

Puesta a tierra de las instalaciones



¿Qué aprenderemos?

- Cuál es la utilidad de las instalaciones de puestas a tierra así como la normativa aplicable a este tipo de instalaciones.
- De qué se compone una red de tierras y cuáles son las partes más importantes de una instalación de este tipo.
- Qué elementos de una instalación eléctrica deben conectarse a la red de tierras.
- Cómo seleccionar los materiales más adecuados para la ejecución de este tipo de instalaciones.
- Cómo medir la resistencia de una red de tierras.

10.1. ¿Qué es una puesta a tierra?

Independientemente de las medidas de seguridad que actualmente equipen los aparatos eléctricos, hemos visto a lo largo del libro que todas las instalaciones eléctricas deben incorporar *redes de tierra*, como medida de protección contra contactos indirectos.

Así pues, en los edificios destinados a viviendas se instalan sistemas de puesta a tierra, acompañados de interruptores diferenciales de alta sensibilidad que garantizan la seguridad de las personas.

Podemos definir la **puesta o conexión a tierra** como la conexión eléctrica directa de todas las partes metálicas de una instalación, sin fusibles ni otros sistemas de protección, de sección adecuada y uno o varios electrodos enterrados en el suelo, con objeto de conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficies próximas al terreno, no existan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o la de descarga de origen atmosférico.

La finalidad principal de una puesta a tierra es limitar la tensión que con respecto a tierra, puedan presentar, en un momento dado, las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

El sistema de protección está basado, principalmente, en no permitir la existencia de tensiones entre diferentes masas metálicas o entre éstas y el suelo, superiores a 24 V en viviendas y locales húmedos, o 50 V en locales secos. Estos valores son los máximos que puede soportar el cuerpo humano sin peligro de lesiones graves.

Para conseguir estos valores de tensión, se equipan las instalaciones con una línea paralela a los conductores de enlace del edificio que sea capaz de enviar a tierra cualquier corriente de fuga, derivación, etc., así como las descargas de origen atmosféricos (rayos).

Fig. 10.1.

Como dice su nombre, la puesta a tierra conecta todas las partes metálicas de la instalación de la vivienda a tierra para evitar la existencia de diferencias de potencial peligrosas.

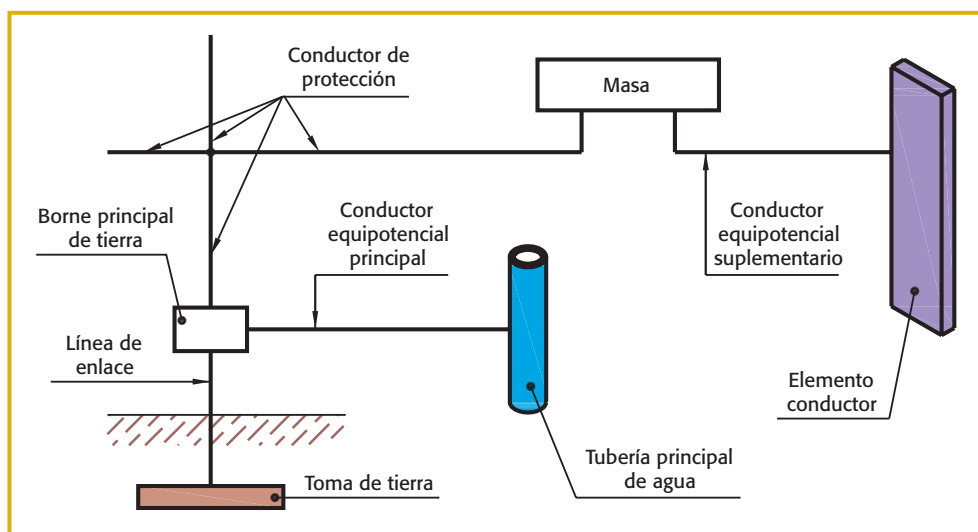


10.2. Composición de una instalación de puesta a tierra

Como muestra la *figura 10.2*, las instalaciones de puesta a tierra constan de las siguientes partes:

- El terreno.
- Tomas de tierra.
- Conductor de tierra o línea de enlace con el electrodo de puesta a tierra.
- Borne principal de tierra.
- Conductor de protección.
- Conductor de unión equipotencial principal.
- Conductor de equipotencialidad suplementaria.
- Masa.
- Elemento conductor.
- Canalización metálica principal de agua.

Fig. 10.2.
Representación esquemática
de un circuito de puesta a
tierra.



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

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo, teniendo en cuenta los requisitos generales indicados en el REBT (ITC-BT-24) y los requisitos particulares de las *Instrucciones Técnicas* aplicables a cada instalación.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligros, particularmente desde el punto de vista de sollicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

10.2.1. El terreno

El **terreno** es el encargado de disipar las corrientes de fuga o de defecto y las de origen atmosférico.

La resistencia al paso de la corriente entre los electrodos y el terreno define la resistividad del mismo, permitiéndonos conocer su comportamiento eléctrico. Un buen contacto entre ellos, facilita el paso de la corriente eléctrica, mientras que un mal contacto la dificulta. A este valor que define la bondad del contacto se le denomina **resistencia de paso a tierra** y se mide en ohmios.

Así pues, a la hora de dimensionar los electrodos sobre un terreno dado, el valor de la resistencia de paso deberá ser el menor posible.

10.2.2. Tomas de tierra

Se entiende por **toma de tierra** la parte de la instalación encargada de canalizar, absorber y disipar las corrientes de defecto o de origen atmosférico que son conducidas a través de las líneas principales de tierra.

Los electrodos utilizados para las tomas de tierra son muy variados, los más frecuentes están formados por:

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

El tipo, los materiales utilizados y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra, deben ser tales que, la posible pérdida de humedad del suelo, la corrosión y la presencia del hielo u otros factores climáticos, no aumenten su resistencia eléctrica por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m. Las canalizaciones metálicas de otros servicios nunca deben utilizarse como tomas de tierra por razones de seguridad.



Fig. 10.3.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos cumplirán con lo especificado en la norma UNE 21.022 clase 2.

10.2.3. Conductores de tierra

Se conoce como **línea de enlace** o **conductores de tierra** a los que conectan al conjunto de electrodos o anillo con el borne principal o punto de puesta a tierra.

Tabla 10.1. Secciones mínimas de los conductores de tierra

Tipo	Protegido mecánicamente	Sin protección
Protegido contra la corrosión*	Según <i>tabla 10.2</i>	Cobre: 16 mm ² Acero galvanizado: 16 mm ²
No protegido contra la corrosión	Cobre: 25 mm ² Hierro: 50 mm ²	

* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante envoltorio.

La sección de los conductores de tierra será la indicada en la *tabla 10.1* y de características similares a los conductores de protección que más adelante se describen.

El conexionado entre los componentes de las tierras debe realizarse con sumo cuidado para garantizar una buena conducción eléctrica y evitar daños en los conductores o los electrodos.

10.2.4. Bornes de puesta a tierra

Los **bornes de puesta** a tierra forman el punto de unión entre la toma de tierra y el circuito de puesta a tierra de un edificio.

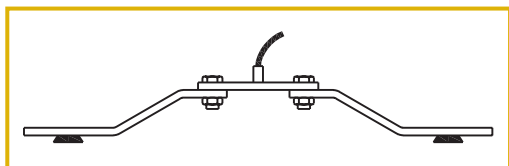


Fig. 10.4.

Punto de puesta a tierra.

Como muestra la *figura 10.4* el punto de puesta a tierra está formado por un sistema de placas y tornillos que permite la conexión y desconexión del edificio con la toma de tierra.

El punto de puesta a tierra se aloja en el interior de una arqueta de características y dimensiones apropiadas.

Al borne principal de tierra se conectan los siguientes conductores:

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

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

10.2.5. Conductores de protección

Los **conductores de protección** unen las masas de una instalación y los elementos metálicos que puedan existir, como cañerías, calderas, etc. y cualquier otra masa importante del edificio, con las líneas de tierra.

Tabla 10.2. Relación entre las secciones de los conductores de protección y fase

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

Los conductores serán de cobre aislados, de color amarillo-verde a rayas y su sección depende del conductor de fase que acompañe, según la *tabla 10.2*.

Los valores de la tabla sólo son válidos para conductores de protección fabricados del mismo material que los activos. Si la aplicación de la tabla conduce a valores no normalizados, se tienen que utilizar conductores que tengan la sección normalizada superior más próxima.

En todos los casos, los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos, de:

- 2,5 mm², para conductores de protección protegidos mecánicamente.
- 4 mm², para conductores de protección sin proteger.

Cuando el conductor de protección sea común a varios circuitos, la sección de ese conductor debe dimensionarse en función de la mayor sección de los conductores de fase. Como conductores de protección pueden utilizarse:

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

Cuando la instalación consta de partes de envolventes de conjuntos montados en fábrica o de canalizaciones prefabricadas con envolvente metálica, estas envolventes pueden ser utilizadas como conductores de protección si satisfacen, simultáneamente, las tres condiciones siguientes:

- Que su continuidad eléctrica sea tal que no resulte afectada por deterioros mecánicos, químicos o electroquímicos.
- Que su conductibilidad sea, como mínimo, igual a la que resulta por la aplicación del presente apartado.
- Que permita la conexión de otros conductores de protección en toda derivación predeterminada.

Los conductores de protección deben estar convenientemente protegidos contra deterioros mecánicos, químicos y electroquímicos y contra los esfuerzos electrodinámicos.

Las conexiones deben ser accesibles para la verificación y ensayos, excepto en el caso de las efectuadas en cajas selladas con material de relleno o en cajas no desmontables con juntas estancas.

10.2.6. Conductores equipotenciales

En una instalación de tierras, se denominan **conductores equipotenciales** a aquellos que conectan eléctricamente todas las masas metálicas de la estructura de un edificio o de un recinto, con el fin de evitar diferencias de potencial entre ellas.

El conjunto forma una **red equipotencial** unida a la red de tierra del edificio.

Como ejemplo de una red equipotencial, podemos citar la instalación de conductores equipotenciales en el interior de un cuarto de baño, donde todas las canalizaciones metálicas de agua, desagües, radiadores, las masas metálicas de los aparatos sanitarios y demás elementos conductores accesibles, como marcos de puertas, ventanas, etc., se conectan entre sí y con la red de tierra de la vivienda.

Todas las redes equipotenciales de las diferentes viviendas estarán conectadas entre sí y con la toma de tierra del edificio.

En las instalaciones a tierra hay dos tipos de conductores equipotenciales: el *principal* y el *suplementario*.

El conductor principal de equipotencialidad

El conductor principal de equipotencialidad debe tener una sección no inferior a la mitad de la del conductor de protección de sección mayor de la instalación, con un mínimo de 6 mm². Sin embargo, su sección puede ser reducida a 2,5 mm², si es de cobre.

