



Universidad del País Vasco
Euskal Herriko Unibertsitatea
The University of the Basque Country

DEPARTAMENTO DE EXPRESION GRAFICA Y
PROYECTOS DE INGENIERIA

E.U.I.T.I. e I.T.T. Vitoria- Gasteiz

OFICINA TECNICA

NOTAS DE CLASE

Electrificación de Viviendas

Profesor:

Alfredo Martínez Argote

INSTALACIONES INTERIORES EN

VIVIENDAS

INDICE

♦ INTRODUCCIÓN	1
♦ SÍMBOLOS ELÉCTRICOS	1
♦ TIPOS DE ESQUEMAS	5
♦ INSTALACIONES INTERIORES EN VIVIENDAS. NÚMERO DE CIRCUITOS Y CARACTERÍSTICAS	12
♦ CONDUCTORES	35
♦ TUBOS PROTECTORES.....	39
♦ CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN	54
♦ LOCALES QUE CONTIENEN UNA BAÑERA O DUCHA.....	74
♦ EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	82

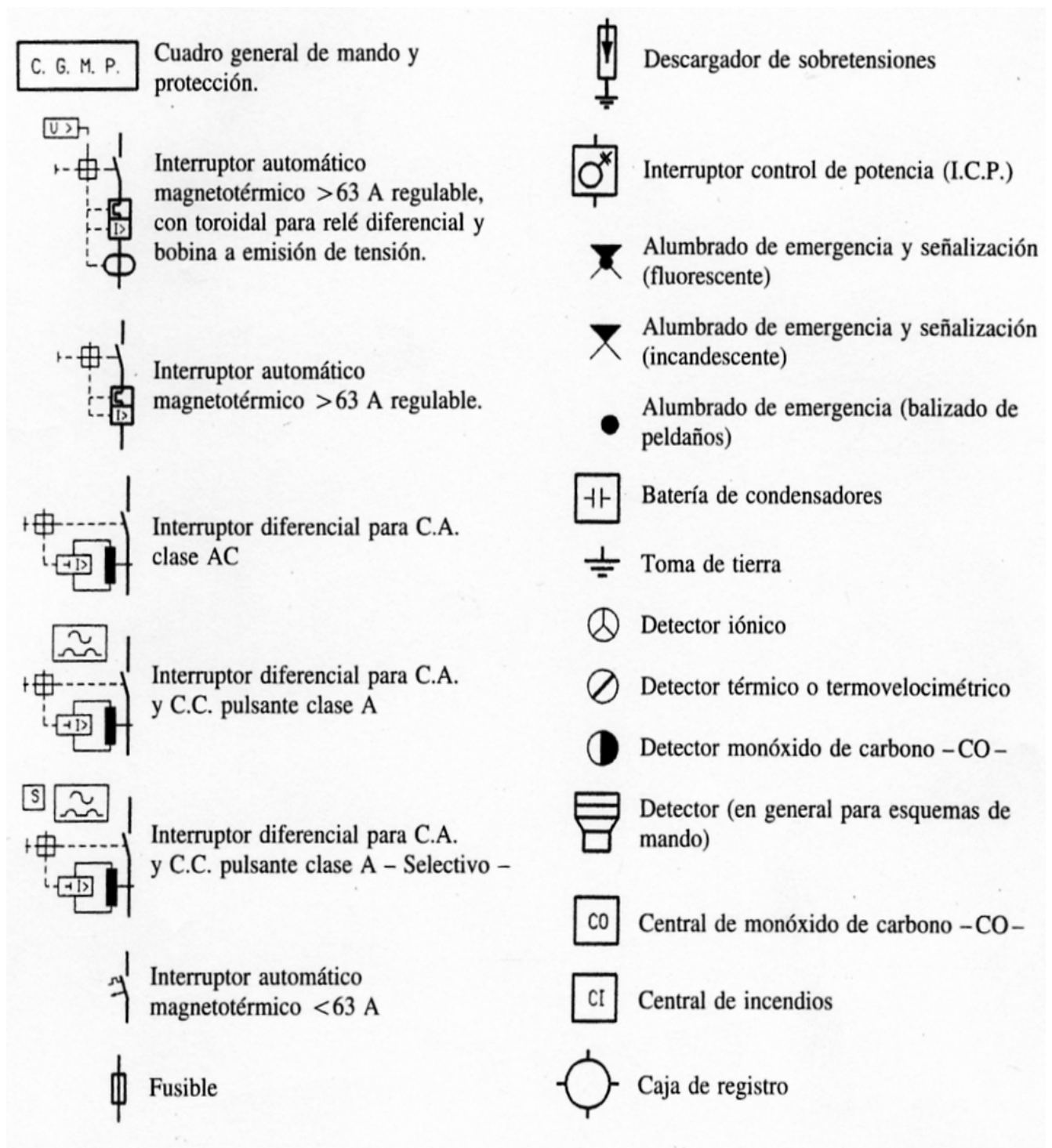
1.- Introducción

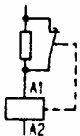
En la primera parte se detallarán los símbolos de los elementos más usuales de dichas instalaciones y los tipos de esquemas a que dan lugar.

A continuación se explicarán los criterios para la elección y dimensionado de sus componentes, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e sus Instrucciones Complementarias.

2.- Símbolos Eléctricos

A continuación exponemos los símbolos que habitualmente se emplean en las instalaciones eléctricas domésticas, según la norma UNE 20004. Cuando un mismo elemento admite varias formas simbólicas diferentes, escogeremos siempre la más simple.



	Interruptor unipolar		Campana extractora de humos
	Interruptor unipolar – grupo –		Aparato de aire acondicionado
	Pulsador luminoso		Radiador o acumulador eléctrico
	Conmutador tipo «hotel»		Secamanos
	Conmutador de cruzamiento		Telerruptor
	Toma de corriente bipolar con T.T.		Contactor o relé
	Toma de corriente tripolar con T.T.		Bobina para contacto de C.C.
	Toma de corriente tripolar + neutro + T.T.		Relé temporizado a la conexión
	Lámparas de descarga. Ejemplo: pantalla fluorescente		Relé temporizado a la desconexión
	Lámpara incandescente		Contacto instantáneo N.A.
	Lámpara halógena – 12 V		Contacto instantáneo N.C.
	Lámpara halógena – 230 V		Contacto N.A. temporizado a la conexión
	Gong o timbre musical		Contacto N.C. temporizado a la conexión
	Aparato eléctrico en general		Contacto N.A. temporizado a la desconexión
	Cocina eléctrica		Contacto N.C. temporizado a la desconexión
	Horno eléctrico		Pulsador N.A. (marcha)
	Lavadora		Pulsador N.C. (paro)
	Lavavajillas		Accionador N.A. (final de carrera)
	Termo		Accionador N.C. (final de carrera)
	Secadora de ropa		
	Frigorífico		
	Microondas		



3.- Tipos de Esquemas

En la habitación de la figura 2 observamos que su instalación eléctrica consta de un punto de luz H, su interruptor correspondiente S y dos tomas de corriente TC1 y TC2, con

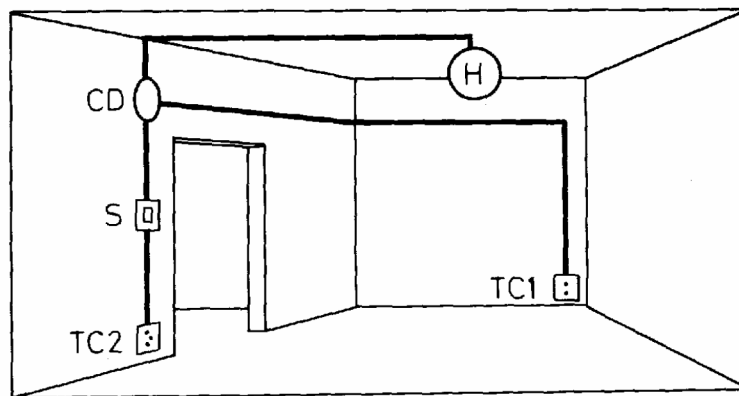


Fig. 2

contacto de protección (tierra).

A la caja de derivación CD llegan los dos conductores activos de la línea (dos fases o fase y neutro) y el conductor de protección (tierra).

El **esquema funcional** de esta instalación lo veremos en la Fig. 3.

A los interruptores o conmutadores llega siempre un conductor de fase y nunca el neutro. A todos los receptores llegará el conductor de fase y nunca el neutro. A todos los

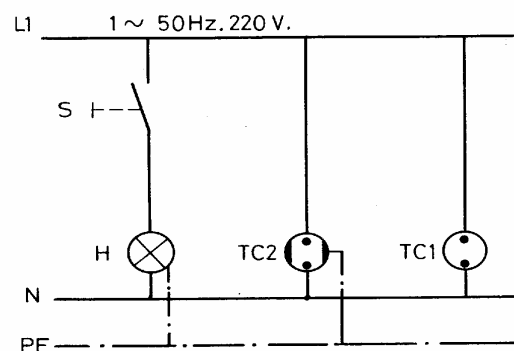


Fig. 3

receptores llegará el conductor de protección PE, fácilmente identificable por su doble color amarillo-verde, que se conectará a las partes metálicas de sus bastidores. (Portalámparas, electrodomésticos...)

El **esquema circuital** de la anterior instalación se indica en la fig. 4. A partir de la caja de derivación CD, parten los conductores hacia las cajas de mecanismos, que contienen tomas de corriente, interruptores..., y hacia la lámpara.

En este esquema apreciamos el cableado de la instalación, es decir, el recorrido real de los conductores. Es interesante observar que a través de las cajas de mecanismos pasan de largo conductores que van a otro lugar.

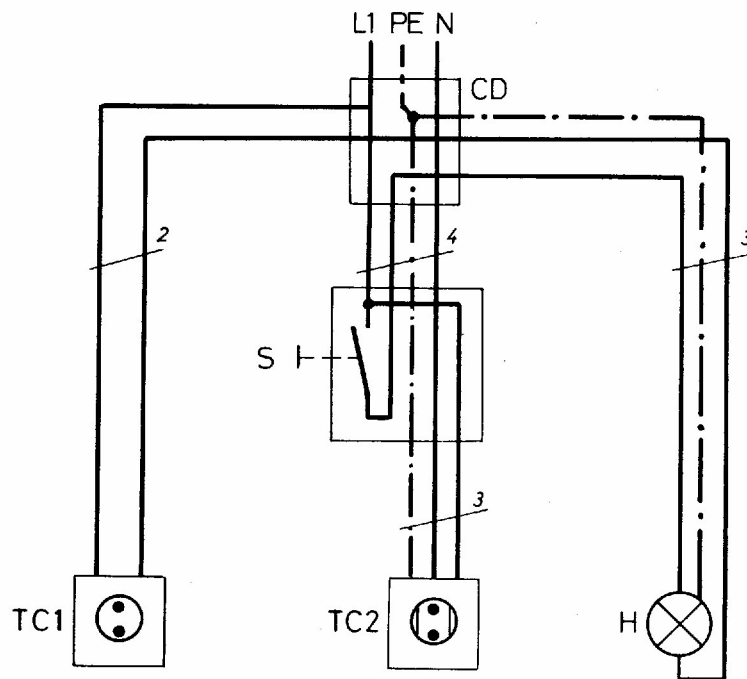
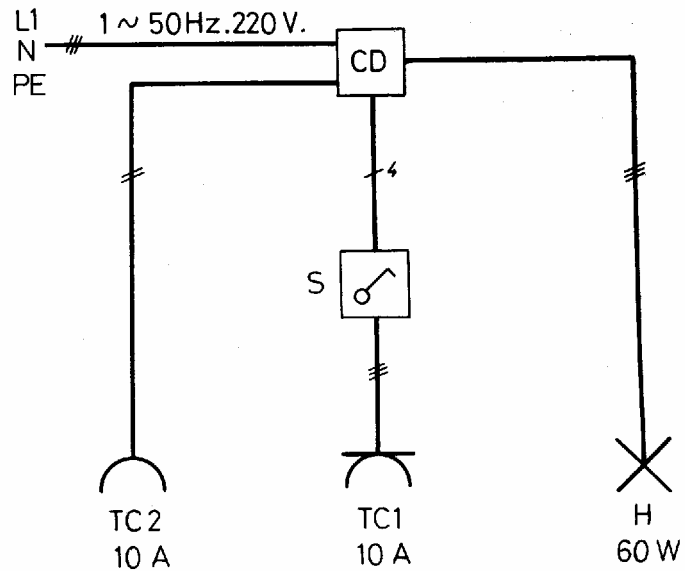


Fig. 4

El **esquema unifilar** es mucho más esquemático y resulta de una simplificación del anterior. Por medio de una sola línea se representan grupos de conductores que marchan juntos dentro de tubos protectores.

Es habitual que en este tipo de esquema se indiquen la potencia de los receptores, las intensidades nominales de las tomas y la sección de los conductores.



Veamos ahora la habitación de la fig. 6. La luz del techo se acciona desde dos lugares diferentes por medio de los conmutadores simples S1 y S2. A la caja CD1 llegan dos circuitos independientes: alumbrado y tomas de corriente.

