aprecia la falta de un estándar o de valoraciones acerca de los distintos tipos de esquemas de instalación y su uso, o acerca de qué tipo de toma de recarga instalar en los puntos de suministro, pues todavía existe camino por recorrer tanto por parte de la industria automovilística como por parte de los órganos que realizan las normas y las compañías eléctricas. Así que se ha tenido que realizar una valoración acerca de estos aspectos, y a criterio personal se ha llevado a cabo la realización de esta instalación de la manera que se ha considerado más lógica, efectiva y eficiente.

A nivel personal la realización de este proyecto ha sido clave para la integración de muchos de los aspectos teóricos aprendidos a lo largo de la carrera, así como de las ventajas, satisfacción personal, grado de implicación y responsabilidad que puede llegar a tener la profesión de ingeniero proyectista en el mundo laboral. Por tanto la valoración de esta experiencia ha sido muy positiva y enriquecedora, dando la posibilidad de introducirse un poco más en el mundo de la ingeniería y creando así una perspectiva de futuro.

## **CONCLUSION**

After finishing the Final Degree Work titled " Project of electric installation of a building of 12 dwellings and garage facility for recharging electric vehicles " to do a review of the issues that have been decisive on its making, the limitations imposed by the regulations in effect in some areas forced to make adaptations to the project environment that met it, but at the same time the shortage of other normalizing standards have been allowed to open ways not covered by the laws.

One of the aspects to highlight is as although the Low Voltage Electrotechnical Regulations does many detailed indications of material types, distances and heights of box, mechanisms, obstacles, lighting measurement heights and local measures to centralize counters for example, don't emphasize details about energy efficiency improvements or how safety and accessibility of electrical installations which do not entail a great economic or design cost and can have great benefits for the end user , which gives the possibility to the design engineer to make a difference in the work being done in terms of quality criteria.

Another aspect that has been studied in this study has already been cited above "Project of Royal Decree of ITC-BT-52" in reference to facilities for recharging electric vehicles. Because this type of installation is very not currently implemented, it is possible to see the absence of a standard or evaluations about the different types of schemes of installation and use, or about what kind of install charging socket install in the supply points, as there is still much to be done by the automotive industry as part of the organs involved in standards and electricity companies. So it had to be made a judgment on these issues, and personal judgment has been carried out performing this installation so that it is considered more logical, effective and efficient.

On a personal level, this project has been the key to the integration of many of the theoretical aspects learned throughout the university career, as well as the benefits, personal satisfaction, level of involvement and responsibility that can have the job of project engineer in the workplace. Thus the assessment of this experience has been very positive and enriching, giving the possibility to enter a bit more into the world of engineering and creating a future perspective.