El conductor suplementario de equipotencialidad

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

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

actividades

1. ¿Cuál es el objeto principal de una instalación de puesta a tierra?
2. Haz una pequeña explicación de las ventajas de un edificio con instalación de tomas de tierra frente a otro que no disponga de ella.
3. Averigua si tu vivienda dispone de instalación de tierra.
En caso afirmativo, indica las partes principales de la misma.
En el supuesto de que no exista, ¿qué operaciones deberían realizarse para instalarla?
4. Busca información y describe 4 o 5 formas diferentes de picas o electrodos de puesta a tierra.
5. ¿Qué partes de un edificio deben conectarse a la red de tierra?
6. Debemos instalar un conductor de tierra de cobre sin protección mecánica ni contra la corrosión, ¿cuál será la sección mínima para cumplir con el REBT?
7. ¿Para qué sirve una red equipotencial?
8. ¿Qué elementos de tu vivienda deben estar conectados obligatoriamente, según el nuevo Reglamento, formando una red equipotencial?
9. ¿Cuánto debe valer la sección mínima de un conductor de protección si el conductor de fase es de 70 mm²?
10. Indica 5 electrodomésticos que deban conectarse a la red de tierra de la vivienda durante su funcionamiento.

10.3. Resistencia de las tomas de tierra

El electrodo de una toma de tierra se dimensionará de forma que su resistencia de tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior al valor especificado para ella, en cada caso. Este valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

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

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

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

La *tabla 10.3* muestra, a título de orientación, unos valores de la resistividad para un cierto número de terrenos.

Con objeto de obtener una primera aproximación de la resistencia a tierra, los cálculos pueden efectuarse utilizando los valores medios indicados en la *tabla 10.4*.

Aunque los cálculos efectuados a partir de estos valores no dan más que un valor muy aproximado de la resistencia a tierra del electrodo, la medida de resistencia de tierra de este electrodo puede permitir, aplicando las fórmulas dadas en la *tabla 10.5*, estimar el valor medio local de la resistividad del terreno. El conocimiento de este valor puede ser útil para trabajos posteriores efectuados, en condiciones análogas.

Tabla 10.3. Valores orientativos de resistividad del terreno

Naturaleza del terreno	Resistividad en Ohmios · metro
Pantanosos	Menor de 30
Limo	20 a 100
Humos	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y Arcillas compactas	100 a 200
Margas del Jurásico	30 a 40
Arena arcillosa	50 a 500
Arena silíceas	200 a 3.000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 5.000
Suelo pedregoso desnudo	1.500 a 3.000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1.000 a 5.000
Calizas agrietadas	500 a 1.000
Pizarras	50 a 300
Roca de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedente de alteración	1.500 a 10.000
Granito y gres muy alterado	100 a 600

Tabla 10.4. Valores medios aproximados de la resistividad del terreno

Naturaleza del terreno	Valor medio de la resistividad (ρ) en ohmios · metro
Terrenos cultivables y fértiles, terraplenes compactos y húmedos	50
Terrenos cultivables poco fértiles y otros terraplenes	500
Suelos pedregosos desnudos, arenas secas permeables	3.000

Tabla 10.5. Fórmula para estudiar la resistencia de tierra en función de la resistividad del terreno y las características del electrodo

Electrodo	Resistencia de tierra R en Ohmios
Placa enterrada	$R = 0,8 \frac{\rho}{P}$
Pica vertical	$R = \frac{\rho}{L}$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = 2 \frac{\rho}{L}$
ρ, resistividad del terreno (Ohmios · metro) P, perímetro de la placa (m) L, longitud de la pica o del conductor (m)	

actividades

11. Relaciona los terrenos de la *tabla 10.3*, de menor a mayor resistividad, tomando su valor medio.
12. ¿Cuánto vale la resistencia a tierra de un terreno cuya resistividad es de $50 \Omega\text{m}$ si clavamos una pica de 2 metros de longitud?
13. Para realizar la instalación a tierra de un edificio, se coloca una placa de cobre de 2,5 m de larga por 1,5 m de ancha. Si el terreno es arenoso y muy seco ¿cuánto valdrá la resistencia a tierra de dicha instalación?
14. El constructor de un edificio coloca como electrodo para la conexión de la instalación de tierra un conductor de cobre enterrado. Sabiendo que la resistividad media del terreno vale $500 \Omega\text{m}$ y que la resistencia a tierra es de 25Ω ¿Cuál es la longitud del conductor enterrado?

10.4. Otros aspectos que se deben tener en cuenta

Tomas a tierra independientes

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

Separación entre las tomas de tierra de las masas de las instalaciones

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

Se considerará que las tomas de tierra son eléctricamente independientes cuando se cumplan todas y cada una de las condiciones siguientes:

- No exista canalización metálica conductora (cubierta metálica de cable no aislada especialmente, canalización de agua, gas, etc.) que una la zona de tierra del centro de transformación con la zona en donde se encuentran los aparatos de utilización.
- La distancia entre las tomas de tierra del centro de transformación y las tomas de tierra u otros elementos conductores enterrados en los locales de utilización es al menos igual a 15 metros para terrenos cuya resistividad no sea elevada ($<100 \text{ ohmios} \cdot \text{m}$). Cuando el terreno sea muy mal conductor, la distancia se calculará, aplicando la fórmula:

$$D = \frac{\rho \cdot I_d}{2\pi \cdot U}$$

Siendo:

D = Distancia entre electrodos, en metros.

ρ = Resistividad media del terreno en ohmios $\cdot$ metro.

I_d = Intensidad de defecto a tierra, en amperios, para el lado de alta tensión, que será facilitado por la empresa eléctrica.



Fig. 10.5.

Las conexiones a tierra deben ser accesibles.

$U = 1.200 \text{ V}$ para sistemas de distribución TT, siempre que el tiempo de eliminación del defecto en la instalación de alta tensión sea menor o igual a 5 segundos y 250 V, en caso contrario. Para redes TN, U será inferior a dos veces la tensión de contacto máxima admisible de la instalación definida en el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantía de Seguridad en Centrales eléctricas, Subestaciones y Centros de transformación.

- El centro de transformación está situado en un recinto aislado de los locales de utilización o bien, si está contiguo a los locales de utilización o en el interior de los mismos, está establecido de tal manera que sus elementos metálicos no están unidos eléctricamente a los elementos metálicos constructivos de los locales de utilización.

Sólo se podrán unir la puesta a tierra de la instalación de utilización (edificio) y la puesta a tierra de protección (masas) del centro de transformación, si el valor de la resistencia de puesta a tierra única es lo suficientemente baja para que se cumpla que en el caso de evacuar el máximo valor previsto de la corriente de defecto a tierra (I_d) en el centro de transformación, el valor de la tensión de defecto ($V_d = I_d \cdot R_t$) sea menor que la tensión de contacto máximo aplicada, definida en el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantía de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

Revisión de las tomas de tierra

Por la importancia que ofrece, desde el punto de vista de la seguridad, cualquier instalación de toma de tierra deberá ser obligatoriamente comprobada por el Director de la Obra o Instalador Autorizado en el momento de dar de alta la instalación para su puesta en marcha.

Personal técnicamente competente efectuará la comprobación de la instalación de puesta a tierra, al menos anualmente, en la época en la que el terreno esté más seco. Para ello, se medirá la resistencia de tierra y se repararán con carácter urgente los defectos que se encuentren.

En los lugares en que el terreno no sea favorable a la buena conservación de los electrodos, éstos y los conductores de enlace entre ellos, hasta el punto de puesta a tierra, se pondrán al descubierto para su examen, al menos una vez cada cinco años.

actividades

15. Cómo podemos saber, de forma rápida, si la instalación de nuestra vivienda dispone de la instalación de puesta a tierra.

16. Al instalar una vivienda cómo se diferencian los conductores de tierra de los de fase y neutro.

17. Reformamos la cocina de nuestra casa y la instalamos de nuevo. ¿Qué sección colocaremos en el conductor de protección en la línea que alimenta al horno? ¿Y para las tomas de corriente situadas encima de los mármoles?

18. En el interior de una vivienda, existe algún punto donde esté conectada la red de tierra con el neutro de la instalación. Razona tu respuesta.

El proyecto

Confección del proyecto

Actualmente disponemos en el mercado de diversos programas informáticos (PREOC, Cypelec, BTwin, etc.) que proporcionan “proyectos tipo”, que se pueden adaptar a las condiciones particulares de nuestro proyecto. Una de sus ventajas es la de confeccionar la memoria, los esquemas eléctricos y el presupuesto de manera rápida y dinámica.

En este apartado confeccionaremos la *Memoria, Cálculos justificativos, Planos y esquemas eléctricos, Pliego de condiciones y Presupuesto* de nuestro proyecto enunciado en la UNIDAD DIDÁCTICA 9.

La Memoria

1. Objeto del proyecto

Este Proyecto comprende las especificaciones relativas para la Instalación Eléctrica en Baja Tensión que componen la caja general de protección, línea general de alimentación, centralización de contadores, las derivaciones individuales e instalaciones interiores para 20 viviendas repartidas en cinco plantas y zonas comunes, ubicado en la C/ Enate n.º 27, en el término municipal de Huesca.

Dispondrá de una planta sótano destinada a garaje privado y la planta baja se destinará a locales comerciales, a excepción de los servicios comunes (vestíbulo, escalera, ascensor, cuarto de contadores y cuarto para trastero). En este proyecto no se tiene en cuenta la instalación del garaje privado, los locales comerciales y el ascensor, con excepción de la previsión de potencia para el cálculo de la caja general de protección y la línea general de alimentación.

El edificio es propiedad de la Comunidad de Propietarios.

El objeto del Proyecto, que se redacta conforme a las Leyes Vigentes, es obtener, de los organismos competentes, las autorizaciones y licencias oportunas para proceder a la realización de la instalación acorde con el nuevo REBT-2002.

2. Normas de obligado cumplimiento

Para la realización del presente Proyecto se han tenido en cuenta las disposiciones existentes para este tipo de Instalaciones:

- Real Decreto 842/2002, Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias.
- Normas Tecnológicas de Edificación (NTE).

3. Descripción del edificio

El edificio está formado por 7 plantas (planta sótano, planta baja y cinco plantas destinadas a viviendas).

- La planta sótano está destinada a garaje privado para 24 plazas de coche de una superficie de 425 m². Se tendrá acceso directo a través del ascensor de la vivienda o través de la puerta para la entrada y salida de vehículos.
- La planta baja comprende:
 - El vestíbulo para acceso a la escalera y el ascensor.

- Un cuarto para la ubicación de los contadores (5 m²).
- Un cuarto trastero (20 m²).
- Dos locales comerciales sin uso asignado, con una superficie total de 400 m².
- Las cinco plantas destinadas a viviendas con 4 pisos por rellano, de idénticas dimensiones, e igual a 120 m².