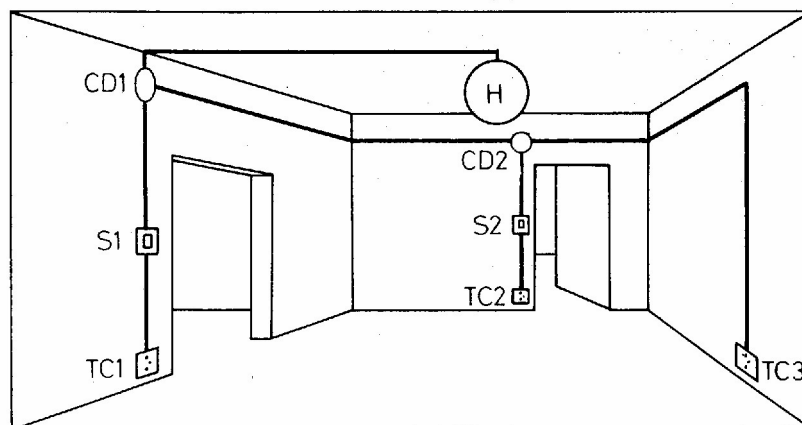
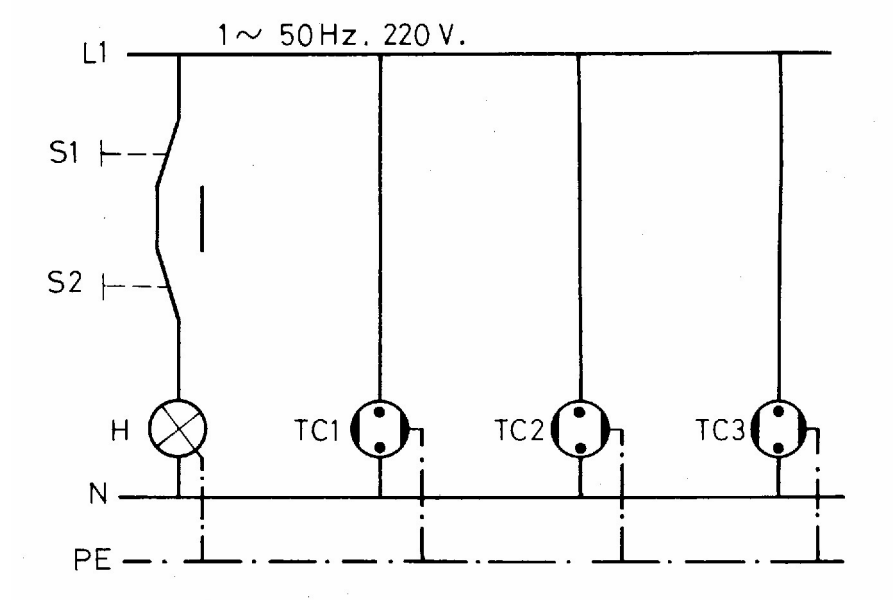
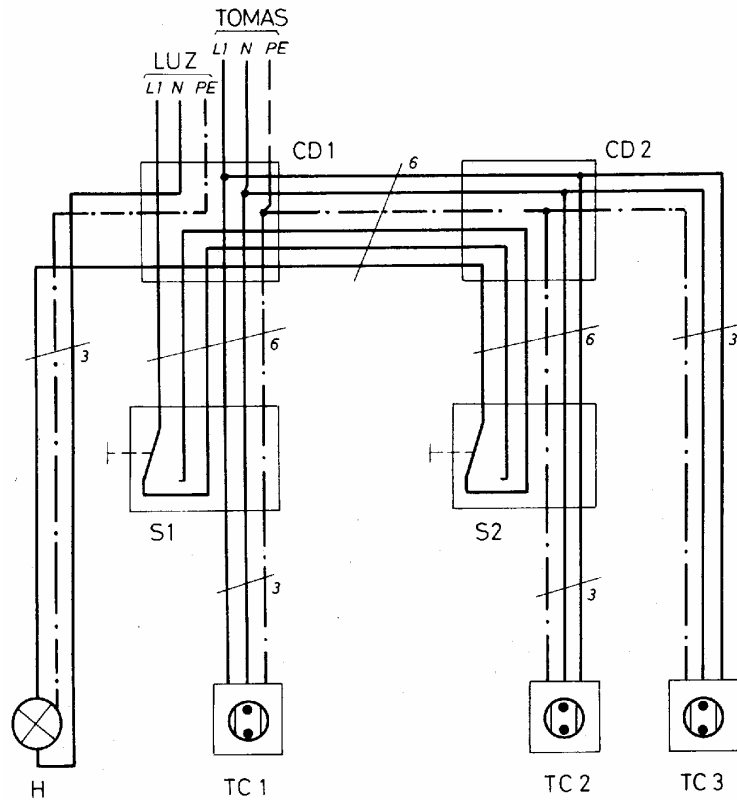


Fig. 6

Su **esquema funcional** corresponde a la de la figura siguiente:

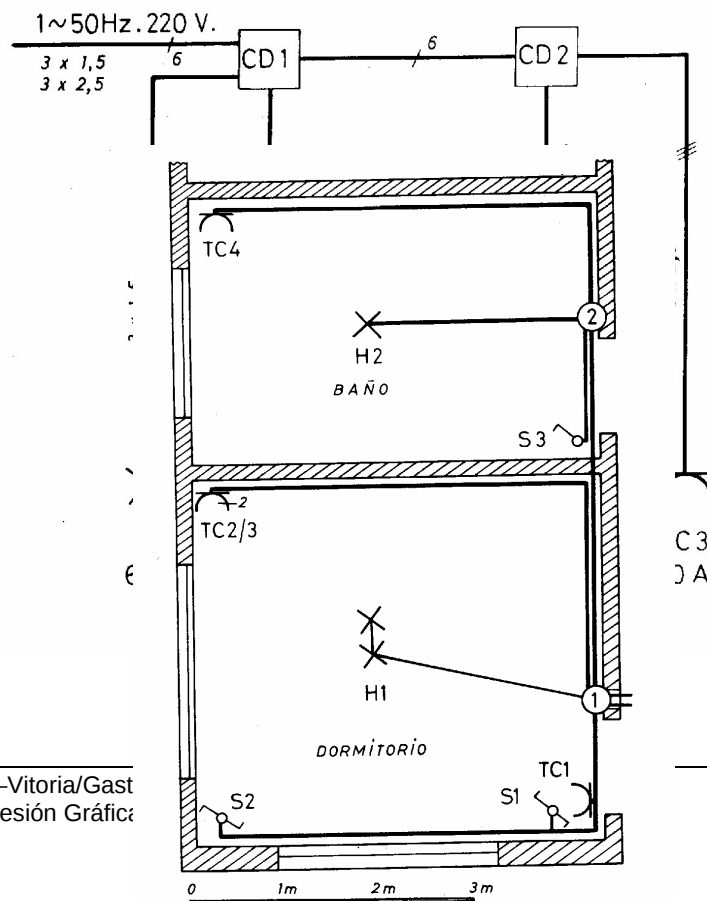


El **esquema circuital** adquiere ahora plejidad debido a la existencia de dos circuitos diferentes y de dos cajas de derivación.



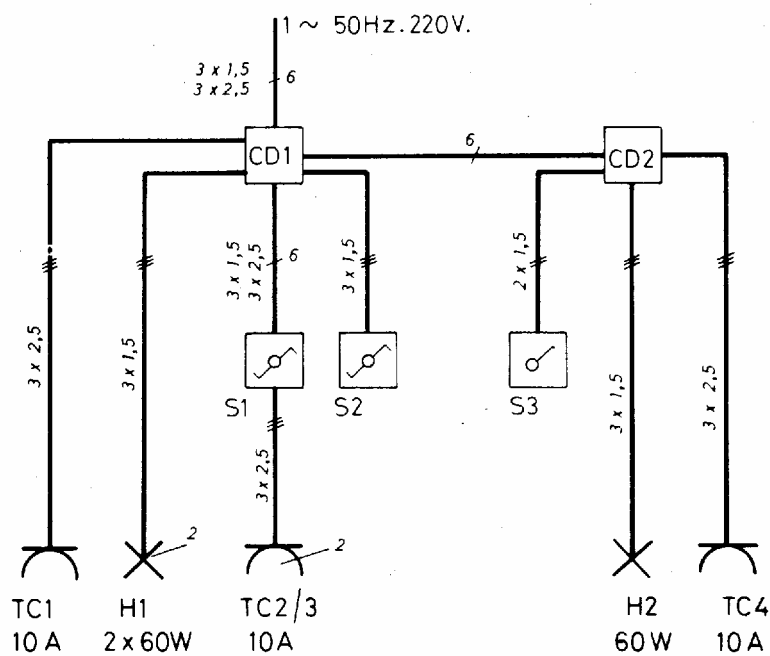
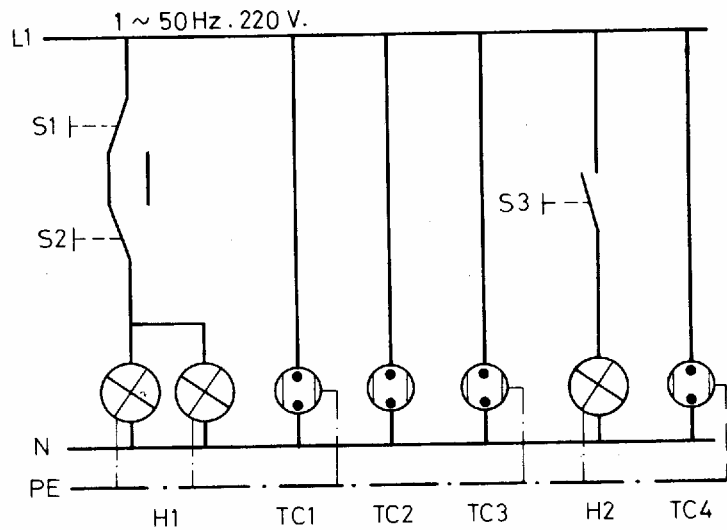
En su correspondiente **esquema unifilar** se han especificado ya las secciones de los conductores:

El plano de la figura siguiente corresponde al dormitorio y baño de una vivienda. La

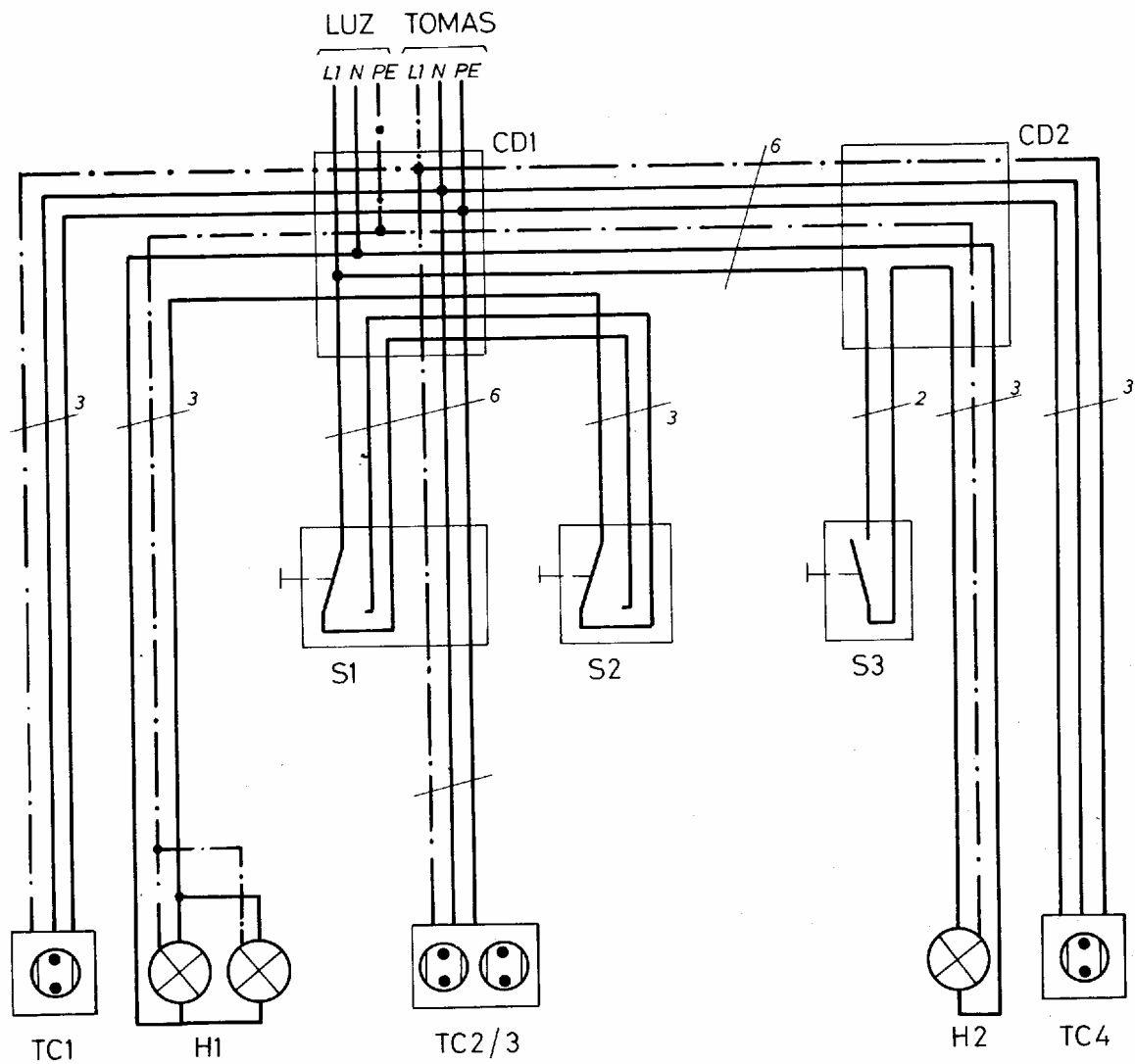


canalización eléctrica llega a la caja de derivación CD1 y sigue hacia la CD2.

En las dos figuras siguientes representamos los esquemas funcional y unifilar respectivamente.



Ahora representamos a mayor tamaño el esquema circuital correspondiente, para que puedan apreciarse en detalle las diversas interconexiones.



4.- Instalaciones Interiores en Viviendas. Número de Circuitos y Características

ITC-BT-25

1. GRADO DE ELECTRIFICACIÓN BÁSICO

El grado de electrificación básico se plantea como el sistema mínimo, a los efectos de uso, de la instalación interior de las viviendas en edificios nuevos tal como se indica en la ITC-BT-10. Su objeto es permitir la utilización de los aparatos electrodomésticos de uso básico sin necesidad de obras posteriores de adecuación.

La capacidad de instalación se corresponderá como mínimo al valor de la intensidad asignada determinada para el interruptor general automático. Igualmente se cumplirá esta condición para la derivación individual.

Los capítulos siguientes de esta ITC-BT aplican tanto al grado de electrificación básico como al elevado.