4. Potencia total del edificio

La potencia total prevista del edificio (P_T) destinado principalmente a viviendas, resulta de la suma de las potencias correspondientes al conjunto de las viviendas (P_V), de los servicios generales (P_{SG}), de los locales comerciales (P_L) y del garaje privado (P_G) que forman parte del mismo aplicando los coeficientes de simultaneidad correspondientes. Es decir:

$$P_T = P_V + P_{SG} + P_L + P_G = 85\,100 + 10\,050 + 40\,000 + 4\,250 = 139\,400\text{ W}$$

5. Suministro de energía

El suministro de energía eléctrica lo realiza la Compañía Eléctrica ENDESA a una tensión de 230 V en alimentación monofásica y 400 V en alimentación trifásica de frecuencia 50 Hz.

6. Caja General de Protección

Es la parte de la instalación de enlace, que aloja los elementos de protección de la línea general de alimentación.

Dado que la acometida es subterránea, se emplazará una CGP-7 (entrada y salidas de cables por la parte inferior) en el interior de un nicho en la pared, cumpliendo lo prescrito en la ITC-BT-13, colocándose, en este caso, en la fachada junto a la puerta de acceso al inmueble. Ésta cumplirá lo especificado en la norma UNE-EN 50.102 y la UNE-EN 60.439-1 con un grado de inflamabilidad según se indica en la norma UNE-EN 60.439-3, una vez instalada tendrá un grado de protección IP43 según UNE 20.324 e IK 08 según UNE-EN 50.102 y será precintable.

Para el caso que nos ocupa se dispondrá de una CGP-7 de 250 A. Los fusibles serán tipo NH1 gG de una intensidad asignada de 250 A.

7. Línea general de alimentación

Esta parte de la instalación es la encargada de enlazar la CGP con la centralización de contadores CC. Cumplirá las prescripciones de la ITC-BT-14.

Se realizará con conductores unipolares de cobre, con aislamiento XLPE de 0,6/1 kV, de una sección de $3 \times 95\text{ mm}^2 + 50\text{ mm}^2$, alojados en el interior de un tubo rígido de diámetro exterior 140 mm, montaje en superficie, según la tabla 1 de la ITC-BT-14, serán libres de halógenos y no propagadores de llama del tipo RZ1-K.

Los tubos protectores cumplirán lo especificado en la norma UNE-EN 50.086-2-1, y las características mínimas de estos deberán cumplir lo especificado en la tabla 1 de la ITC-BT-21.

La línea general de alimentación discurrirá por zonas comunes (trastero y cuarto de contadores).

8. Centralización de contadores

Dado que se trata de un edificio de viviendas con más de 16 contadores, la ubicación de éstos se realizará en local habilitado para ello y cumplirá lo especificado en el apartado 2.2.1 de la ITC-BT-16. Las dimensiones del cuarto de contadores son de $3 \times 1,6 \times 2,6$ m, éstas se pueden apreciar en el plano adjunto. La puerta de acceso se abrirá hacia el exterior.

Dentro del local y junto a la puerta de entrada se colocará un equipo autónomo de alumbrado de emergencia, de autonomía no inferior a 1 hora y proporcionando un nivel de iluminación mínimo de 5 lux.

En el exterior del local y junto a la puerta de entrada, se colocará un extintor móvil de eficacia mínima 21B, cuya instalación y mantenimiento será a cargo de la propiedad del edificio. El local dispondrá de ventilación natural, mediante rejilla de ventilación, practicada en la zona baja de la puerta de acceso.

La concentración de contadores se ubicará en la pared situada a la derecha de la puerta de acceso. Se realizará de tal forma que desde la parte inferior de la misma al suelo haya como mínimo una altura de 0,25 m y el cuadrante de lectura del aparato de medida situado más alto, no supere 1,80 m.

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

- **Unidad funcional de interruptor general de maniobra de 250 A.** Se utiliza en caso de necesidad para dejar fuera de servicio toda la concentración de contadores.
- **Unidad funcional de embarrado general y fusibles de seguridad.** Los fusibles de seguridad serán del tipo DO2 de una intensidad asignada de 63 A. Dispondrá de una protección aislante que evite contactos accidentales con el embarrado general al acceder a los fusibles de seguridad.
- **Unidad funcional de medida.** Se alojarán en su interior los 21 contadores monofásicos de energía eléctrica (uno por vivienda) y uno para servicios comunes y otros cuatro contadores trifásicos para la previsión de la alimentación del ascensor, el garaje privado y los dos locales comerciales respectivamente.
- **Unidad funcional de embarrado de protección y bornes de salida.** Contiene el embarrado de protección donde se conectarán los cables de protección de cada derivación individual, así como los bornes de salida de las derivaciones individuales. El embarrado de protección deberá estar señalizado con el símbolo normalizado de puesta a tierra y conectado a tierra.

9. Derivaciones individuales

Es la parte de la instalación que une la concentración de contadores con la instalación de cada uno de los usuarios.

Las derivaciones individuales discurrirán verticalmente y alojadas en el interior de una canaladura con paredes de resistencia al fuego RF 120, preparado única y exclusivamente para este fin, adosada al hueco del patio interior. Para evitar la caída de objetos y la propagación de las llamas, se dispondrá, como mínimo cada tres plantas, de elementos cortafuegos y tapas de registro precintables de las dimensiones de la canaladura, a fin de facilitar los trabajos de inspección y de instalación. Sus características vendrán definidas por la NBE-CPI-96. Las tapas de registro tendrán una resistencia al fuego mínima, RF 30.

Las dimensiones mínimas de la canaladura son de 0,65 m de anchura y de 0,3 m de profundidad adecuado para el montaje en dos filas de 11 derivaciones individuales (se añaden dos derivaciones individuales de reserva).

Los tubos protectores que se han de utilizar son rígidos y cumplen la ITC-BT-21. El diámetro de todas las derivaciones individuales serán de 32 mm.

Los conductores que se deben utilizar son unipolares de cobre y aislados para una tensión asignada 450/750 V, de una sección de $2 \times 16 \text{ mm}^2 + 16 \text{ mm}^2$ para todas las plantas, serán libres de halógenos y no propagadores de llama, del tipo ES07Z1-K. Se seguirá el código de colores indicado en la ITC-BT-19.

10. Cuadro general de mando y protección

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección se rigen por la instrucción ITC-BT-17.

Los dispositivos generales de mando y protección se situarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual de la vivienda del usuario (junto a la puerta de entrada, a una altura comprendida entre 1,4 y 2 m). En cada vivienda se colocará una caja para el interruptor de control de potencia (ICP), inmediatamente antes de los demás dispositivos, en compartimiento independiente y precintable. Dicha caja se podrá alojar en el mismo cuadro donde se coloquen los dispositivos generales de mando y protección.

El grado de protección de los envoltentes de los cuadros será como mínimo IP 30 según UNE 20.324 e IK07 según UNE-EN 50.102. La envoltente para el interruptor de control de potencia será precintable y sus dimensiones serán las apropiadas para el interruptor citado, de corte omnipolar y de intensidad nominal de 25 A.

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección para cada una de las viviendas serán:

- **Un interruptor general automático (IGA)** de corte omnipolar, de intensidad nominal de 32 A, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos según ITC-BT-22. Tendrá poder de corte de 4,5 kA como mínimo. Este interruptor será independiente del interruptor de control de potencia.
- **Un interruptor diferencial general**, de intensidad asignada de 40A, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos según ITC-BT-24 y alta sensibilidad 30 mA.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra.

- **Dispositivos de corte omnipolar**, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores de la vivienda según ITC-BT-22:
 - Circuito C_1 (Iluminación): PIA 10 A.
 - Circuito C_2 (TC Uso general): PIA 16 A.
 - Circuito C_3 (Cocina-horno): PIA 25 A.
 - Circuito C_{41} (Lavavajillas): PIA 16 A.
 - Circuito C_{42} (Termo): PIA 16 A.
 - Circuito C_{43} (Lavadora): PIA 16 A.
 - Circuito C_5 (TC Baño y cocina): PIA 16 A.

11. Instalaciones interiores para viviendas

Según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, la instalación deberá de cumplir lo especificado en las instrucciones, de carácter general ITC-BT-19 y las de carácter adicional ITC-BT-25, ITC-BT-26 e ITC-BT-27, por lo que las actuaciones referentes a la instalación eléctrica cumplirán las citadas instrucciones.

Los conductores y cables que se empleen en las instalaciones serán de cobre y siempre aislados. Se instalarán preferentemente bajo tubos protectores corrugados, siendo la tensión asignada no inferior a 450/750 V. La sección de los conductores para utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea menor del 3% de la tensión nominal para cualquier circuito interior de viviendas.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, empleándose el azul claro para el neutro, negro, marrón o gris para las fases y verde-amarillo para el de protección.

Los conductores que se deberán emplear para los circuitos serán unipolares de cobre, con aislamiento en PVC, serán libres de halógenos, y no propagadores de llama, del tipo H07V-K. La sección de los conductores para cada uno de los circuitos es la siguiente:

- Circuito C_1 (Iluminación): cable unipolar $2 \times 1,5 + 1,5 \text{ mm}^2$.
- Circuito C_2 (TC Uso general): cable unipolar $2 \times 2,5 + 2,5 \text{ mm}^2$.
- Circuito C_3 (Cocina-horno): cable unipolar $2 \times 6 + 6 \text{ mm}^2$.
- Circuito C_4 (Lavavajillas): cable unipolar $2 \times 2,5 + 2,5 \text{ mm}^2$.
- Circuito C_4 (Termo): cable unipolar $2 \times 2,5 + 2,5 \text{ mm}^2$.
- Circuito C_4 (Lavadora): cable unipolar $2 \times 2,5 + 2,5 \text{ mm}^2$.
- Circuito C_5 (TC Baño y cocina): cable unipolar $2 \times 2,5 + 2,5 \text{ mm}^2$.

Los sistemas de instalación descritos en la ITC-BT-20, deberán tener en consideración los principios fundamentales de la Norma UNE 20460-5-52.

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores para conducir, se obtendrá de la tabla 5 indicada en la ITC-BT-21, así como las características mínimas según la tabla 3 para tubos corrugados en canalizaciones empotradas.

Los diámetros de los tubos protectores empleados para cada uno de los circuitos, se indican a continuación:

- Circuito C_1 (Iluminación): 16 mm.
- Circuito C_2 (TC Uso general): 20 mm.
- Circuito C_3 (Cocina-horno): 25 mm.
- Circuito C_4 (Lavavajillas): 20 mm.
- Circuito C_4 (Termo): 20 mm.
- Circuito C_4 (Lavadora): 20 mm.
- Circuito C_5 (TC Baño y cocina): 20 mm.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores y, en particular, para los tubos empotrados, se tendrán en cuenta las prescripciones generales de la ITC-BT-21.

12. Instalación de servicios comunes

Los tubos protectores serán no propagadores de llama y libre de halógenos, en montaje empotrado, y cumplirán lo especificado en ITC-BT-21, estando sus características especificadas en la tabla 3 de esta ITC.

Los diámetros exteriores de los tubos irán en función del número de conductores que alojen y del diámetro de éstos (se encuentran especificados en la tabla 5 de la ITC-BT-21).

Los conductores empleados para los circuitos serán unipolares con una tensión asignada de 450/750 V, con aislamiento en PVC, siendo éstos libres de halógenos y del tipo H07V-K.

Se dispondrá de un cuadro de protección ubicado en la zona de contadores, donde se alojarán las protecciones magnetotérmicas y diferenciales acordes con los usos de los diferentes circuitos. El cuadro de mando y protección cumplirá lo prescrito en la ITC-BT-26.

La carcasa del cuadro se conectará a la toma de tierra, según la ITC-BT-18.

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección para los servicios comunes serán:

- **Un interruptor general automático** de corte omnipolar, de intensidad nominal de 25 A, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos según ITC-BT-22. Tendrá un poder de corte de 4,5 kA como mínimo.
- **Un interruptor diferencial general**, de intensidad asignada de 40A, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos según ITC-BT-24 y alta sensibilidad 30 mA.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra.

- **Dispositivos de corte omnipolar** destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores de los servicios comunes, según ITC-BT-22:
 - Circuito Alumbrado cuarto contadores y trastero: PIA 10 A.
 - Circuito Alumbrado escalera y rellanos: PIA 10 A.
 - Circuito Portero automático: PIA 10 A.
 - Circuito TC servicios comunes: PIA 16 A.

13. Red de puesta a tierra del edificio

Las puestas a tierra, según ITC-BT-18 se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que con respecto a tierra puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que podría suponer una avería en la instalación.

La Norma Tecnológica de la Edificación NTE-IEB/74 determina la malla de puesta a tierra de los edificios y las características de la misma, así como el punto de puesta a tierra donde deben conectarse los cables de protección.

El punto de puesta a tierra se situará en el cuarto de centralización de contadores a una altura mínima de 25 cm del suelo, en caja con barra seccionable homologada.

El conductor de tierra tendrá una sección de 50 mm² de cobre así como los cables que unen los electrodos de puesta a tierra con la barra seccionadora de puesta a tierra.

14. Conclusión

Con lo anteriormente expuesto, planos y presupuesto, se espera conseguir la aprobación, así como la obtención de los organismos competentes, de las autorizaciones y licencias oportunas para proceder a la realización de la instalación eléctrica y posterior alta en suministro.

Barcelona, 23 de abril de 2005

Fdo.: _____

Ingeniero Técnico Industrial

Colegiado N.º _____

Cálculos justificativos

1. Cálculo de la potencia eléctrica instalada del edificio

La potencia total instalada del edificio (P_T) destinado principalmente a viviendas, resulta de la suma de las potencias correspondientes al conjunto de las viviendas (P_V), de los servicios generales (P_{SG}), de los locales comerciales (P_L) y del garaje (P_G) que forman parte del mismo. Es decir:

$$P_T = P_V + P_{SG} + P_L + P_G = 85\,100 + 10\,050 + 40\,000 + 4\,250 = 139\,400\text{ W}$$

a) Cálculo de la potencia eléctrica para las 20 viviendas (P_V)

La potencia prevista para las 20 viviendas con un grado de electrificación básica (5.750 W), aplicando el coeficiente de simultaneidad indicado en la tabla 1 de la ITC-BT-10, es igual:

$$P_V = 14,8 \cdot 5\,750\text{ W} = 85\,100\text{ W}$$

b) Cálculo de la potencia de los servicios generales (P_{SG})

La potencia prevista para los servicios generales se descompone:

b₁) Potencia del ascensor (P_{ASC})

Para un ascensor de una carga de 300 kg y una velocidad de subida de 0,63 m/s, la potencia de cálculo es de 4500 W. Para el cálculo de la sección se multiplicará la intensidad a plena carga $\times 1,3$ (ITC-BT-47).

b₂) Potencia de los servicios comunes (P_{SC})

Para el alumbrado de los servicios comunes se utilizará la fluorescencia con una previsión de potencia de 10 W/m². La potencia que se prevé es de 1.870 W. Para el cálculo de la sección se multiplicará la potencia $\times 1,8$ (ITC-BT-44).

La superficie total de los servicios comunes es igual a 187 m². Se compone del vestíbulo (37 m²), el local de ubicación de los contadores (5 m²), el trastero (20 m²), la escalera y los rellanos (125 m²).

Se colocará una toma de corriente 16 A 2P+T en cada una de las plantas, dos en el vestíbulo, una en el cuarto trastero y una en el cuarto de contadores. La potencia prevista es de 3.680 W.

$$P_{SG} = P_{ASC} + P_{SC} = 4\,500 + 1\,870 + 3\,680 = 10\,050\text{ W}$$

c) Cálculo de la potencia de los locales comerciales (P_L)

La potencia prevista para los dos locales comerciales (100 W/m²) de una superficie total de 400 m² es:

$$P_L = 400\text{ m}^2 \cdot 100\text{ W/m}^2 = 40\,000\text{ W}$$

d) Cálculo de la potencia del garaje privado (P_G)

La potencia prevista para el garaje privado de ventilación natural (10 W/m²) de una superficie total de 425 m² es:

$$P_G = 425\text{ m}^2 \cdot 10\text{ W/m}^2 = 4\,250\text{ W}$$

2. Cálculo de la línea general de alimentación

Los datos de partida para el cálculo de la L_{GA} son:

- Longitud de la línea de 14 m.
- El conductor de cobre empleado es unipolar, referencia RZ1-K 0,6/1 kV Cu, distribuido en 3F+N.
- Tubos en montaje superficial.
- La tensión entre fases es de 400 V.
- El factor de potencia o $\cos \varphi = 0,9$.
- La caída de tensión máxima admisible para contadores totalmente centralizados: 0,5 %.
- La potencia de cálculo para la sección del cable $P_C = 142\,246$ W.

$$P_C = P_V + P_{SB} + P_L + P_G =$$

$$85\,100 + ((4\,500 \times 1,3) + (1\,870 \times 1,8) + 3\,680) + 40\,000 + 4\,250 = 142\,246 \text{ W}$$

a) Intensidad que recorrerá la línea general de alimentación (L_{GA})

$$I = \frac{P_C}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{142\,246}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 228,1 \text{ A}$$

b) Sección de la línea para que cumpla por intensidad máxima admisible

Según la *tabla 7.3* (UD n.º 7) para una intensidad de 228,1 A, la sección S del conductor apropiado es de 95 mm².

c) Caída de tensión máxima admisible en la L_{GA} para contadores totalmente centralizados

$$e = \frac{e (\%)}{100} \cdot U = \frac{0,5}{100} \cdot 400 = 2 \text{ V}$$

d) Sección del conductor para que cumpla por caída de tensión y por intensidad si la temperatura máxima de trabajo de los conductores es de 70 °C

$$S = \frac{L \cdot P_C}{\gamma_{70} \cdot e \cdot U} = \frac{14 \text{ m} \cdot 142\,246 \text{ W}}{48 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2 \cdot 2 \text{ V} \cdot 400 \text{ V}} = 51,9 \text{ mm}^2 \Rightarrow \text{Tomaremos } 70 \text{ mm}^2$$

El cable de 70 mm² admite una intensidad máxima de 202 A para 40 °C (temperatura ambiente máxima) según *tabla 7.3.*, por tanto, no cumple por intensidad máxima admisible.

e) Sección del conductor del neutro

$$S_N = 50\% \cdot S = 50\% \cdot 95 \text{ mm}^2 = 47,5 \text{ mm}^2 \Rightarrow \text{Tomaremos } 50 \text{ mm}^2$$

La sección para que cumpla tanto por intensidad máxima admisible y por caída de tensión es de 95 mm² para los conductores de fase y 50 mm² para el conductor de neutro.

El valor de la caída de tensión real $e_{real} = 1,09 \text{ V} < 2 \text{ V}$ (valor máximo permitido).

3. Cálculo de las derivaciones individuales

Los datos de partida para el cálculo de las derivaciones individuales son:

- Longitudes de la derivaciones individuales (ver tabla).
- El conductor de cobre empleado es unipolar referencia ES07Z1-K 450/750 V Cu, distribuido en F + N + P.
- Tubos rígidos en montaje en canaladura por el hueco del patio interior.
- La tensión entre fase y neutro es de 230 V.
- La potencia total que se deberá utilizar para el cálculo de la sección de las derivaciones individuales es de 5750 W.
- La caída de tensión máxima admisible para contadores totalmente centralizados: 1%.

a) Caída de tensión máxima admisible para las DI para contadores totalmente centralizados

$$e = \frac{e (\%)}{100} \cdot U = \frac{1}{100} \cdot 230 = 2,3 \text{ V}$$

b) Sección normalizada para la derivación individual de la vivienda 1º-1ª

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\gamma_{70} \cdot e \cdot U} = \frac{2 \cdot 9,5 \text{ m} \cdot 5.750 \text{ W}}{48 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2 \cdot 2,3 \text{ V} \cdot 230 \text{ V}} = 4,3 \text{ mm}^2 \Rightarrow \text{Tomaremos } 16 \text{ mm}^2 \text{ (1)}$$

Para el resto de viviendas, el cálculo de la sección se recoge en la tabla siguiente:

Vivienda nº	Longitud DI (m)	Sección teórica (mm ²)	Sección real (mm ²)	e _{real} (V) (e _{real} ≤ 2,3 V)	Diámetro tubo (mm)
1º-1ª	9,5	4,30	16 (1)	0,62	32
1º-2ª	9	4,08	16 (1)	0,59	32
1º-3ª	15	6,79	16 (1)	0,98	32
1º-4ª	15,5	7,02	16 (1)	1,01	32
2º-1ª	12,5	5,66	16 (1)	0,81	32
2º-2ª	12	5,43	16 (1)	0,78	32
2º-3ª	18	8,15	16 (1)	1,20	32
2º-4ª	18,5	8,37	16 (1)	1,20	32
3º-1ª	15,5	7,02	16 (1)	1,01	32
3º-2ª	15	6,79	16 (1)	0,98	32
3º-3ª	21	9,51	16 (1)	1,37	32
3º-4ª	21,5	9,73	16 (1)	1,40	32
4º-1ª	18,5	8,37	16 (1)	1,20	32
4º-2ª	18	8,15	16 (1)	1,20	32
4º-3ª	24	10,87	16	1,56	32
4º-4ª	24,5	11,10	16	1,60	32
5º-1ª	21,5	9,73	16 (1)	1,40	32
5º-2ª	21	9,51	16 (1)	1,37	32
5º-3ª	27	12,23	16	1,76	32
5º-4ª	27,5	12,45	16	1,79	32

(1) Se elige una sección 16 mm² para homogeneizarla en todas las plantas.