2. CIRCUITOS INTERIORES

ITC-BT-25

2.1. Protección general

Los circuitos de protección privados se ejecutarán según lo dispuesto en la ITC-BT-17 y constarán como mínimo de:

* **Un interruptor general automático** de corte omnipolar con accionamiento manual, de intensidad nominal mínima de 25 A y dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos. El interruptor general es independiente del interruptor para el control de potencia (ICP) y no puede ser sustituido por éste.

En función de la previsión de carga la intensidad nominal del interruptor general automático será:

Tabla A: escalones de potencia prevista en suministros monofásicos:

<i>Electrificación</i>	<i>Potencia (W)</i>	<i>Calibre interruptor general automático (IGA) (A)</i>
<i>Básica</i>	5750	25
	7360	32
<i>Elevada</i>	9200	40
	11500	50
	14490	63

El interruptor de control de potencia (ICP) es un dispositivo para controlar que la potencia realmente demandada por el consumidor no exceda de la contratada, su colocación es potestiva de la Compañía Suministradora.

ITC-BT-25

- **Uno o varios interruptores diferenciales** que garanticen la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos, con una intensidad diferencial-residual máxima de 30 mA e intensidad asignada superior o igual que la del interruptor general. Cuando se usen interruptores diferenciales en serie, habrá que garantizar que todos los circuitos quedan protegidos frente a intensidades diferenciales-residuales de 30 mA como máximo, pudiéndose instalar otros diferenciales de intensidad superior a 30 mA en serie, siempre que se cumpla lo anterior.

Para instalaciones de viviendas alimentadas con redes diferentes a las de tipo TT, que eventualmente pudieran autorizarse, la protección contra contactos indirectos se realizará según se indica en el apartado 4.1 de la ITC-BT-24.

La utilización de un único interruptor diferencial para varios circuitos puede provocar que su actuación desconecte ciertos aparatos tales como equipos informáticos, frigoríficos y

congeladores, cuya desconexión debe ser evitada. Para este tipo de circuitos es conveniente prever una protección diferencial individual.

Para garantizar la selectividad total entre los diferenciales instalados en serie, se deben cumplir las siguientes condiciones:

1.- El tiempo de no-actuación del diferencial instalado aguas arriba deberá ser superior al tiempo de total de operación del diferencial situado aguas abajo.

Los diferenciales tipo S cumplen con esta condición.

2.- La intensidad diferencial-residual del diferencial instalado aguas arriba deberá ser como mínimo tres veces superior a la del diferencial situada aguas abajo.

Con miras a la selectividad pueden instalarse dispositivos de corriente diferencial-residual tipo "S" en serie con dispositivos de protección diferencial-residual de tipo general (disparo instantáneo).

ITC-BT-25

- Dispositivos de protección contra sobretensiones, si fuese necesario, conforme a la ITC-BT-23.

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

Con el fin de optimizar la continuidad de servicio en caso de destrucción del limitador de tensiones transitorias a causa de una descarga de rayo, superior a la máxima prevista, se debe instalar el dispositivo de protección recomendado por el fabricante, aguas arriba del limitador, con objeto de mantener la continuidad de todo el sistema evitando el disparo del IGA.

Para instalaciones con un único interruptor diferencial, este debe ser de disparo instantáneo.

2.2. Previsión para instalaciones de sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad

ITC-BT-25

En el caso de instalaciones de sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y de seguridad, que se desarrolla en la ITC-BT-51, la alimentación a los dispositivos de control y mando centralizado de los sistemas electrónicos se hará mediante un interruptor automático de corte omipolar con dispositivo de protección contra sobrecargas y cortocircuitos que se podrá situar aguas arriba de cualquier interruptor diferencial, siempre que su alimentación se realice a través de una fuente de MBTS o MBTP, según ITC-BT-36.

2.3. Derivaciones

Los tipos de circuitos independientes serán los que se indican a continuación y estarán protegidos cada uno de ellos por un interruptor automático de corte omipolar con accionamiento manual y dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos con una intensidad asignada según su aplicación e indicada en el apartado 3.

2.3.1. Electrificación básica

Circuitos independientes

C₁ Circuito de distribución interna, destinado a alimentar los puntos de iluminación.

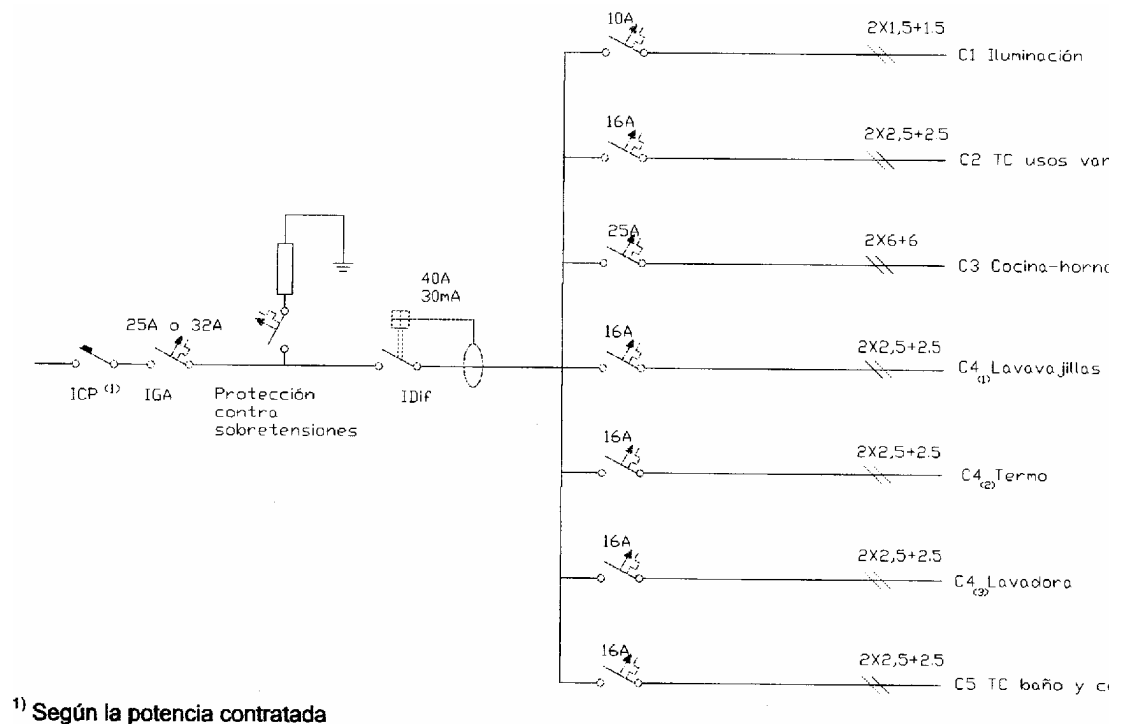
C₂ Circuito de distribución interna, destinado a tomas de corriente de uso general y frigorífico.

C₃ Circuito de distribución interna, destinado a alimentar la cocina y horno.

C₄ Circuito de distribución interna, destinado a alimentar la lavadora, lavavajillas y termo eléctrico.

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

A continuación vemos el ejemplo de esquema unifilar en vivienda con electrificación básica.



Según la nota 8 de la tabla 1 de la presente ITC-BT, en el circuito C₄ (lavadora, lavavajillas y termo eléctrico) se recomienda el uso de dos o tres circuitos independientes, sin que esto suponga el paso a electrificación elevada ni la necesidad de disponer de un diferencial adicional. Aunque no esté prevista la instalación de un termo eléctrico se instalará su toma de corriente, quedando disponible para otros usos, por ejemplo, alimentación de caldera de gas.

Una base de toma de corriente prevista para la conexión de aparatos de iluminación, que esté comandada por un interruptor (p.e. lámparas de mesillas de noche o vestíbulo o de pie), se considera perteneciente al circuito C₁.

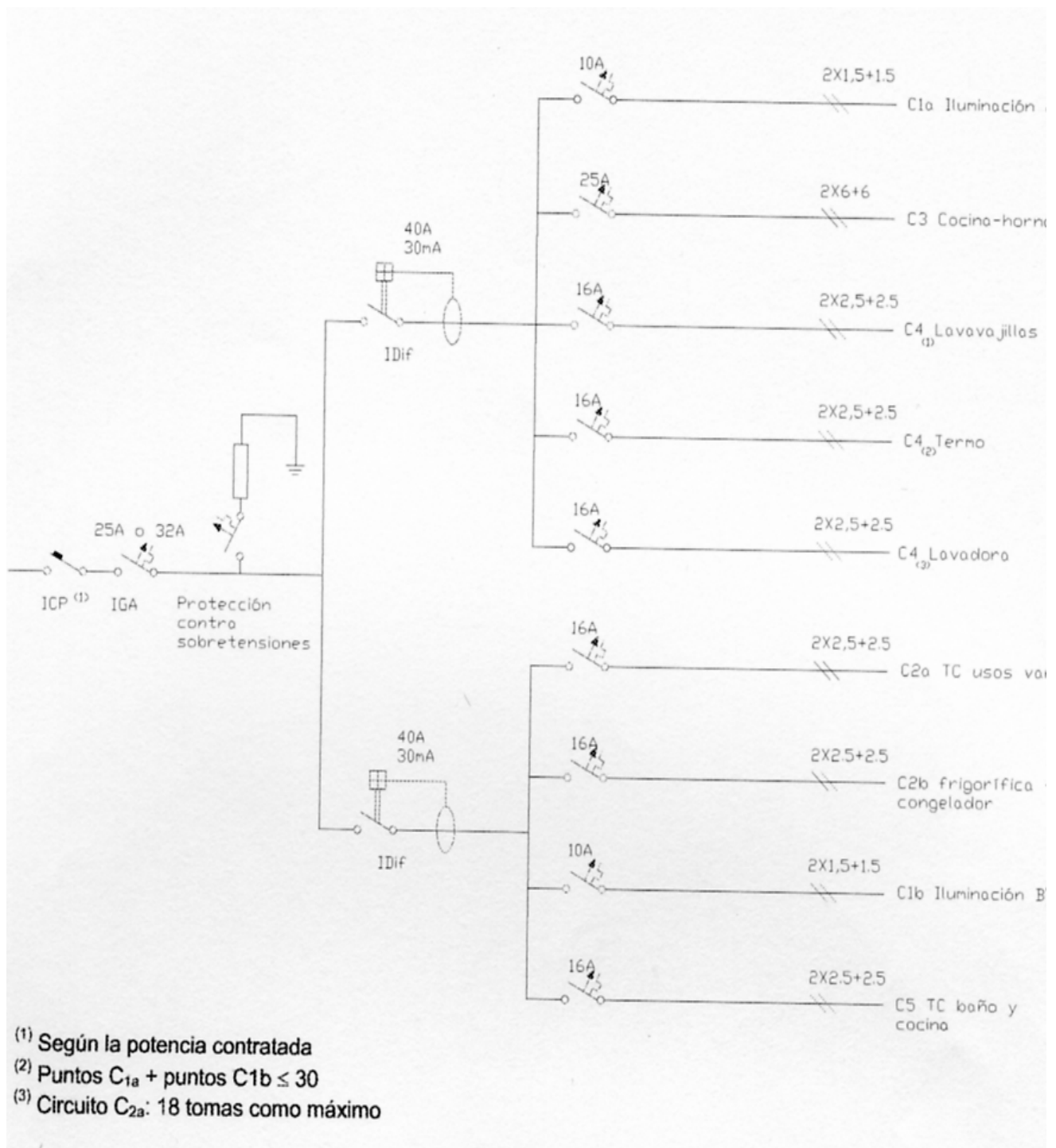
La eventual toma para la instalación de una bañera de hidromasaje será de circuito C_5 y su instalación debe cumplir los requisitos establecidos en la ITC-BT 17.

La toma del horno microondas se considera perteneciente al circuito C_5 .

En el caso del desdoblamiento de los circuitos C_1 , C_2 o C_5 cuando no se supera el número máximo de puntos de utilización establecido en la tabla 1 de esta ITC-BT (por ejemplo 22 puntos de luz en dos circuitos de 11 puntos cada uno):

- Se debe mantener la sección mínima de los conductores y el calibre de los interruptores automáticos reflejados en la tabla 1 para dicho circuito.
- Se debe instalar un interruptor diferencial adicional si el número total de circuitos es superior a 5.
- No supondrá el paso a electrificación elevada si se mantiene el mismo interruptor general que corresponda a la previsión de cargas inicial.

En la siguiente página veremos un ejemplo de esquema unifilar en vivienda con electrificación básica con circuitos desdoblados.