4. Cálculo de los circuitos interiores de la viviendas

Los datos de partida para el cálculo de los circuitos interiores de las viviendas son:

- Longitudes de los circuitos interiores de vivienda (ver tabla).
- El conductor de cobre empleado es unipolar referencia H07V-K 450/750 V Cu, distribuido en F + N + P.
- Tubos en montaje empotrado.
- La tensión entre fase y neutro a la entrada de la vivienda es de 230 V.
- La caída de tensión máxima admisible en los circuitos interiores de vivienda: 3 %.
- Intensidad y sección mínima que se deberá utilizar en el cálculo de la caída de tensión real en los circuitos interiores de vivienda (ver tabla).

a) Caída de tensión máxima admisible en los circuitos interiores de vivienda

$$e = \frac{e \text{ (‰)}}{100} \cdot U = \frac{3}{100} \cdot 230 = 6,9 \text{ V}$$

b) Caída de tensión real para el circuito C1. La conductividad del cobre a 40 °C ($\gamma_{\text{Cu}} = 53$) y el factor de potencia o $\cos \varphi = 1$

$$e = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma_{40} \cdot S} = \frac{2 \cdot 20 \text{ m} \cdot 10 \text{ A} \cdot 1}{53 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2 \cdot 1,5 \text{ mm}^2} = 5,03 \text{ V}$$

Para el resto de circuitos de la vivienda se recoge el cálculo de la caída de tensión real, en la tabla siguiente:

Circuito n°	Longitud (m)	Intensidad (A)	e_{real} (V) ($e_{\text{real}} \leq 6,9 \text{ V}$)	Sección cable (mm^2)	Diámetro tubo (mm)
C1	20 ⁽¹⁾	10	5,03	1,5	16
C2	24	16	5,80	2,5	20
C3	10	25	1,57	6	25
C4 ₁	10	16	2,42	2,5	20
C4 ₂	10	16	2,42	2,5	20
C4 ₃	10	16	2,42	2,5	20
C5	15	16	3,62	2,5	20

(1) Para este cálculo se supone que la carga total se encuentra concentrada a una longitud de 20 m (cálculo muy conservador).

Barcelona, 23 de abril de 2005

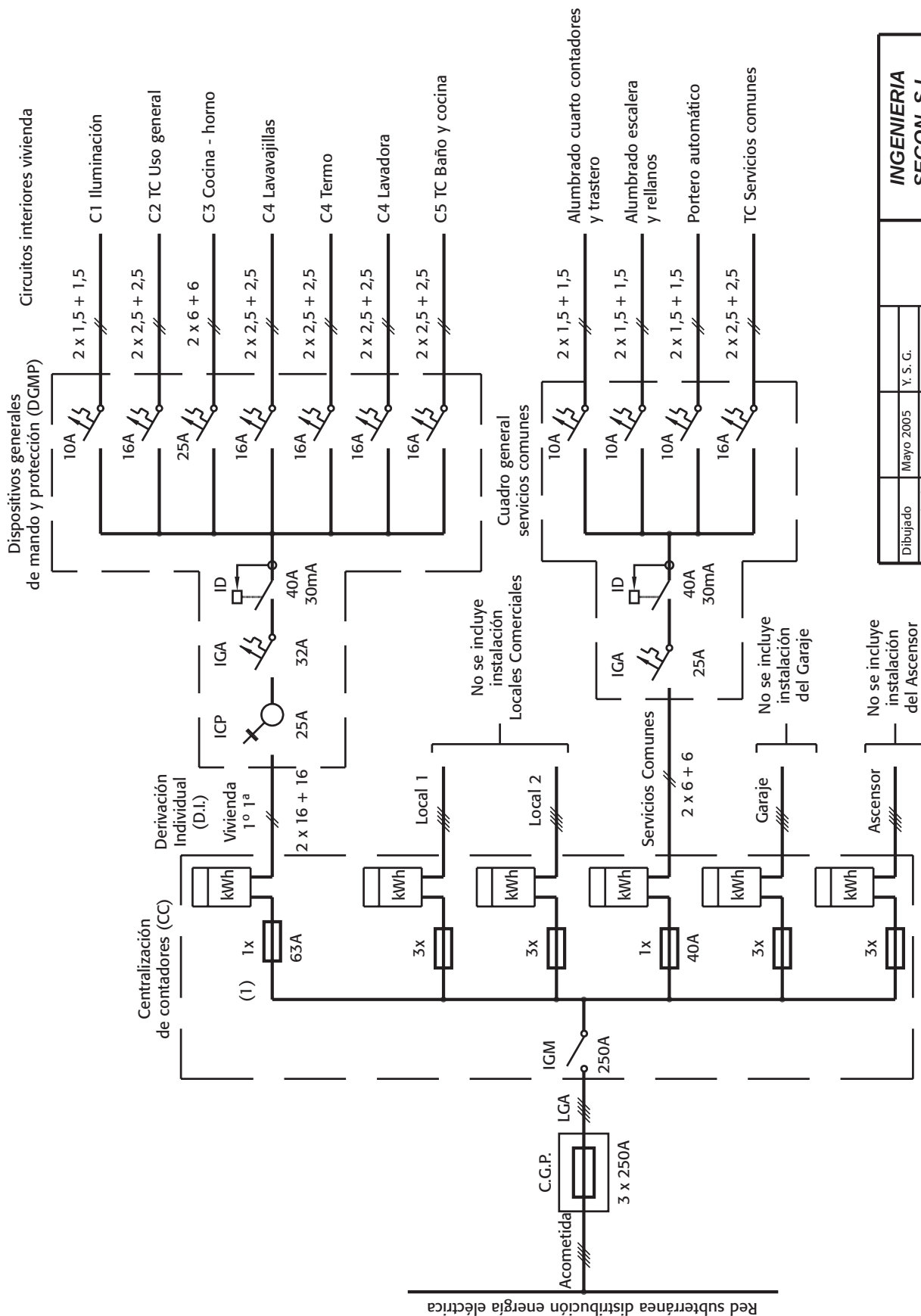
Fdo.: _____

Ingeniero Técnico Industrial

Colegiado N.º _____

Planos

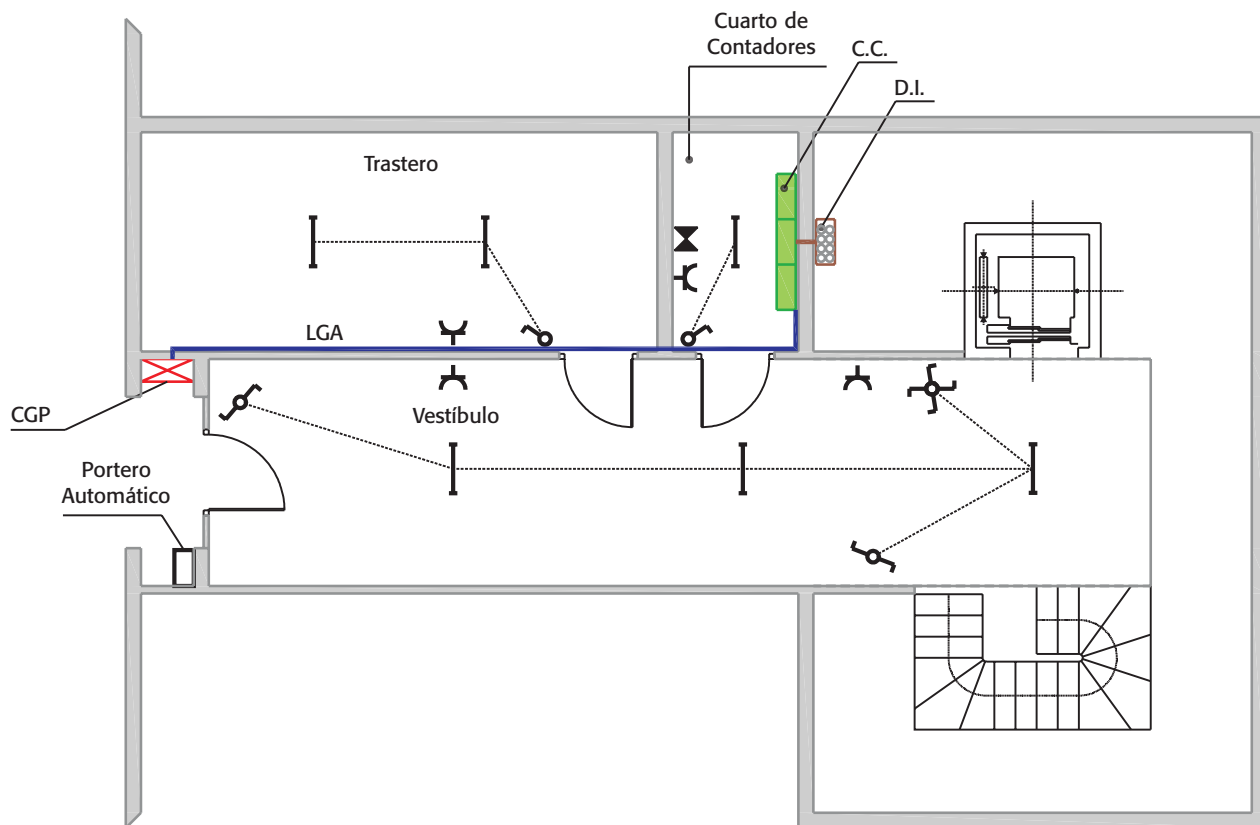
Plano n.º 1. Esquema unifilar de la instalación eléctrica del edificio



(1) Este circuito es idéntico para las otras 19 viviendas.

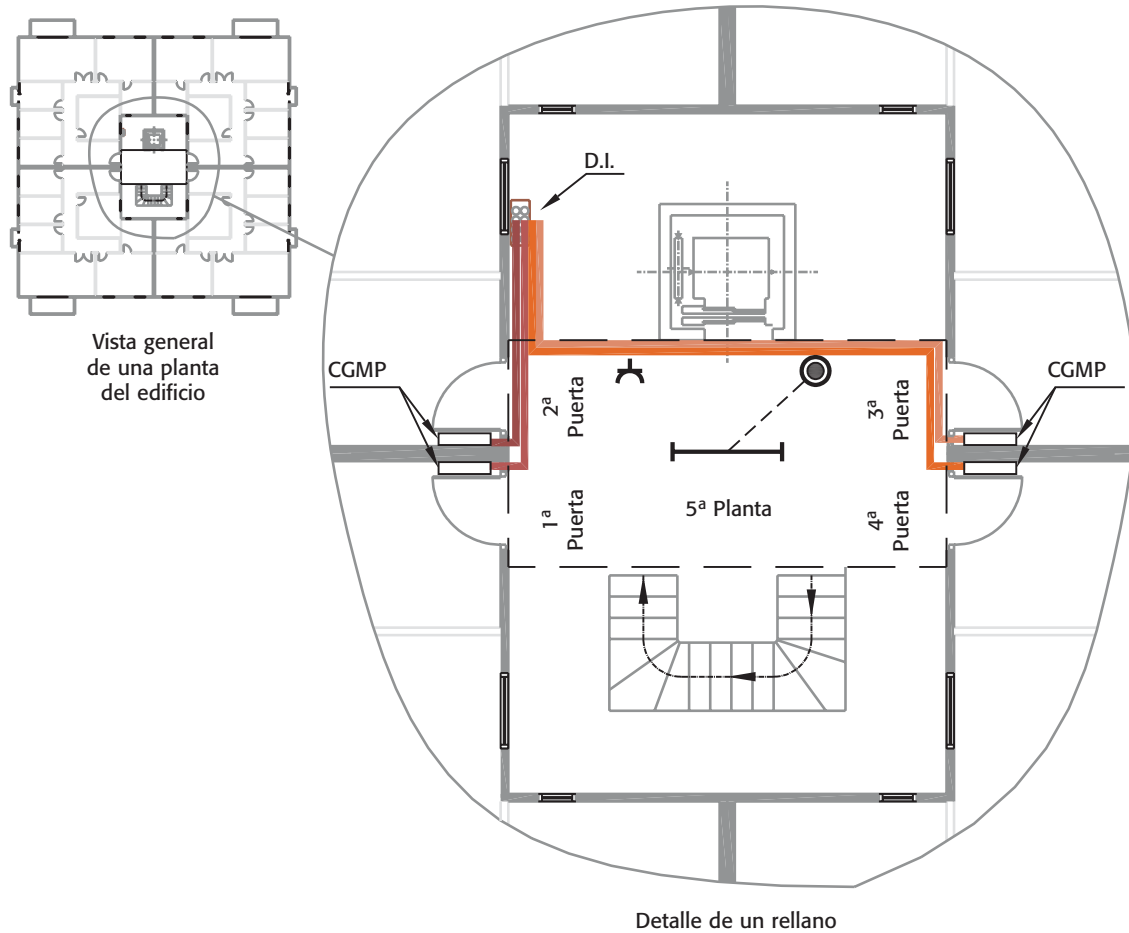
Dibujado	Mayo 2005	Y. S. G.	INGENIERIA SEGON, S.L.
Comprobado	Mayo 2005	J. M. S. G.	
Escala	—	Esquema unifilar de la instalación eléctrica del edificio	Plano n.º 1

Plano n.º 2. Vista en planta del vestíbulo y servicios comunes (CGP, LGA y CC)



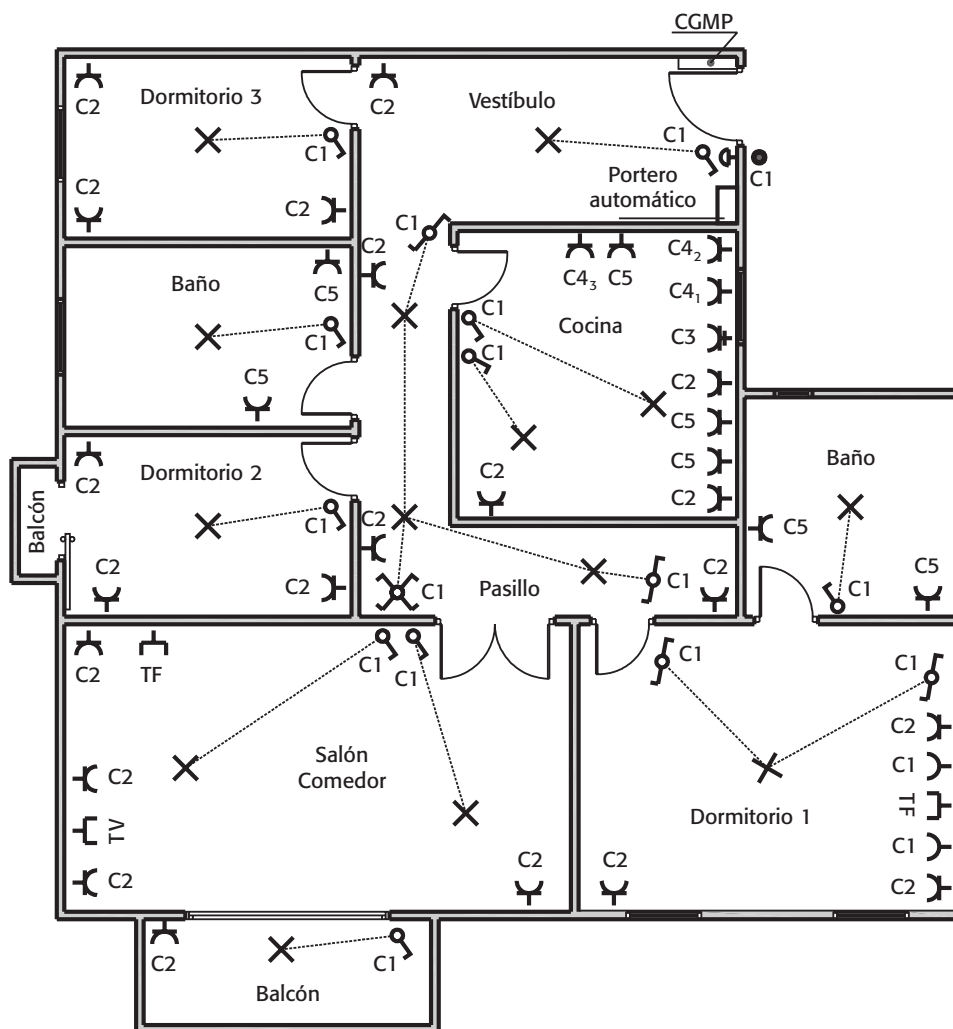
				INGENIERIA SEGON, S.L.
Dibujado	Mayo 2005	Y. S. G.		
Comprobado	Mayo 2005	J. M. S. G.		
Escala 1:100	Vista en planta del vestíbulo y servicios comunes			Plano n.º 2

Plano n.º 3. Vista en planta de un rellano (trazado de las derivaciones individuales DI)



				INGENIERIA SEGON, S.L.
Dibujado	Mayo 2005	Y. S. G.		
Comprobado	Mayo 2005	J. M. S. G.		
Escala 1:100	Vista en planta de un rellano (trazado de las derivaciones individuales DI)			Plano n.º 3

Plano n.º 4. Vista en planta de una vivienda (situación de los diferentes mecanismos)



				INGENIERIA SEGON, S.L.
Dibujado	Mayo 2005	Y. S. G.		
Comprobado	Mayo 2005	J. M. S. G.		
Escala 1:100	Vista en planta de una vivienda (situación de los diferentes mecanismos)			Plano n.º 4

Pliego de condiciones

- El presente documento corresponde a las operaciones necesarias descritas en la Memoria que antecede, para la **INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN EDIFICIO DE VIVIENDAS**. Sito en C/ Enate nº 27, HUESCA, cuya propiedad corresponde a la **COMUNIDAD DE PROPIETARIOS**, y fija las condiciones de contrata, prueba de materiales y atribuciones de la Dirección Facultativa.
- Todas las instalaciones realizadas como desarrollo del proyecto, habrán de cumplir todos y cada uno de los Reglamentos Vigentes. En caso de existir dudas sobre lo contenido en ellos, se consultará a la Dirección Facultativa para que dictamine las medidas que se deberán tomar.
- Las instalaciones contarán con todos los permisos y autorizaciones necesarias, excluyéndose a la Dirección de cualquier responsabilidad derivada de la carencia de alguno de ellos.
- La interpretación técnica del proyecto corresponde a la Dirección Facultativa, a la que el Contratista deberá obedecer en todas sus indicaciones.
- Los autores del Proyecto no se responsabilizan de las instalaciones ejecutadas no contenidas en el mismo, o de aquellas que fueran ejecutadas no ateniéndose a lo especificado.
- Todos los materiales que se empleen en las instalaciones deberán ser marcas de primera calidad y homologados.
- Si la ejecución de las instalaciones no fuese la adecuada o no se adaptase a lo especificado en el proyecto, o los materiales empleados no superasen satisfactoriamente las pruebas a las que se sometiesen, se procederá a su sustitución según lo expuesto en el proyecto y sin que el Contratista tenga derecho a ningún tipo de indemnización.
- La Contrata, como empresa instaladora, asume la total y exclusiva responsabilidad en relación con todos los operarios que trabajen en la instalación. Asimismo, asumirá todas las responsabilidades derivadas de su relación con los subcontratistas que necesite emplear en las instalaciones.
- El Contratista asume todas las responsabilidades legales de Seguridad Social, económicas, criminales y civiles, incluso los daños a terceros que pudieran producirse como consecuencia de la realización de las instalaciones.
- Si al proceder al reconocimiento de las instalaciones no se encontraran éstas en las debidas condiciones, se aplazará su recepción hasta tanto no se hayan subsanado las deficiencias encontradas y tras nuevo reconocimiento se comprobará que las instalaciones están en condiciones de ser recibidas.

Barcelona, 23 de abril de 2005

Fdo.: _____

Ingeniero Técnico Industrial

Colegiado N.º _____

Presupuesto

Los datos del presupuesto se cumplimentarán por parte de alumnado.

Instalación eléctrica				
Código	Descripción resumida	Medición	Precio unitario	Presupuesto
001	Gastos de tramitación contratación potencia por kW			
010	Caja general de protección 250 A (trifásica)			
020	Línea general de alimentación 3,5 × 95 mm ² Cu			
030	Módulo interruptor 250 A (3F + N)			
031	Módulo embarrado-protección			
032	Módulo un contador monofásico			
033	Módulo un contador trifásico			
034	Módulo salida de bornas			
040	Tierra equipotencial para baños			
050	Derivación individual 3 × 16 mm ² Cu			
051	Caja para I.C.P. (2 polos)			
060	Cuadro electrificación básica (5,75 kW – 7 circuitos)			
061	Cuadro de servicios comunes			
070	Circuito “iluminación” 3 × 1,5 mm ²			
071	Circuito “TC uso general” 3 × 2,5 mm ²			
072	Circuito “lavavajillas” 3 × 2,5 mm ²			
073	Circuito “termo” 3 × 2,5 mm ²			
074	Circuito “lavadora” 3 × 2,5 mm ²			
075	Circuito “cocina-horno” 3 × 6 mm ²			
076	Circuito “TC cocina-horno” 3 × 2,5 mm ²			
077	Circuito “alumbrado cuarto contadores y trastero” 3 × 1,5 mm ²			
078	Circuito “alumbrado escalera y rellanos” 3 × 1,5 mm ²			
079	Circuito “portero automático” 3 × 1,5 mm ²			
080	Circuito “TC servicios comunes” 3 × 2,5 mm ²			
090	Instalación “punto de luz sencillo”			
091	Instalación “punto de luz conmutado”			
092	Instalación “punto de luz cruzamiento”			
093	Instalación “punto pulsador timbre”			
094	Instalación “toma de teléfono”			
095	Instalación “toma de televisión”			
096	Instalación “base 16 A 2P+T lateral”			
097	Instalación “base 25 A 2P+T lateral”			
098	Punto de luz alumbrado de emergencia 70 lm			
Total presupuesto (Euros)				

Barcelona, 23 de abril de 2005

Fdo.: _____

Ingeniero Técnico Industrial

Colegiado N.º _____

Autoevaluación

1. Una puesta a tierra se define como:

- a) Las operaciones necesarias para conectar los neutros de una instalación a tierra.
- b) La conexión eléctrica de todas las partes metálicas de una instalación a un electrodo enterrado en el suelo.
- c) La conexión que permite equilibrar todas las tensiones de un edificio.
- d) La ciencia que estudia las conexiones equipotenciales.