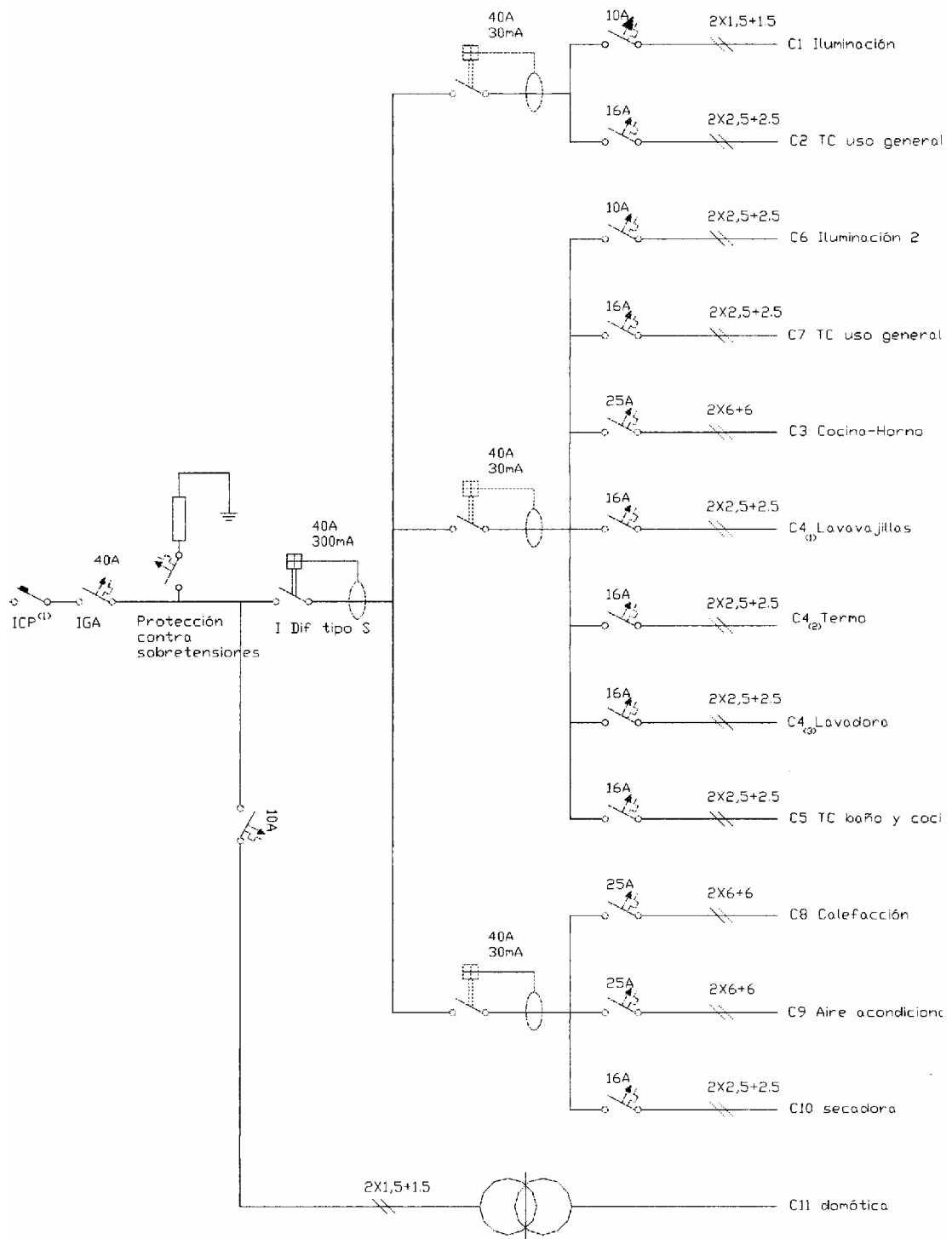
2.3.2. Electrificación elevada**ITC-BT-25**

Es el caso de viviendas con una previsión importante de aparatos electrodomésticos que obligue a instalar mas de un circuito de cualquiera de los tipos descritos anteriormente, así como con previsión de sistemas de calefacción eléctrica, acondicionamiento de aire, automatización, gestión técnica de la energía y seguridad o con superficies útiles de las viviendas superiores a 160 m². En este caso se instalará, además de los correspondientes a la electrificación básica, los siguientes circuitos:

- C₆ Circuito adicional del tipo C₁, por cada 30 puntos de luz
- C₇ Circuito adicional del tipo C₂, por cada 20 tomas de corriente de uso general o si la superficie útil de la vivienda es mayor de 160 m².
- C₈ Circuito de distribución interna, destinado a la instalación de calefacción eléctrica, cuando existe previsión de ésta.
- C₉ Circuito de distribución interna, destinado a la instalación aire acondicionado, cuando existe previsión de éste
- C₁₀ Circuito de distribución interna, destinado a la instalación de una secadora independiente
- C₁₁ Circuito de distribución interna, destinado a la alimentación del sistema de automatización, gestión técnica de la energía y de seguridad, cuando exista previsión de éste.
- C₁₂ Circuitos adicionales de cualquiera de los tipos C₃ o C₄, cuando se prevean, o circuito adicional del tipo C₅, cuando su número de tomas de corriente exceda de 6.

Tanto para la electrificación básica como para la elevada, se colocará, como mínimo, un interruptor diferencial de las características indicadas en el apartado 2.1 por cada cinco circuitos instalados.

En la siguiente página se observa un ejemplo de un esquema unifilar de electrificación elevada.



⁽¹⁾ Según la potencia contratada

ITC-BT-25

3. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE CIRCUITOS, SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES Y DE LAS CAÍDAS DE TENSIÓN

En la Tabla 1 se relacionan los circuitos mínimos previstos con sus características eléctricas.

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

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

El valor de la intensidad de corriente prevista en cada circuito se calculará de acuerdo con la fórmula:

$$I = n \times I_a \times F_s \times F_u$$

N	nº de tomas o receptores
I_a	Intensidad prevista por toma o receptor
F_s (factor de simultaneidad)	Relación de receptores conectados simultáneamente sobre el total
F_u (factor de utilización)	Factor medio de utilización de la potencia máxima del receptor

Los dispositivos automáticos de protección tanto para el valor de la intensidad asignada como para la Intensidad máxima de cortocircuito se corresponderá con la intensidad admisible del circuito y la de cortocircuito en ese punto respectivamente.

La sección de los conductores será como mínimo la indicada en la Tabla 1, y además estará condicionada a que la caída de tensión sea como máximo el 3 %. Esta caída de tensión se calculará para una intensidad de funcionamiento del circuito igual a la intensidad nominal del interruptor automático de dicho circuito y para una distancia correspondiente a la del punto de utilización mas alejado del origen de la instalación interior. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de las derivaciones individuales, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límite especificados para ambas, según el tipo de esquema utilizado.

En la Tabla B se presentan los valores máximos de longitud de los conductores en función de su sección y de la intensidad nominal del dispositivo de protección para una caída de tensión del 3 %, una temperatura estimada del conductor de 40 °C y unos valores del factor de potencia de $\cos \phi = 1$.

Tabla B: Valor de la longitud máxima del cable (m)

Sección del Conductor (mm ²)	Intensidad Nominal del Dispositivo de Protección (A)			
	10	16	20	25
1,5	27			
2,5	45	28		
4		45	36	
6			53	43

Tabla 1. Características eléctricas de los circuitos⁽¹⁾

ITC-BT-25

Circuito de utilización	Potencia prevista por toma (W)	Factor simultaneidad Fs	Factor utilización Fu	Tipo de toma ⁽⁷⁾	Interruptor Automático (A)	Máximo nº de puntos de utilización o tomas por circuito	Conductores sección mínima mm ² ⁽⁵⁾	Tubo o conductor Diámetro mm ⁽³⁾
C ₁ Iluminación	200	0,75	0,5	Punto de luz ⁽⁹⁾	10	30	1,5	16
C ₂ Tomas de uso general	3.450	0,2	0,25	Base 16A 2p+T	16	20	2,5	20
C ₃ Cocina y horno	5.400	0,5	0,75	Base 25 A 2p+T	25	2	6	25
C ₄ Lavadora, lavavajillas y termo eléctrico	3.450	0,66	0,75	Base 16A 2p+T combinadas con fusibles o interruptores automáticos de 16 A ⁽⁸⁾	20	3	4 ⁽⁶⁾	20
C ₅ Baño, cuarto de cocina	3.450	0,4	0,5	Base 16A 2p+T	16	6	2,5	20
C ₈ Calefacción	⁽²⁾	---	---	---	25	---	6	25
C ₉ Aire acondicionado	⁽²⁾	---	---	---	25	---	6	25
C ₁₀ Secadora	3.450	1	0,75	Base 16A 2p+T	16	1	2,5	20
C ₁₁ Automatización	⁽⁴⁾	---	---	---	10	---	1,5	16

4. PUNTOS DE UTILIZACIÓN**ITC-BT-25**

En cada estancia se utilizará como mínimo los siguientes puntos de utilización:

Tabla 2.

Estancia	Circuito	Mecanismo	nº mínimo	Superf./Longitud
Acceso	C ₁	pulsador timbre	1	
Vestíbulo	C ₁	Punto de luz	1	---
		Interruptor 10.A	1	---
	C ₂	Base 16 A 2p+T	1	---
Sala de estar o Salón	C ₁	Punto de luz	1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²)
		Interruptor 10 A	1	uno por cada punto de luz
	C ₂	Base 16 A 2p+T	3 ⁽¹⁾	una por cada 6 m ² , redondeado al entero superior
	C ₈	Toma de calefacción	1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²)
	C ₉	Toma de aire acondicionado	1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²)
Dormitorios	C ₁	Puntos de luz	1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²)
		Interruptor 10 A	1	uno por cada punto de luz
	C ₂	Base 16 A 2p+T	3 ⁽¹⁾	una por cada 6 m ² , redondeado al entero superior
	C ₈	Toma de calefacción	1	---
	C ₉	Toma de aire acondicionado	1	---
Baños	C ₁	Puntos de luz	1	---
		Interruptor 10 A	1	---
	C ₅	Base 16 A 2p+T	1	---
	C ₈	Toma de calefacción	1	---
Pasillos o distribuidores	C ₁	Puntos de luz	1	uno cada 5 m de longitud
		Interruptor/Conmutador 10 A	1	uno en cada acceso
	C ₂	Base 16 A 2p + T	1	hasta 5 m (dos si L > 5 m)
	C ₈	Toma de calefacción	1	---
Cocina	C ₁	Puntos de luz	1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²)
		Interruptor 10 A	1	uno por cada punto de luz
	C ₂	Base 16 A 2p + T	2	extractor y frigorífico
	C ₃	Base 25 A 2p + T	1	cocina/horno
	C ₄	Base 16 A 2p + T	3	lavadora, lavavajillas y termo
	C ₅	Base 16 A 2p + T	3 ⁽²⁾	encima del plano de trabajo
	C ₈	Toma calefacción	1	---
	C ₁₀	Base 16 A 2p + T	1	secadora
Terrazas y Vestidores	C ₁	Puntos de luz	1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²)
		Interruptor 10 A	1	uno por cada punto de luz
Garajes unifamiliares y Otros	C ₁	Puntos de luz	1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²)
		Interruptor 10 A	1	uno por cada punto de luz
	C ₂	Base 16 A 2p + T	1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²)

⁽¹⁾ En donde se prevea la instalación de una toma para el receptor de TV, la base correspondiente deberá ser múltiple, y en este caso se considerará como una sola base a los efectos del número de puntos de utilización de la tabla 1.⁶

⁽²⁾ Se colocarán fuera de un volumen delimitado por los planos verticales situados a 0,5 m del fregadero y de la encimera de cocción o cocina

Las ubicaciones indicadas en la tabla 2 se considera orientativa, por ejemplo, la lavadora puede estar instalada en otra dependencia de la vivienda.

El timbre no computa como “punto de utilización” en el circuito C_1 .

Los conmutadores, cruzamientos, telerruptores y otros dispositivos de características similares se consideran englobados en el genérico “interruptor” indicado en la anterior tabla.

Punto de luz es un punto de utilización del circuito de alumbrado que va comandado por un interruptor independiente y al que pueden conectarse una o varias luminarias.

En el caso de instalar varias tomas de corriente para receptor de TV o asociadas a la infraestructura común de las telecomunicaciones (ICT), computa como un solo punto de utilización hasta una máximo de 4 tomas.

Se recomienda que los puntos de utilización para calefacción, aire acondicionado y circuito de sistemas de automatización sean del tipo caja de conexión que incorpore regleta de conexión y dispositivo de retención de cable.

Prescripciones mínimas y de confort

Esta ITC-BT tiene como objetivo fijar los puntos de utilización mínimos que debe tener la instalación de una vivienda, desde un punto de vista de seguridad eléctrica. Sin embargo, el incremento de la utilización de la energía eléctrica en las viviendas y la aplicación del concepto “diseño para todos” aconseja que en el diseño de la instalación se tengan en cuenta las posibles necesidades particulares del usuario y sus limitaciones (debido a la edad, discapacidad, etc.), así como sus futuras demandas.

Por esto se recomienda:

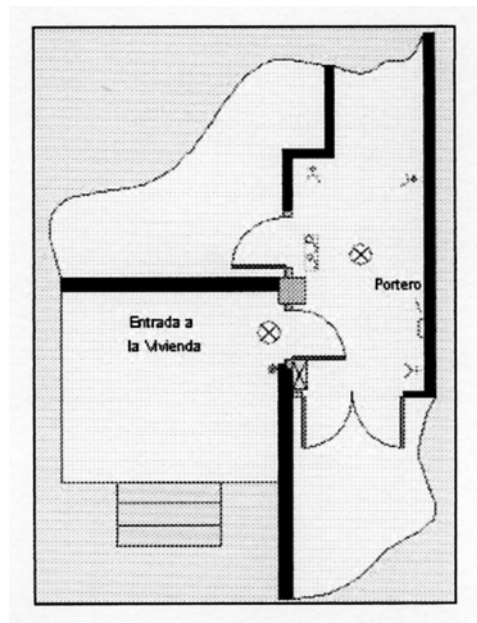
- diseñar la instalación con una suficiente previsión (instalación de conductos vacíos, reservar espacio en el cuadro de distribución para futuros dispositivos, etc.) que permita una futura ampliación sin necesidad de hacer obras.
- prever un número de tomas de puntos de iluminación, tomas de corriente de usos generales o en baño y auxiliares de cocina superior a los indicados en la tabla1 de esta ITC-BT, de este modo además de tener una instalación acorde a la necesidad del usuario, se mejora la seguridad de la instalación al reducir el uso de conectores multivía o prolongadores y evitar la realización de futuras modificaciones de la instalación por personal no calificado.
- no intentar un ahorro ficticio apurando al máximo las tomas por circuito para reducir el número de circuitos. Incrementar los circuitos y pasar al grado de electrificación elevado no tiene obligatoriamente consecuencias prácticas de cambio de potencia contratada a la Compañía Suministradora, se obtiene mayor confort pero no mayor consumo.
- en viviendas con más de una altura, por ejemplo unifamiliares o duplex, se situará un cuadro general de mando y protección en cada planta de manera que los circuitos de cada planta estén protegidos en el cuadro ubicado en su planta.

Las siguientes tablas, resumen los puntos de utilización mínimos, así como los recomendados para garantizar el adecuado confort de la instalación.

Electrificación del acceso a la vivienda

Prescripciones Reglamentarias	
Mecanismo	Nº Prescrito
Pulsador para timbre	1

A continuación observamos el plano de planta del acceso de la vivienda y el vestíbulo.



Prescripciones de confort de uso no obligatorio	
Mecanismo	Nº aconsejado
Pulsador para timbre	1
Punto de luz (vivienda unifamiliar)	1
Vídeo portero (vivienda unifamiliar)	1

Electrificación del vestíbulo

Prescripciones Reglamentarias	
Mecanismo	Nº Prescrito
Punto de luz	1
Interruptor 10 A	1
Base 16 A (2P+T)	1

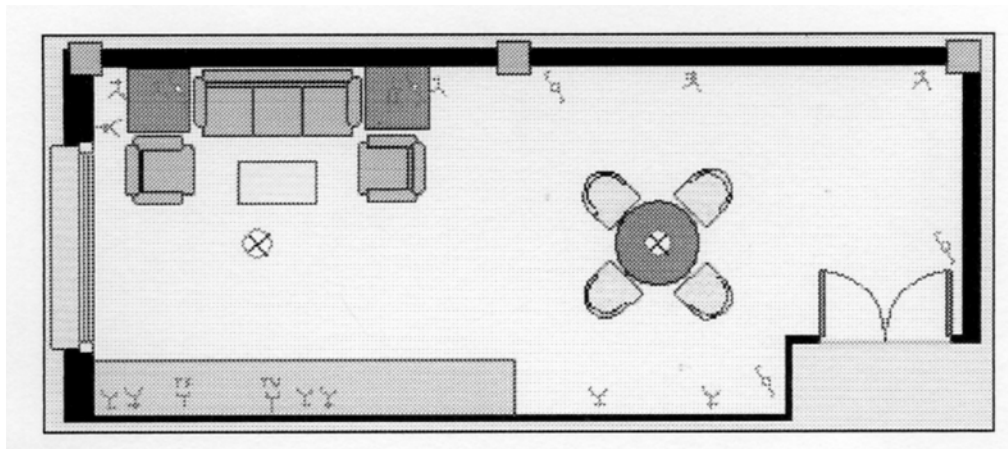
Prescripciones de confort de uso no obligatorio		
Mecanismo	Superficie/Longitud	Nº Aconsejado
Punto de luz	1 hasta 10 m ² (2 si S>10 m ²)	1 ó 2
	Luz exterior (vivienda unifamiliar)	1
Interruptor 10 A	Por punto de luz	1
Base 16 A (2P+T)	1	1
Zumbador	---	1

Toma Calefacción eléctrica*	---	1
Vídeo portero	---	1
* Cuando se prevea su instalación		

Electrificación de la sala de estar o salón

Prescripciones Reglamentarias		
Mecanismo	Superficie/Longitud	Nº Prescrito
Punto de luz	1 hasta 10 m ² (2 si S>10 m ²)	1 ó 2
Interruptor 10 A	Por punto de luz	1 ó 2
Base 16 A (2P+T)	1 por cada 6 m ² redondeando al entero superior	3
Toma Calefacción eléctrica	1 hasta 10 m ² (2 si S>10 m ²)	1 ó 2
Toma Aire Acondicionado	1 hasta 10 m ² (2 si S>10 m ²)	1 ó 2

En la figura de abajo se observa el plano de planta de la sala de estar o salón.

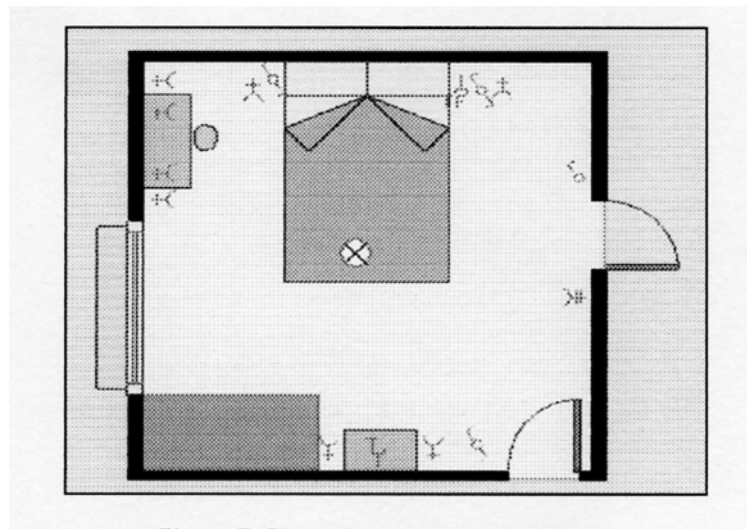


Prescripciones de confort de uso no obligatorio		
Mecanismo	Superficie/Longitud	Nº Aconsejado
Punto de luz	1 hasta 10 m ² (2 si S>10 m ²)	1 ó 2
Interruptor	Por punto de luz	---
Toma Calefacción eléctrica *	1 hasta 10 m ² (2 si S>10 m ²)	1 ó 2
Toma Aire Acondicionado *	1 hasta 10 m ² (2 si S>10 m ²)	1 ó 2
Base 16 A (2P+T)	1 por cada 6 m ² redondeando al entero superior	4
Toma Telefónica	Teléfono	2

Base 16 A (2P+T)	Televisor y Vídeo	1 múltiple
Base 16 A (2P+T)	Equipo de Música	1
* Cuando se prevea su instalación		

Electrificación del Dormitorio

Prescripciones Reglamentarias		
Mecanismo	Superficie/Longitud	Nº Prescrito
Punto de luz	1 hasta 10 m ² (2 si S>10 m ²)	1 ó 2
Interruptor 10 A	Por punto de luz	1
Base 16 A (2P+T)	1 por cada 6 m ² redondeando al entero superior	3
Toma Calefacción eléctrica	---	1
Toma Aire Acondicionado	---	1



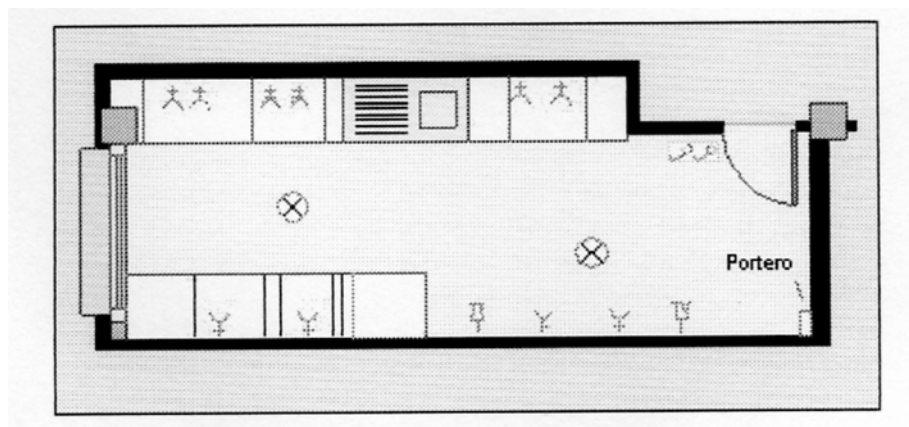
En la imagen superior se observa el plano de planta del dormitorio.

Prescripciones de confort de uso no obligatorio		
Mecanismo	Superficie/Longitud	Nº Aconsejado
Punto de luz	Habitaciones Individuales	2*
	Habitaciones Dobles	3*
Interruptor	Por punto de luz	---

Toma Calefacción eléctrica **	1 hasta 10 m ² (2 si S>10 m ²)	1
Toma Aire Acondicionado **	1 hasta 10 m ² (2 si S>10 m ²)	1
Base 16 A (2P+T)	1 por cada 6 m ² redondeando al entero superior	4
Toma Telefónica	Teléfono	2
Base 16 A (2P+T)	Televisor	1
Base 16 A (2P+T)	Equipo de Música	1
Base 16 A (2P+T)	Ordenador	1
**Cuando se prevea su instalación * 2 en Habitaciones Individuales , 1 en mesilla de noche y 1 en techo 3 en Habitaciones dobles, 2 en mesillas de noche y 1 en techo		

Electrificación de la Cocina

Prescripciones Reglamentarias		
Mecanismo	Superficie/Longitud	Nº Prescrito
Punto de luz	1 hasta 10 m ² (2 si S>10 m ²)	1 ó 2
Interruptor 10 A	Por punto de luz	1
Base 16 A (2P+T)	Cocina / Horno	1
Base 16 A (2P+T)	Lavadora, lavavajillas y Termo	3
Base 16 A (2P+T)	Encima del plano de Trabajo	3
Base 16 A (2P+T)	Extractor y Frigorífico	2
Toma Calefacción eléctrica	---	1
Base 16 A (2P+T)	Secadora	1



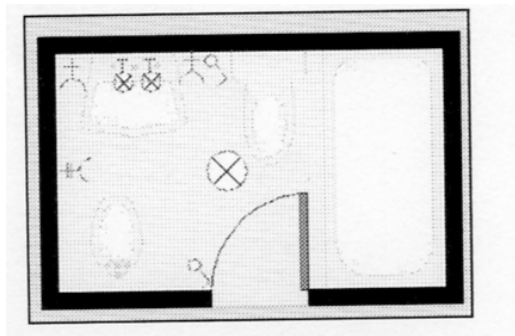
En la figura superior se observa el plano de planta de la cocina.

Prescripciones de confort de uso no obligatorio		
Mecanismo	Superficie/Longitud	Nº Aconsejado
Punto de luz	1 hasta 10 m ² (2 si S>10 m ²)	1 ó 2
Interruptor	Por punto de luz	---
Toma Calefacción eléctrica **	1 hasta 10 m ² (2 si S>10 m ²)	1 ó 2
Base 16 A (2P+T)	Encima del plano de Trabajo *	4
Toma Telefónica	Teléfono	1
Base 16 A (2P+T)	Lavadora, lavavajillas y Termo	3
Base 16 A (2P+T)**	Secadora	1
Base 16 A (2P+T)	Televisor	1
Base 16 A (2P+T)	Extractor y Frigorífico	2
Base 25 A (2P+T)	Cocina / Horno	1
** Cuando se prevea su instalación * Se colocarán fuera de un volumen delimitado por los planos verticales situados a 0.5m del fregadero y de la encimera de cocción o cocina		

Electrificación del Baño-Aseo

Prescripciones Reglamentarias		
Mecanismo	Superficie/Longitud	Nº Prescrito
Punto de luz	---	1
Interruptor 10 A	---	1
Base 16 A (2P+T)	---	1
Toma Calefacción eléctrica	---	1

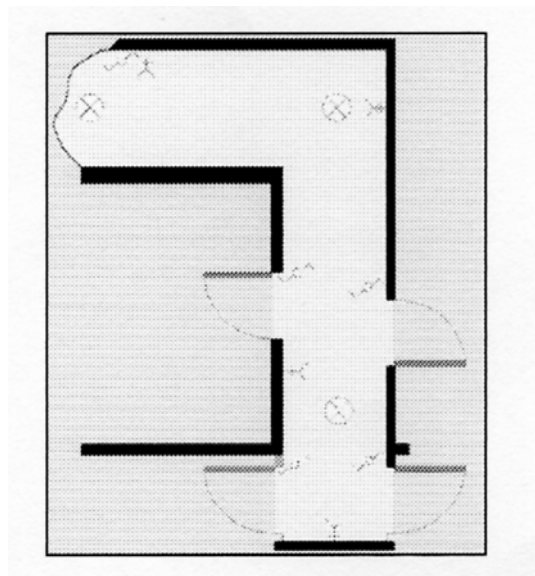
En la figura posterior se observa el plano de planta del baño-aseo.



Prescripciones de confort de uso no obligatorio		
Mecanismo	Superficie/Longitud	Nº Aconsejado
Punto de luz	---	2
Interruptor 10 A	Por punto de luz	2
Base 16 A (2P+T)	---	2
Toma Calefacción eléctrica*	---	1
* Cuando se prevea su instalación		

Electrificación del pasillo

Prescripciones Reglamentarias		
Mecanismo	Superficie/Longitud	Nº Prescrito
Punto de luz	1 cada 5 m de longitud	1
Interruptor 10 A	1 en cada acceso	1
Base 16 A (2P+T)	1 hasta 5 m (2 si L>5 m)	1 ó 2
Toma Calefacción eléctrica	---	1



En la figura superior se observa el plano de planta del pasillo.

Prescripciones de confort de uso no obligatorio		
Mecanismo	Superficie/Longitud	Nº Prescrito
Punto de luz	1 cada 5 m de longitud	2
Interruptor 10 A	1 en cada acceso	2
Base 16 A (2P+T)	1 hasta 5 m (1 adicional si L > 5 m)	1 ó 2
Toma Calefacción eléctrica*	---	1
* Cuando se prevea su instalación		

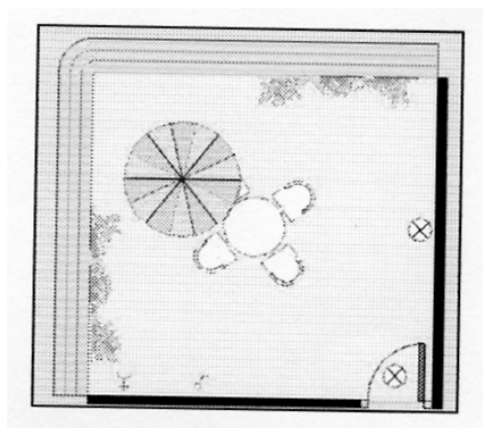
Electrificación de la terraza o jardín

En caso de que una vivienda disponga de jardín, la instalación eléctrica de éste debe de ser un circuito independiente del resto de la vivienda.

Las bases exteriores destinadas a alimentar aparatos fijos o móviles deberán estar protegidas por un diferencial independiente del de los circuitos interiores, de 30 mA.

Las bases, interruptores y luminarias instaladas en el jardín deberán tener un grado IP 44.