2. La puesta a tierra trata de facilitar:

- a) La conexión entre las tomas de corriente.
- b) La desconexión de los magnetotérmicos en caso de cortocircuito.
- c) El paso a tierra de las corrientes de defecto.
- d) No son ciertas ninguna de las afirmaciones anteriores.

3. ¿Cuál es la finalidad principal de una puesta a tierra?

- a) Limitar la tensión de las masas respecto al suelo, protegiendo al usuario y a los equipos conectados.
- b) Proteger a los equipos sensibles a los picos de tensión.
- c) Proteger contra unas puntas de intensidad ocasionales.
- d) Proteger a las instalaciones contra picos de tensión y de intensidad.

4. Los límites de tensión entre masas metálicas y el suelo son:

- a) No existen límites.
- b) La tensión de la red (230 V en monofásico y 400 V en trifásico).
- c) El 50% de la tensión de red.
- d) Máximo 24 V en viviendas y locales húmedos y 50 V en locales secos.

5. La composición básica de una puesta a tierra es:

- a) Toma de tierra, línea de enlace, electrodo y conductores de protección.
- b) Masas metálicas, tuberías y conductores.
- c) Conductores, interruptor diferencial y magnetotérmico.
- d) Fusibles, conductores y automatismos.

6. En una puesta a tierra, el terreno tiene la misión de:

- a) Fijar fuertemente los electrodos.
- b) Proteger los electrodos para que no puedan tocarse.
- c) Disipar las corrientes de fuga o de defecto y las de origen atmosférico.
- d) Ninguna de las tres afirmaciones anteriores son ciertas.

7. ¿Qué expresa la resistividad de un terreno?

- a) La resistencia de un terreno por metro cuadrado de superficie.
- b) El grado de dificultad al paso de la corriente entre los electrodos y el terreno.
- c) La resistencia de un terreno a distintas profundidades.
- d) No es cierto que la tierra tenga resistividad.

8. La misión principal de las tomas de tierra es:

- a) Facilitar, al propietario de una instalación, un buen neutro en caso necesario.
- b) Conducir las corrientes de retorno de los electrodomésticos.
- c) Equilibrar las tensiones de las distintas partes de un edificio.
- d) Canalizar, absorber y disipar las corrientes de defecto o de origen atmosférico.

9. Los conductores de tierra son los que conectan:

- a) Los electrodos o anillo con el borne principal o punto de puesta a tierra.
- b) Los diferenciales con las tomas de corriente de un edificio.
- c) Las partes metálicas de una vivienda con el diferencial y los magnetotérmicos.
- d) Las conducciones de gas y agua de una vivienda.

10. Si instalamos conductores de tierra de cobre enterrados ¿cuál debe ser la sección mínima?

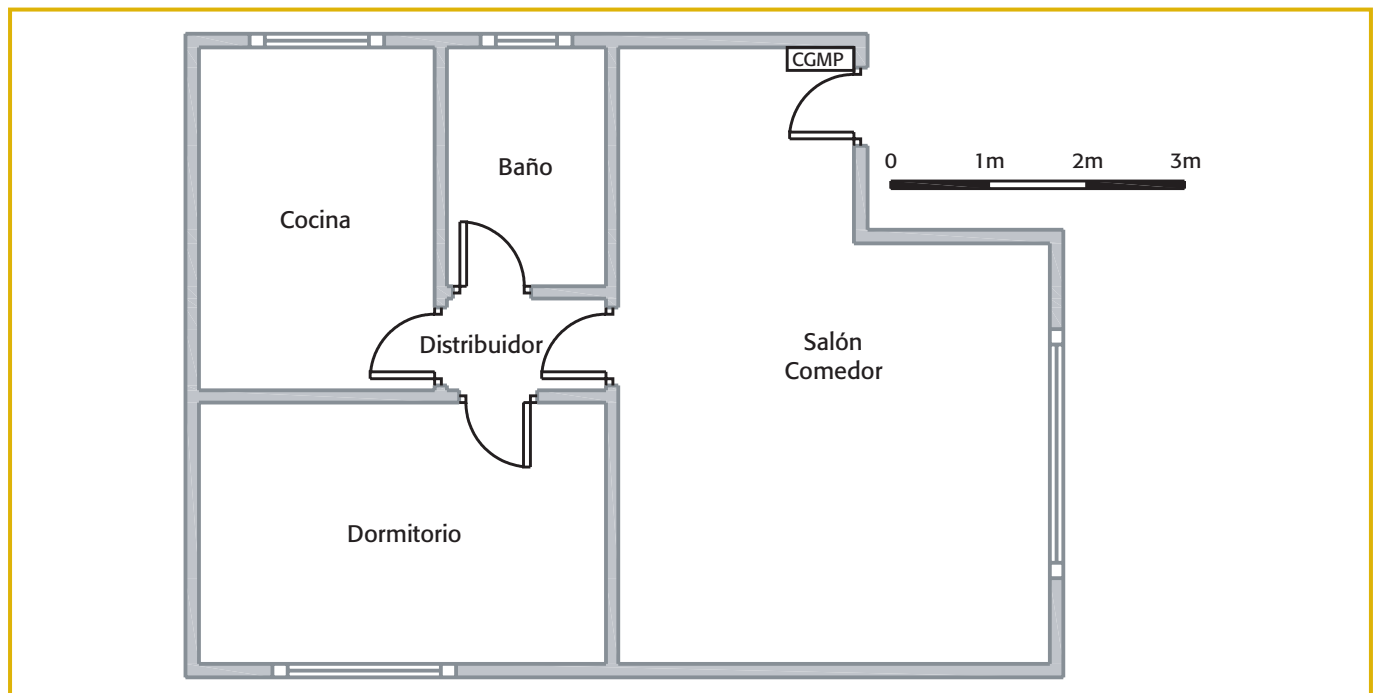
- a) Igual a la sección del conductor de fase, en todos los casos.
- b) El doble de la sección del conductor de fase, en todos los casos.
- c) 16 mm².
- d) 50 mm², en todos los casos.

- 11.** Al borne principal de puesta a tierra se conectan los conductores:
- a) De retorno de la instalación.
 - b) De tierra, protección y equipotencial del circuito principal.
 - c) Los neutros de la instalación.
 - d) La estrella del transformador.
- 12.** Los conductores de protección serán de:
- a) Cobre o aluminio sin aislamiento.
 - b) Cobre o aluminio aislado de color azul claro.
 - c) Cobre aislado de color amarillo-verde a rayas.
 - d) No son ciertas ninguna de las afirmaciones anteriores.
- 13.** La finalidad de los conductores equipotenciales es:
- a) Igualar las tensiones entre masas.
 - b) Establecer un circuito paralelo de reserva al ya existente.
 - c) Reforzar los circuitos de tomas de corriente.
 - d) Conducir el exceso de potencia en las instalaciones de interior.
- 14.** Las canalizaciones metálicas de otros servicios como agua, gas, calefacción, etc., ¿pueden utilizarse como tomas de tierra?
- a) Sí, en circunstancias especiales.
 - b) Sí, en períodos cortos.
 - c) No, nunca.
 - d) Sí, si existen relés diferenciales.
- 15.** La resistencia de paso a tierra se mide en:
- a) Ohmios por metro cuadrado.
 - b) Ohmios.
 - c) Ohmios por metro.
 - d) Ohmios por metro cúbico de terreno.
- 16.** La resistencia de las tomas de tierra será tal que no provoque tensiones de contacto superiores a:
- a) El valor nominal de 230 V.
 - b) La mitad de la tensión nominal.
 - c) 24 V en locales húmedos y 50 V en uno seco.
 - d) La cuarta parte de la tensión nominal.
- 17.** La resistividad del terreno se mide en:
- a) En ohmios por voltio $\Omega \cdot V$.
 - b) En ohmios por metro $\Omega \cdot m$.
 - c) En ohmios por milímetro cuadrado.
 - d) No tiene unidad.
- 18.** ¿El tipo de electrodo influye en el valor de la resistencia de tierra?
- a) Sí.
 - b) No, es indiferente.
 - c) Depende de su instalación.
 - d) No son ciertos ninguno de los supuestos anteriores.
- 19.** Dos tomas de tierra se consideran independientes cuando:
- a) No están conectados eléctricamente entre sí.
 - b) Están separadas 1,5 metros.
 - c) Su tensión respecto al suelo no supera los 50 V.
 - d) Distan entre sí 15 metros en terrenos de resistividad poco elevada.
- 20.** Las instalaciones de toma de tierra deben revisarse:
- a) Antes de conocer el permiso de habitabilidad.
 - b) Por personal autorizado, al menos una vez al año.
 - c) Por personal autorizado, al menos cada 5 años.
 - d) Por personal autorizado, cada 10 años.

Práctica 46

Situar sobre plano y montar la instalación de la vivienda (grado de electrificación básica)

Plano en planta de la vivienda



Material necesario para la realización de la práctica

Cantidad	Designación	Observaciones
		Las prácticas de esta Unidad Didáctica tienen que realizarse en un panel de grandes dimensiones (aprox. 180 × 200 cm).

Características de la instalación:

- Electrificación básica.
- Instalar los circuitos requeridos por el REBT.

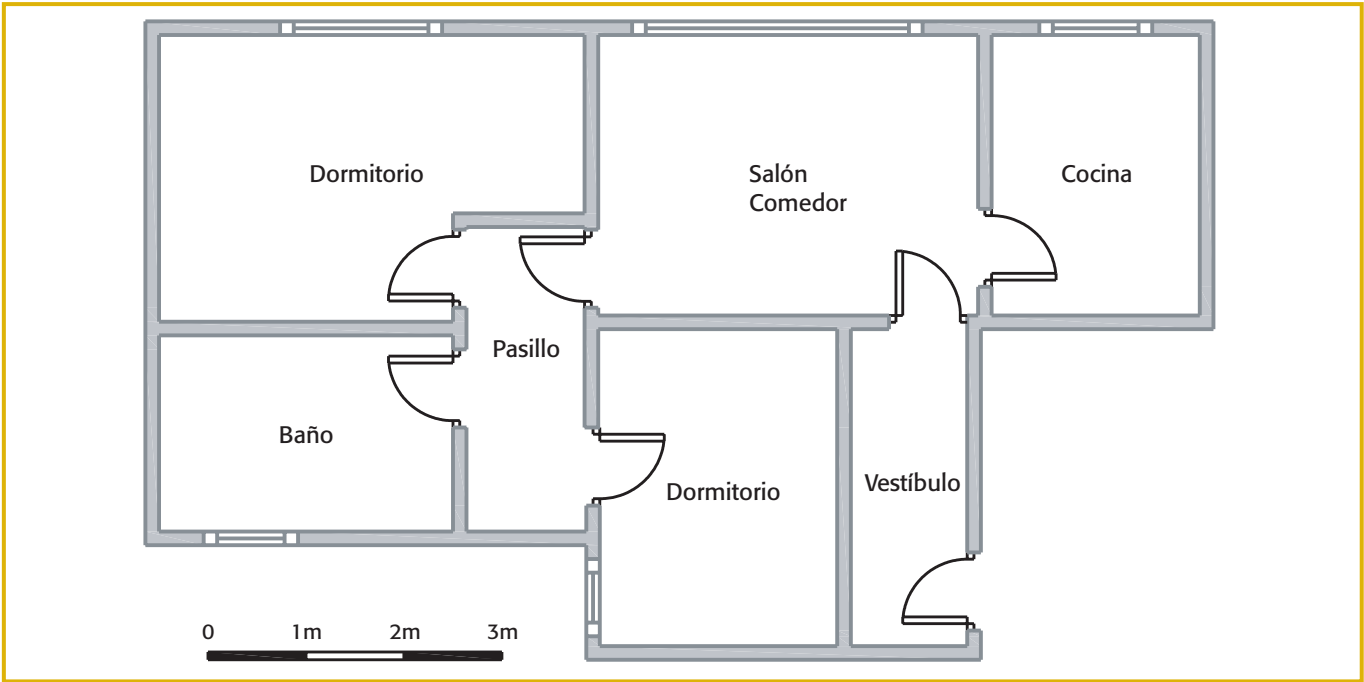
Trabajos a realizar:

- Sobre el plano, situar los componentes de la instalación (cajas, interruptores, enchufes, tubos, etc.).
- En una hoja separada, dibujar el esquema de instalación funcional con la simbología normalizada.
- Confeccionar la lista del material necesario, para montar los circuitos.
- Distribuir, montar y conectar el circuito, siguiendo el esquema de la instalación.
- Comprobar, con el polímetro, que los circuitos no están comunicados entre sí.
- Probar el correcto funcionamiento de la instalación.