Prescripciones Reglamentarias		
Mecanismo	Superficie/Longitud	Nº Prescrito
Punto de luz	1 hasta 10 m ² (2 si S > 10 m ²)	1 ó 2
Interruptor	Por punto de luz	1

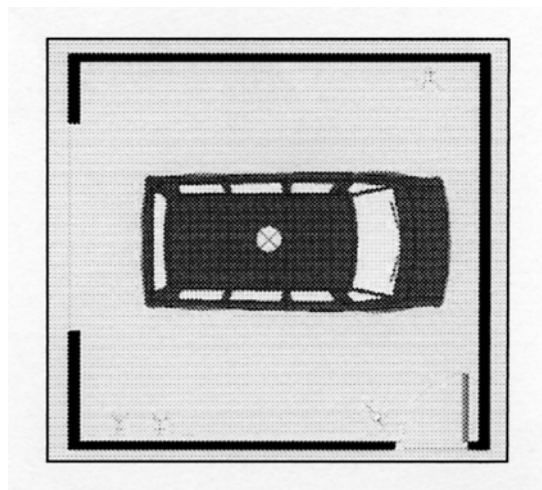


El dibujo superior corresponde al plano de planta en la terraza.

Prescripciones de confort de uso no obligatorio		
Mecanismo	Superficie/Longitud	Nº Prescrito
Punto de luz	Entrada	1
	Otra zona 1 hasta 10 m ² (2 si S > 10 m ²)	1 ó 2
Interruptor	Por punto de luz	1*
Base 16 A (2P+T)	---	2
* El o los puntos de luz instalados en el jardín pueden estar controlados por un interruptor horario programado para su encendido o apagado		

Electrificación del garaje unifamiliar

Prescripciones Reglamentarias		
Mecanismo	Superficie/Longitud	Nº Prescrito
Punto de luz	1 hasta 10 m ² (2 si S > 10 m ²)	1 ó 2
Interruptor	Por punto de luz	1
Base 16 A (2P+T)	1 hasta 10 m ² (2 si S > 10 m ²)	1 ó 2



La figura muestra el plano de planta del garaje unifamiliar.

Prescripciones de confort de uso no obligatorio		
Mecanismo	Superficie/Longitud	Nº Prescrito
Punto de luz*	1 hasta 10 m ² (2 si S >10 m ²)	1 ó 2
Interruptor	Por punto de luz	1
Base 16 A (2P+T)	---	2
* Es recomendable llevar a cabo la instalación de un circuito de alumbrado de emergencia. La iluminancia mínima para este tipo de estancias es de 150 lux.		

5.- Conductores

6.1. Naturaleza y Secciones

ITC-BT-26

6.1.1. Conductores activos

Los conductores activos serán de cobre, aislados y con una tensión asignada de 450/750 V, como mínimo.

Los circuitos y las secciones utilizadas serán, los indicados en la ITC-BT-25

Los conductores aislados comúnmente utilizados corresponden a los tipos:

Producto		Norma de aplicación
Tipo H07V-U	Conductor unipolar aislado de tensión asignada 450/750 V, con conductor de cobre clase 1 (-U) y, aislamiento de policloruro de vinilo (V)	UNE 21.031-3
Tipo H07V-R	Conductor unipolar aislado de tensión asignada 450/750 V, con conductor de cobre clase 2 (-R) y, aislamiento de policloruro de vinilo (V)	
Tipo H07V-K	Conductor unipolar aislado de tensión asignada 450/750 V, con conductor de cobre clase 5 (-K) y, aislamiento de policloruro de vinilo (V)	

La norma UNE 21 022 especifica las características constructivas y eléctricas de las diferentes clases de conductor.

Las clases definidas y el símbolo utilizado en la designación del cable son:

- clase 1: conductor rígido de un solo alambre (símbolo –U)
- clase 2: conductor rígido de varios alambres cableados (símbolo –R)
- clase 5: conductor flexible de varios alambres finos, no apto para usos móviles (símbolo –K)

6.1.2. Conductores de protección

ITC-BT-26

Los conductores de protección serán de cobre y presentarán el mismo aislamiento que los conductores activos. Se instalarán por la misma canalización que éstos y su sección será la indicada en la Instrucción ITC-BT-19.

Según lo indicado en la ITC-BT 19 y para las secciones habituales de los conductores de fase de las instalaciones interiores de viviendas, la sección del conductor de protección será igual a la del conductor de fase ya que no pueden emplearse conductores de fase de sección superior a 16 mm².

6.2. Identificación de los conductores

ITC-BT-26

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificados, especialmente por lo que respecta a los conductores neutro y 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 doble color amarillo-verde. 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 o negro. Cuando se considere necesario identificar tres fases diferentes, podrá utilizarse el color gris.

Conductor	Coloración
Neutro (o previsión de que un conductor de fase posteriormente a neutro)	Azul
Protección	Verde-amarillo
Fase	Marrón, negro o gris

ITC-BT-26	6.3. Conexiones Se realizarán conforme a lo establecido en el apartado 2.11 de la ITC-BT19. Se admitirá no obstante, las conexiones en paralelo entre bases de toma de corriente cuando éstas estén juntas y dispongan de bornes de conexión previstos para la conexión de varios conductores.
------------------	--

Producto	Norma de aplicación
Bornes de conexión	UNE-EN 60998
Bases de toma de corriente para uso doméstico o análogo	UNE 20315
Cajas de empalme y/o derivación	UNE 20451

Las bases de toma de corriente de 16 A según la norma UNE 20315 están previstas para la conexión de dos conductores por terminal, en cambio en las bases de 25 A no se exige normativamente esta característica.

Para facilitar su verificación, ensayos, mantenimiento y sustitución, las conexiones deberán ser accesibles.

Tal y como se indica en la ITC-BT 21 apto. 3.1. , en las canales protectoras de grado IP4X o superior y clasificadas como “canales con tapa de acceso que solo puede abrirse con herramientas” según la norma UNE-EN 50.085-1, se podrá realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

Como hemos visto anteriormente en la tabla 1 de la ITC-BT 25, tendremos una potencia prevista por toma en Watios para cada circuito de utilización:

Circuito de utilización	Potencia prevista por toma (W)	Grado de electrificación
Alumbrado	200	Básico
Tomas de uso general	3.450	
Cocina y horno	5.400	
Lavadora, lavavajillas y termo eléctrico	3.450	
Baño, cuarto de cocina	3.450	

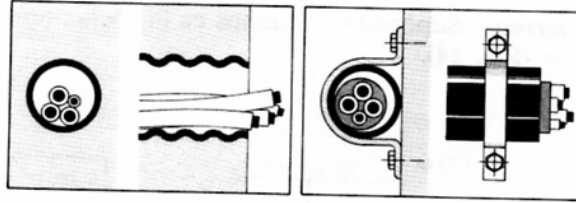
A continuación vamos a calcular la caída de tensión prevista en cada circuito según las potencias anteriores.

El límite de caída de tensión que viene detallado en las ITC-BT 14, 15 y 19 es el siguiente:

- Circuitos interiores en viviendas: 3%

Luego este porcentaje representa $\frac{3}{100} \cdot 230 = 6,9V$

6.- Tubos Protectores



1. TUBOS PROTECTORES

ITC-BT-21

1.1. Generalidades.

Los tubos protectores pueden ser:

- Tubo y accesorios metálicos
- Tubo y accesorios no metálicos
- Tubo y accesorios compuestos

Los tubos se clasifican según lo dispuesto en las normas siguientes:

UNE-EN 50.086 -2-1: Sistemas de tubos rígidos

UNE-EN 50.086 -2-2: Sistemas de tubos curvables

UNE-EN 50.086 -2-3: Sistemas de tubos flexibles

UNE-EN 50.086 -2-4: Sistemas de tubos enterrados

Las características de protección de la unión entre el tubo y sus accesorios no deben ser inferiores a los declarados para el sistema de tubos.

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

Las dimensiones de los tubos no enterrados y con unión roscada utilizados en las instalaciones eléctricas son las que se prescriben en la UNE-EN 60.423. Para los tubos enterrados, las dimensiones se corresponden con las indicadas en la norma UNE-EN 50.086 -2-4. Para el resto de los tubos, las dimensiones serán las establecidas en la norma correspondiente de las citadas anteriormente. La denominación se realizará en función del diámetro exterior.

El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante.

En lo relativo a la resistencia a los efectos del fuego considerados en la norma particular para cada tipo de tubo, se seguirá lo establecido por la aplicación de la Directiva de Productos de la Construcción (89/106/CEE)

Ahora vamos a ver las características mínimas de los tubos, en función de su tipo

ITC-BT-21

1.2. Características mínimas de los tubos, en función del tipo de instalación

1.2.1. Tubos en canalizaciones fijas en superficie

En las canalizaciones superficiales, los tubos deberán ser preferentemente rígidos y en casos especiales podrán usarse tubos curvables. Sus características mínimas serán las indicadas en la tabla 1.

Tabla 1. Características mínimas para tubos en canalizaciones superficiales ordinarias fijas

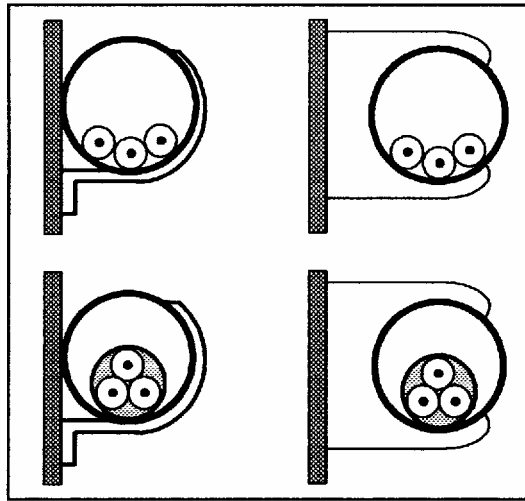
Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+60°C
Resistencia al curvado	1-2	Rígido/curvable
Propiedades eléctricas	1-2	Continuidad eléctrica/aislante
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

El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en las normas UNE-EN 50.086 -2-1, para tubos rígidos y UNE-EN 50.086 -2-2, para tubos curvables.

Los tubos deberán tener un diámetro tal que permitan un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores aislados. En la tabla 2 figuran los diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir.

de instalación.

En la siguiente página observamos un ejemplo de tubos en canalizaciones fijas en superficie.



La dimensión que define a un tubo protector es su diámetro interior nominal, d , en función del cual se fija el número de conductores que puede alojar.

Cuando los tubos son de material aislante (flexibles o rígidos) y están empotrados, su diámetro mínimo lo encontramos en la tabla siguiente. Estos valores se refieren a conductores aislados con PVC, que es el caso más frecuente.

Para alojar por ejemplo 4 conductores de 6 mm^2 basta con un tubo de 20 mm. Si deseamos meter 5 conductores, ya habrá que pasar al tubo de 25 mm. En casos muy ajustados como éste o similares, es práctica habitual escoger ya el diámetro inmediatamente superior.

ITC-BT-21

Tabla 2. Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir

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

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

Ahora vamos a ver tubos en canalizaciones empotradas que es el tipo de instalación que utilizaremos nosotros en nuestro edificio.

ITC-BT-21

1.2.2. Tubos en canalizaciones empotradas

En las canalizaciones empotradas, los tubos protectores podrán ser rígidos, curvables o flexibles y sus características mínimas se describen en la tabla 3 para tubos empotrados en obras de fábrica (paredes, techos y falsos techos), huecos de la construcción o canales protectoras de obra y en la tabla 4 para tubos empotrados embebidos en hormigón.

Las canalizaciones ordinarias precableadas destinadas a ser empotradas en ranuras realizadas en obra de fábrica (paredes, techos y falsos techos) serán flexibles o curvables y sus características mínimas para instalaciones ordinarias serán las indicadas en la tabla 4.

Ahora observamos diferentes figuras de tubos en **canalizaciones diferentes**:

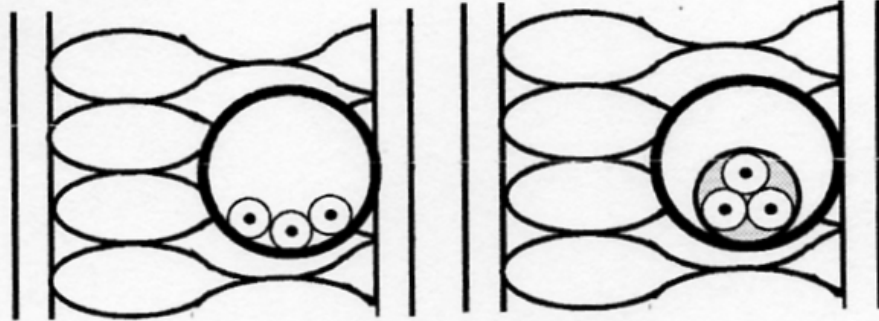


Figura B Tubos en canalizaciones empotradas en paredes térmicamente aislantes

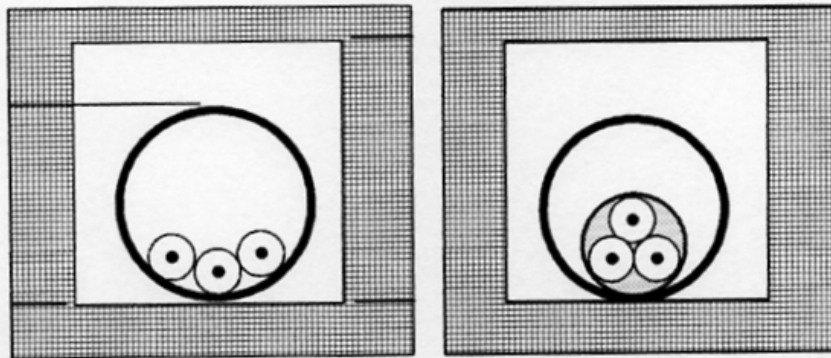


Figura C Tubos en canalizaciones en huecos de la construcción o en falsos suelos o falsos techos

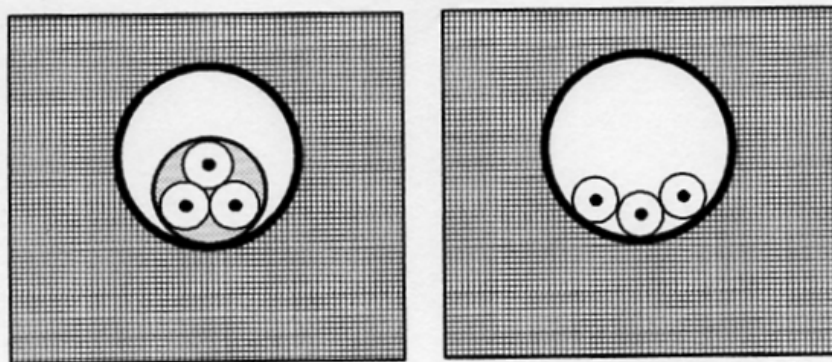


Figura D Tubos en canalizaciones empotradas en paredes de obra

Tabla 3. Características mínimas para tubos en canalizaciones empotradas ordinarias en obra de fábrica (paredes, techos y falsos techos), huecos de la construcción y canales protectoras de obra

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	2	Ligera
Resistencia al impacto	2	Ligera
Temperatura mínima de instalación 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

Tabla 4. Características mínimas para tubos en canalizaciones empotradas ordinarias embebidas en hormigón y para canalizaciones precableadas

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

⁽¹⁾ Para canalizaciones precableadas ordinarias empotradas en obra de fábrica (paredes, techos y falsos techos) se acepta una temperatura máxima de instalación y servicio código 1; +60°C.

El cumplimiento de las características indicadas en las tablas 3 y 4 se realizará según los ensayos indicados en las normas UNE-EN 50.086 -2-1, para tubos rígidos, UNE-EN 50.086 -2-2, para tubos curvables y UNE-EN 50.086 -2-3, para tubos flexibles.

Los tubos deberán tener un diámetro tal que permitan un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores aislados. En la Tabla 5 figuran los diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir.

Las tablas 3 y 4 marcan las características mínimas para los sistemas de instalación empotrados.

ITC-BT-21

Tabla 5. Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir

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

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

Ahora vamos a ver otros dos tipos de instalaciones que son en canalizaciones aéreas o con tubos al aire y tubos en canalizaciones enterradas.

1.2.3. Canalizaciones aéreas o con tubos al aire

ITC-BT-21

En las canalizaciones al aire, destinadas a la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida, los tubos serán flexibles y sus características mínimas para instalaciones ordinarias serán las indicadas en la Tabla 6.

Se recomienda no utilizar este tipo de instalación para secciones nominales de conductor superiores a 16 mm².

Para determinar la sección del conducto y el número y la sección de los cables que a instalar se tendrán en cuenta los criterios de la tabla 9.

ITC-BT-21

Tabla 9. Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir

Sección nominal de los conductores unipolares (mm ²)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	≤ 6	7	8	9	10
1,5	25	32	32	32	32
2,5	32	32	40	40	40
4	40	40	40	40	50
6	50	50	50	63	63
10	63	63	63	75	75
16	63	75	75	75	90
25	90	90	90	110	110
35	90	110	110	110	125
50	110	110	125	125	140
70	125	125	140	160	160
95	140	140	160	160	180
120	160	160	180	180	200
150	180	180	200	200	225
185	180	200	225	225	250
240	225	225	250	250	--

Para más de 10 conductores por tubo o para conductores o cables de secciones diferentes a instalar en el mismo tubo, su sección interior será como mínimo, igual a 4 veces la sección ocupada por los conductores.

El número de conductores que contiene un tubo protector, así como su diámetro interior, se indican en el esquema unifilar. En las figuras 30 y 31 vemos los esquemas

circuital y unifilar de la interconexión entre dos cajas de derivación atravesadas por un circuito de alumbrado.

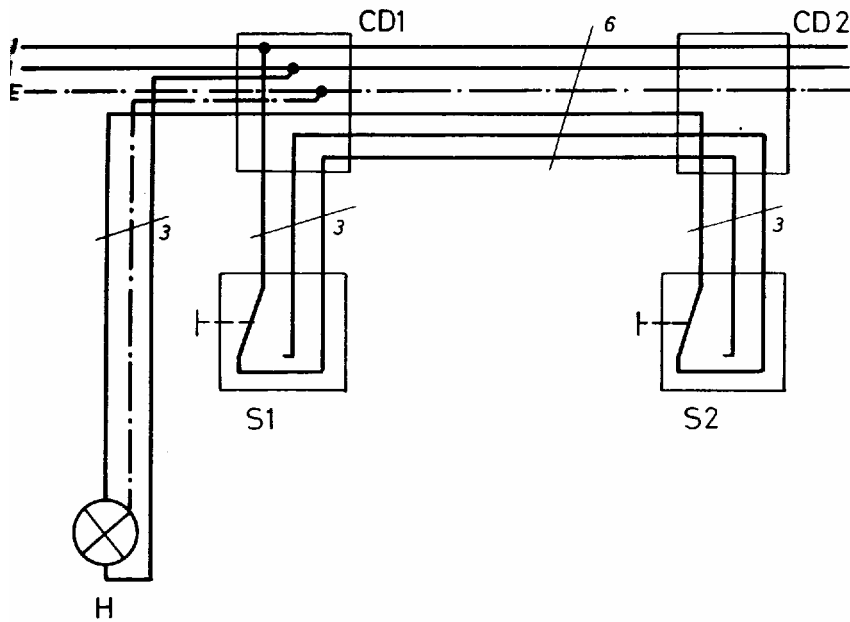


Fig. 30

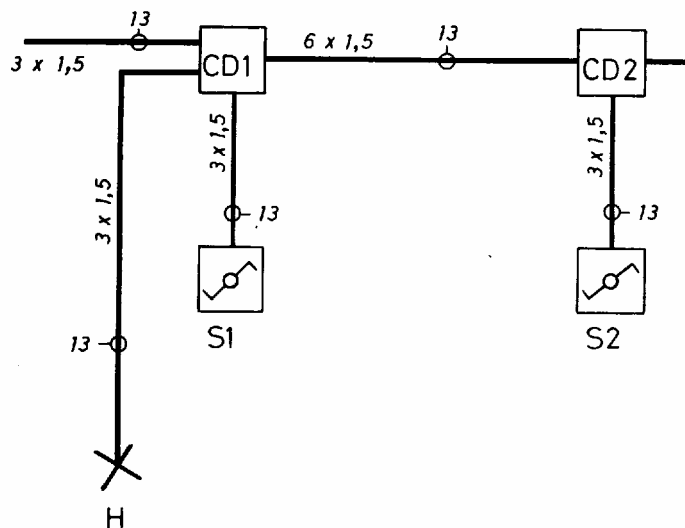


Fig. 31

Ahora veremos como se realizará la instalación y la colocación de los tubos, con los diferentes tipos de montajes.

2. INSTALACIÓN Y COLOCACIÓN DE LOS TUBOS

ITC-BT-21

La instalación y puesta en obra de los tubos de protección deberá cumplir lo indicado a continuación y en su defecto lo prescrito en la norma UNE 20.460-5-523 y en las ITC-BT-19 e ITC-BT-20.

2.1. Prescripciones generales

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

- * El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- * Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.

* Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN 50.086 -2-2.

* Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.

* Los registros podrán estar destinadas únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.

* Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.

* En ningún caso se permitirá la unión de conductores como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse asimismo, la utilización de bridas de conexión. El retorcimiento o arrollamiento de conductores no se refiere a aquellos casos en los que se utilice cualquier dispositivo conector que asegure una correcta unión entre los conductores aunque se produzca un retorcimiento parcial de los mismos y con la posibilidad de que puedan desmontarse fácilmente. Los bornes de conexión para uso doméstico o análogo serán conformes a lo establecido en la correspondiente parte de la norma UNE-EN 60.998.

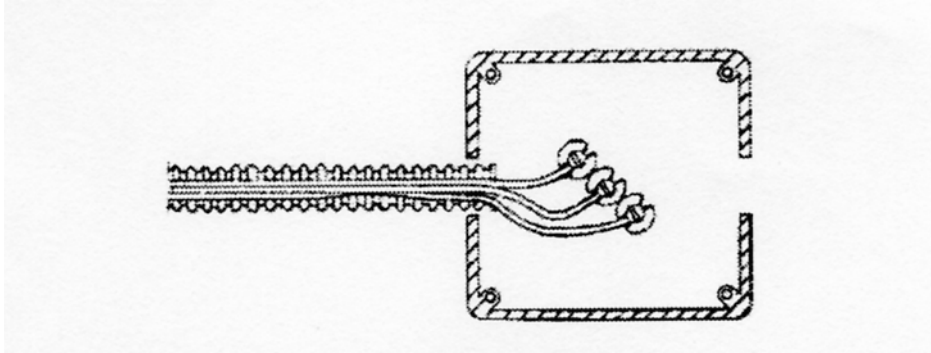
* Durante la instalación de los conductores para que su aislamiento no pueda ser dañado por su roce con los bordes libres de los tubos, los extremos de éstos, cuando sean metálicos y penetren en una caja de conexión o aparato, estarán provistos de boquillas con bordes redondeados o dispositivos equivalentes, o bien los bordes estarán convenientemente redondeados.

* En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta las posibilidades de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.

* Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.

* No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

A continuación observamos un ejemplo de instalación de una caja para previsión de conexión de futuros receptores.



En los siguientes apartados analizaremos los montajes fijos en superficie y los montajes fijos empotrados.

2.2. Montaje fijo en superficie

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

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

2.3. Montaje fijo empotrado

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, las recomendaciones de la tabla 8 y las siguientes prescripciones:

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

Tabla 10

ELEMENTO CONSTRUCTIVO	Colocación del tubo antes de terminar la construcción y revestimiento (*)	Preparación de la roza o alojamiento durante la construcción	Ejecución de la roza después de la construcción y revestimiento	OBSERVACIONES
Muros de:				
ladrillo macizo	SI	X	SI	Únicamente en rozas verticales y en las horizontales situadas a una distancia del borde superior del muro inferior a 50 cm. La roza, en profundidad, sólo interesará a un tabiquillo de hueco por ladrillo. La roza en profundidad, sólo interesará a un tabiquillo de hueco por ladrillo. No se colocarán los tubos en diagonal.
ladrillo hueco, siendo el nº de huecos en sentido transversal:				
- uno	SI	X	SI	
- dos o tres	SI	X	SI	
- mas de tres	SI	X	SI	
bloques macizos de hormigón	SI	X	X	
bloques huecos de hormigón	SI	X	NO	
hormigón en masa	SI	SI	X	
hormigón armado	SI	SI	X	
Forjados:				
placas de hormigón	SI	SI	NO	(**) Es admisible practicar un orificio en la cara inferior del forjado para introducir los tubos en un hueco longitudinal del mismo
forjados con nervios	SI	SI	NO	
forjados con nervios y elementos de relleno	SI	SI	NO (**)	
forjados con viguetas y bovedillas	SI	SI	NO (**)	
forjados con viguetas y tableros y revoltón	SI	SI	NO (**)	
de rasilla	SI	SI	NO	

X: Difícilmente aplicable en la práctica

(*): Tubos blindados únicamente

2.4. Montaje al aire.

Solamente está permitido su uso para la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida desde canalizaciones prefabricadas y cajas de derivación fijadas al techo. Se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

La longitud total de la conducción en el aire no será superior a 4 metros y no empezará a una altura inferior a 2 metros.

Se prestará especial atención para que las características de la instalación establecidas en la tabla 6 se conserven en todo el sistema especialmente en las conexiones.

Ahora analizaremos el montaje al aire.

ITC-BT-21

2.4. Montaje al aire

Solamente está permitido su uso para la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida desde canalizaciones prefabricadas y cajas de derivación fijadas al techo. Se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

La longitud total de la conducción en el aire no será superior a 4 metros y no empezará a una altura inferior a 2 metros.

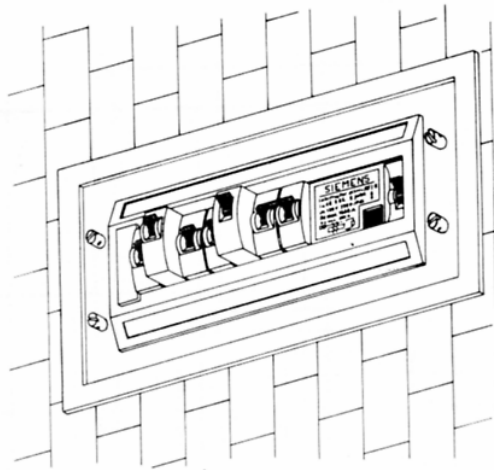
Se prestará especial atención para que las características de la instalación establecidas en la tabla 6 se conserven en todo el sistema especialmente en las conexiones.

7.- Cuadro General de Distribución. CGD

ITC-BT-26

El cuadro general de distribución estará de acuerdo con lo indicado en la **ITC-BT-17**. En este mismo cuadro se dispondrán los bornes o pletinas para la conexión de los conductores de protección de la instalación interior con la derivación de la línea principal de tierra.

Como lo acabamos de ver, a continuación obtendremos la información necesaria del cuadro general de protección, en la ITC-BT-17, donde nos hablan de los dispositivos generales e individuales de mando y protección, interruptor de control de potencia; en la cual se hallan las normas que están de acuerdo con lo establecido respecto al cuadro general de distribución.



El cuadro estará construido de materiales adecuados no inflamables y se situará en lugar fácilmente accesible y de uso general.

ITC-BT-

1. DISPOSITIVOS GENERALES E INDIVIDUALES DE MANDO Y PROTECCIÓN. INTERRUPTOR DE CONTROL DE POTENCIA.

1.1 Situación

Los dispositivos generales de mando y protección se situarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual en el local o vivienda del usuario. En viviendas y en locales comerciales e industriales en los que proceda, se colocará una caja para el

A continuación, trataremos sobre la composición y características de los cuadros.