Práctica 47

Situar sobre plano y montar la instalación de la vivienda (grado de electrificación básica)

Plano en planta de la vivienda



Material necesario para la realización de la práctica

Cantidad	Designación	Observaciones
		Las prácticas de esta Unidad Didáctica tienen que realizarse en un panel de grandes dimensiones (aprox. 180 × 200 cm).

Características de la instalación:

- Electrificación básica.
- Instalar los circuitos requeridos por el REBT.

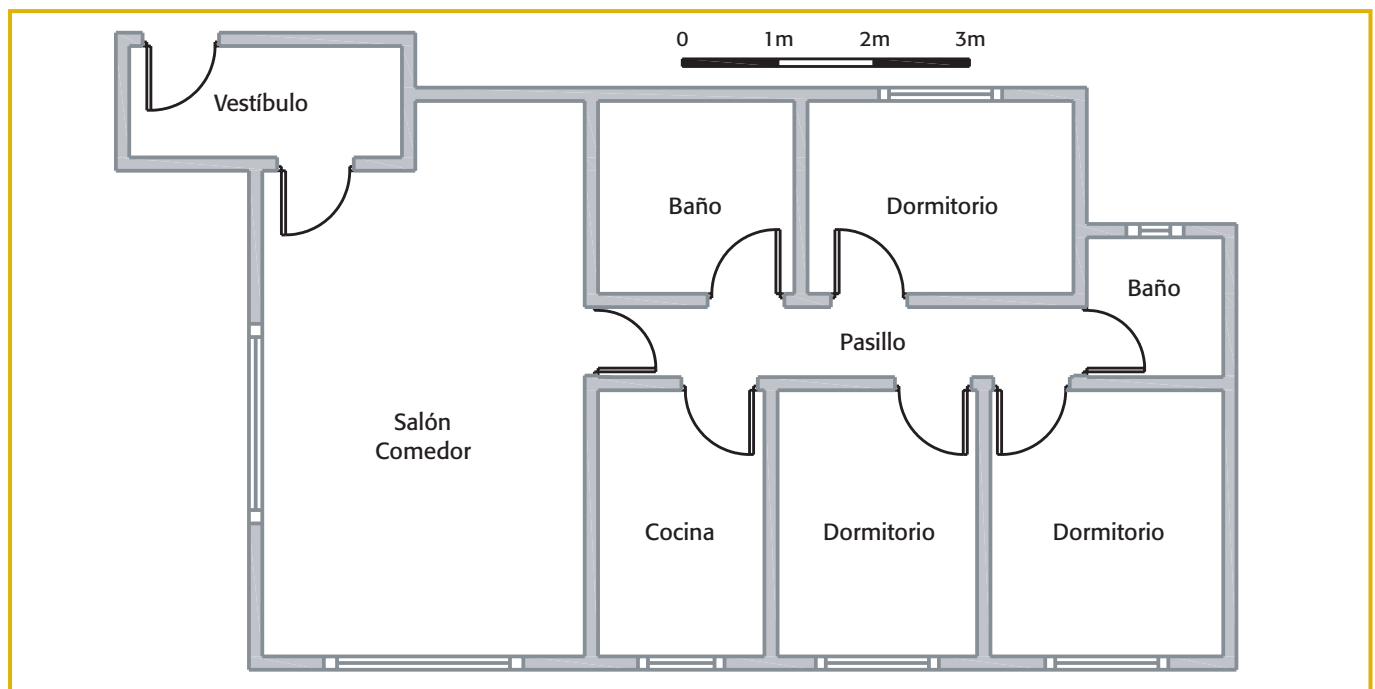
Trabajos a realizar:

- Sobre el plano, situar los componentes de la instalación (cajas, interruptores, enchufes, tubos, etc.).
- En hoja separada, dibujar el esquema de instalación funcional con la simbología normalizada.
- Confeccionar la lista del material necesario, para montar los circuitos.
- Distribuir, montar y conectar el circuito, siguiendo el esquema de la instalación.
- Comprobar, con el polímetro, que los circuitos no están comunicados entre sí.
- Probar el correcto funcionamiento de la instalación.

Práctica 48

Situar sobre plano y montar la instalación de la vivienda (grado de electrificación básica)

Plano en planta de la vivienda



Material necesario para la realización de la práctica

Cantidad	Designación	Observaciones
		Las prácticas de esta Unidad Didáctica tienen que realizarse en un panel de grandes dimensiones (aprox. 180 × 200 cm).

Características de la instalación:

- Electrificación básica.
- Instalar los circuitos requeridos por el REBT.

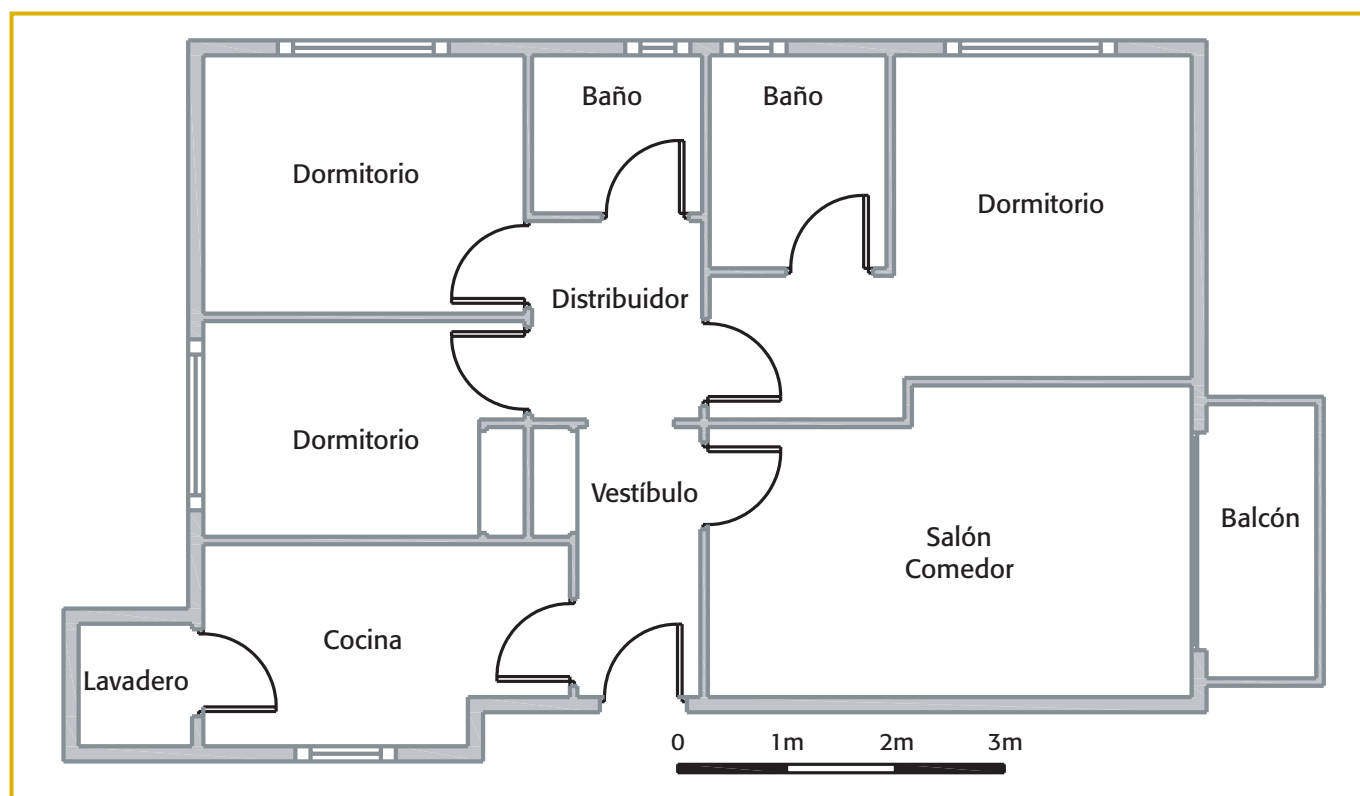
Trabajos a realizar:

- Sobre el plano, situar los componentes de la instalación (cajas, interruptores, enchufes, tubos, etc.).
- En hoja separada, dibujar el esquema de instalación funcional con la simbología normalizada.
- Confeccionar la lista del material necesario, para montar los circuitos.
- Distribuir, montar y conectar el circuito, siguiendo el esquema de la instalación.
- Comprobar, con el polímetro, que los circuitos no están comunicados entre sí.
- Probar el correcto funcionamiento de la instalación.

Práctica 49

Situar sobre plano y montar la instalación de la vivienda (grado de electrificación básica)

Plano en planta de la vivienda



Material necesario para la realización de la práctica

Cantidad	Designación	Observaciones
		Como se ha indicado, esta práctica requiere, para su montaje, un panel de grandes dimensiones (aprox. 180 × 200 cm).

Características de la instalación:

- Electrificación básica.
- Circuitos requeridos por el REBT.

Trabajos a realizar:

- Sobre el plano, situar los componentes de la instalación (cajas, interruptores, enchufes, tubos, etc.).
- En hoja separada, dibujar el esquema de instalación funcional con la simbología normalizada.
- Confeccionar la lista del material necesario, para montar los circuitos.
- Distribuir, montar y conectar el circuito, siguiendo el esquema de la instalación.
- Comprobar, con el polímetro, que los circuitos no están comunicados entre sí.
- Probar el correcto funcionamiento de la instalación.