ITC-BT-17

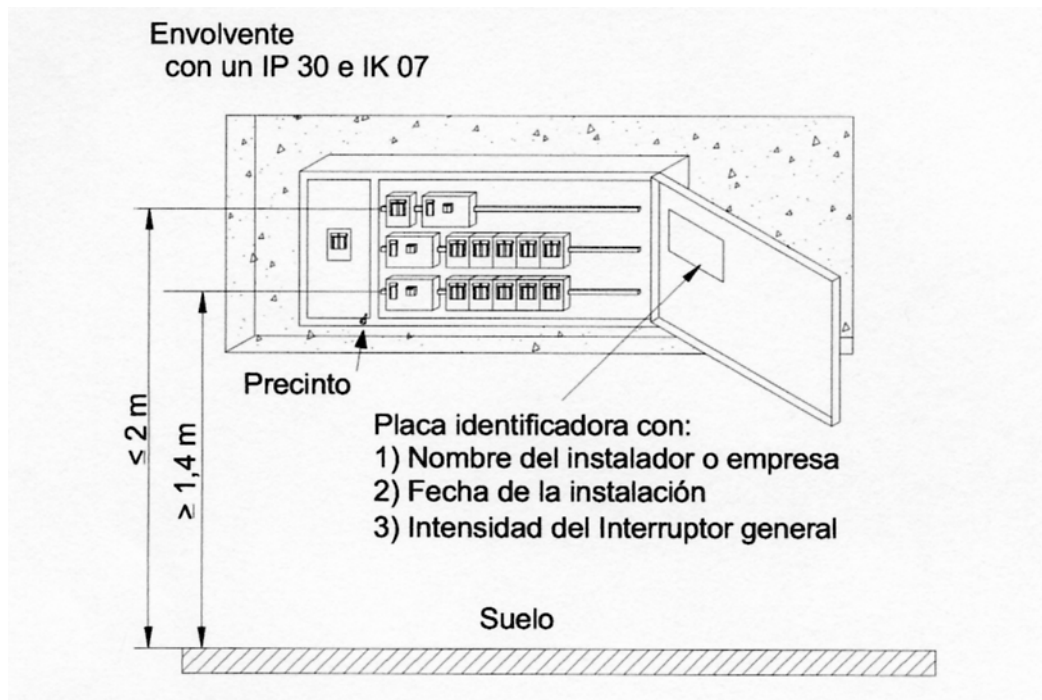
1.2 Composición y características de los cuadros.

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

Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE 20.451 y UNE-EN 60.439-3 con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20.324 e IK07 según UNE-EN 50.102. La envolvente para el interruptor de control de potencia será precintable y sus dimensiones estarán de acuerdo con el tipo de suministro y tarifa a aplicar. Sus características y tipo corresponderán a un modelo oficialmente

Aplicando el principio de seguridad equivalente, es posible, en instalaciones industriales, que los dispositivos de mando y protección (según la serie UNE-EN 60947) se dispongan en posición horizontal, siempre que dicha posición de montaje esté prevista en las instrucciones de montaje del fabricante del dispositivo de mando y protección, aplicando en su caso, los coeficientes de intensidad que se indiquen en dichas instrucciones.

En la figura de abajo observamos las características y ejemplo del cuadro general de mando y protección.



Ahora trataremos sobre las características más importantes que poseen los dispositivos de protección.

ITC-BT-17

1.3 Características principales de los dispositivos de protección.

El **interruptor general automático** de corte omnipolar tendrá poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación, 4500 A como mínimo.

Los demás interruptores automáticos y diferenciales deberán resistir las corrientes de cortocircuito que puedan presentarse en el punto de su instalación. La sensibilidad de los **interruptores diferenciales** responderá a lo señalado en la Instrucción ITC-BT-24.

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

sobre el cuadro general de distribución.

ITC-BT-

El instalador fijará de forma permanente sobre el cuadro de distribución una placa, impresa con caracteres indelebles, en la que conste su nombre o marca comercial, fecha en que se realizó la instalación, así como la intensidad asignada del interruptor general automático, que de acuerdo con lo señalado en las Instrucciones ITC-BT-10 e ITC-BT-25, corresponda a la vivienda.

Sobre la Instrucciones ITC-BT-10 y ITC-BT-25, ya hemos hablado anteriormente por lo que no vemos necesario volver a repetir de nuevo dichas Instrucciones, excepto algunos puntos de la ITC-BT-25 que recordaremos a continuación.

ITC-BT-25**2. CIRCUITOS INTERIORES****2.1 Protección general**

Los circuitos de protección privados se ejecutarán según lo dispuesto en la ITC-BT-17 y constarán como mínimo de:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar con accionamiento manual, de intensidad nominal mínima de 25 A y dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos. El interruptor general es independiente del interruptor para el control de potencia (ICP) y no puede ser sustituido por éste.

ITC-BT-25

- Uno o varios interruptores diferenciales que garanticen la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos, con una intensidad diferencial-residual máxima de 30 mA e intensidad asignada superior o igual que la del interruptor general. Cuando se usen interruptores diferenciales en serie, habrá que garantizar que todos los circuitos queden protegidos frente a intensidades diferencial-residual de 30 mA como máximo, pudiéndose instalar otros diferenciales de intensidad superior a 30 mA en serie, siempre que se cumpla lo anterior.

Para instalaciones de viviendas alimentadas con redes diferentes a las de tipo TT, que eventualmente pudieran autorizarse, la protección contra contactos indirectos se realizará según se indica en el apartado 4.1 de la ITC-BT-24.

- Dispositivos de protección contra sobretensiones, si fuese necesario, conforme a la ITC-BT-23.

Sobre las sobreintensidades, o sea sobre los PIA-s trataremos ahora en la ITC-BT-22, donde vamos a representar todo lo necesario.

ITC-BT-22

1. PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES**1.1 Protección contra sobreintensidades.**

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Las sobreintensidades pueden estar motivadas por:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia.
- Cortocircuitos.
- Descargas eléctricas atmosféricas.

a) Protección contra sobrecargas. El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado.

El dispositivo de protección podrá estar constituido por un interruptor automático de corte omipolar con curva térmica de corte, o por cortacircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.

ITC-BT-22

b) Protección contra cortocircuitos. En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión. Se admite, no obstante, que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados.

Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte omipolar.

La norma **UNE 20.460** –4-43 recoge en su artículo todos los aspectos requeridos para los dispositivos de protección en sus apartados:

- 432➔ Naturaleza de los dispositivos de protección.
- 433➔ Protección contra las corrientes de sobrecarga.
- 434➔ Protección contra las corrientes de cortocircuito.
- 435➔ Coordinación entre la protección contra las sobrecargas y la protección contra los cortocircuitos.
- 436➔ Limitación de las sobreintensidades por las características de alimentación.

A continuación trataremos sobre como se aplican las protecciones contra sobreintensidades y las medidas de protección.

ITC-BT-

1.2 Aplicación de las medidas de protección.

La norma **UNE 20.460 –4-473** define la aplicación de las medidas de protección expuestas en la norma **UNE 20.460 –4-43** según sea por causa de sobrecargas o cortocircuito, señalando en cada caso su emplazamiento u omisión, resumiendo los diferentes casos en la siguiente tabla:

TABLA 1.

Circuitos	3F + N								3F			F + N		2F	
	$S_N > S_F$				$S_N < S_F$										
Esquemas	F	F	F	N	F	F	F	N	F	F	F	F	N	F	F
TN-C	P	P	P	-	P	P	P	$\neg_{(1)}$	P	P	P	P	-	P	P
TN-S	P	P	P	-	P	P	P	$P_{(3)(5)}$	P	P	P	P	-	P	P
TT	P	P	P	-	P	P	P	$P_{(3)(5)}$	P	P	$P_{(2)(4)}$	P	-	P	$P_{(2)}$
IT	P	P	P	$P_{(3)(6)}$	P	P	P	$P_{(3)(6)}$	P	P	P	P	$P_{(6)(3)}$	P	$P_{(2)}$

P: significa que debe preverse un dispositivo de protección (detección) sobre el conductor correspondiente.

SN: Sección del conductor de neutro.

SF: Sección del conductor de fase.

(1): Admisible si el conductor de neutro está protegido contra los cortocircuitos por el dispositivo de protección de los conductores de fase y la intensidad máxima que recorre el conductor neutro en servicio normal es netamente inferior al valor de intensidad admisible en este conductor.

(2): Excepto cuando haya protección diferencial.

(3): En este caso el corte y la conexión del conductor de neutro debe ser tal que el conductor neutro no sea cortado antes que los conductores de fase y que se conecte al mismo tiempo o antes que los conductores de fase.

(4): En el esquema TT sobre los circuitos alimentados entre fases y en los que el conductor de neutro no es distribuido, la detección de sobreintensidades puede no estar prevista sobre uno de los conductores de fase, si existe sobre el mismo circuito aguas arriba una protección diferencial que corte todos los conductores de fase y si no existe distribución del conductor de neutro a partir de un punto neutro artificial en los circuitos situados aguas abajo del dispositivo de protección diferencial antes mencionado.

(5): Salvo que el conductor de neutro esté protegido contra los cortocircuitos por el dispositivo de protección de los conductores de fase y la intensidad máxima que recorre el conductor neutro en servicio normal sea netamente inferior al valor de intensidad admisible en este conductor.

(6): Salvo si el conductor neutro está efectivamente protegido contra los cortocircuitos o si existe aguas arriba una protección diferencial cuya corriente diferencial-residual nominal sea como máximo igual a 0,15 veces la corriente admisible en el conductor neutro correspondiente. Este dispositivo debe cortar todos los conductores activos del circuito correspondiente, incluido el conductor neutro.

A continuación desarrollaremos sobre las **protecciones contra sobretensiones**.

ITC-BT-

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN.

Esta Instrucción trata de la protección de las instalaciones eléctricas interiores contra sobretensiones transitorias que se transmiten por las redes de distribución y que se originan, finalmente, como consecuencia de las descargas atmosféricas, conmutaciones de redes y defectos en las mismas.

ITC-BT-

El nivel de sobretensión que puede aparecer en la red es función del: nivel isoceraúnico estimado, tipo de acometida aérea o subterránea, proximidad del transformador de MT/BT, etc. La incidencia que la sobretensión puede tener en la seguridad de las personas, instalaciones y equipos, así como su repercusión en la continuidad del servicio es función de:

- La coordinación del aislamiento de los equipos.
- Las características de los dispositivos de protección contra sobretensiones, su instalación y su ubicación.
- La existencia de una adecuada red de tierras.

Esta Instrucción contiene las indicaciones a considerar para cuando la protección contra sobretensiones está prescrita o recomendada en las líneas de alimentación principal 230/400 V en corriente alterna, no contemplándose en la misma otros casos como, por ejemplo, la protección de señales de medida, control y telecomunicación.

Siguiendo con lo establecido, lo siguiente que vamos a desarrollar va a ser las categorías de las sobretensiones.

ITC-BT-

2. CATEGORÍAS DE LAS SOBRETENSIONES

2.1. Objeto de las categorías.

Las categorías de sobretensiones permiten distinguir los diversos grados de tensión soportada a las sobretensiones en cada una de las partes de la instalación, equipos y receptores. Mediante una adecuada selección de la categoría, se puede lograr la coordinación del aislamiento necesario en el conjunto de la instalación, reduciendo el riesgo de fallo a un nivel aceptable y proporcionando una base para el control de la sobretensión.

Las categorías indican los valores de tensión soportada a la onda de choque de sobretensión que deben de tener los equipos, determinando, a su vez, el valor límite máximo de tensión residual que deben permitir los diferentes dispositivos de protección de cada zona para evitar el posible daño de dichos equipos. La reducción de las sobretensiones de entrada a valores inferiores a los indicados en cada categoría se consigue con una estrategia de protección en cascada que integra tres niveles de protección: basta, media y fina, logrando de esta forma un nivel de tensión residual no peligroso para los equipos y una capacidad de derivación de energía que prolonga la vida y efectividad de los dispositivos de protección.

ITC-BT-

2.2. Descripción de las categorías de sobretensiones.

En la tabla 1 se distinguen 4 categorías diferentes, indicando en cada caso el nivel de tensión soportada a impulsos, en kV, según la tensión nominal de la instalación.

Categoría I

Se aplica a los equipos muy sensibles a las sobretensiones y que están destinados a ser conectados a la instalación eléctrica fija. En este caso, las medidas de protección se toman fuera de los equipos a proteger, ya sea en la instalación fija o entre la instalación fija y los equipos, con objeto de limitar las sobretensiones a un nivel específico.

A continuación, después de ver las categorías de las sobretensiones, veremos como hay que tomar las medidas para el correcto control de las sobretensiones.

ITC-BT-23**3. MEDIDAS PARA EL CONTROL DE LAS SOBRETENSIONES**

Es preciso distinguir dos tipos de sobretensiones:

- Las producidas como consecuencia de la descarga directa del rayo. Esta Instrucción no trata el caso.
- Las debidas a la influencia de la descarga lejana del rayo, conmutaciones de la red, defectos de red, efectos inductivos, capacitivos, etc.

Se pueden presentar dos situaciones diferentes:

- Situación natural: Cuando no es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias.

ITC-BT-**3.1. Situación natural**

Cuando se prevé un bajo riesgo de sobretensiones en una instalación (debido a que está alimentada por una red subterránea en su totalidad), se considera suficiente la resistencia a las sobretensiones de los equipos que se indica en la tabla 1 y no se requiere ninguna protección suplementaria contra las sobretensiones transitorias.

Una línea aérea constituida por conductores aislados con pantalla metálica unida a tierra en sus dos extremos se considera equivalente a una línea subterránea.

3.2. Situación controlada

Cuando una instalación se alimenta por o incluye una línea aérea con conductores

Después de ver las medidas para el control de las sobretensiones, comentaremos el como se deben seleccionar los materiales en la instalación.

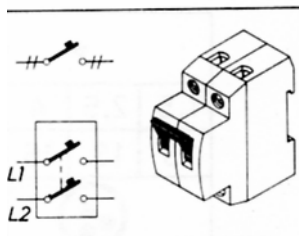
4. SELECCIÓN DE LOS MATERIALES EN LA INSTALACIÓN						ITC-BT-
Los equipos y materiales deben escogerse de manera que su tensión soportada a impulsos no sea inferior a la tensión soportada prescrita en la tabla 1, según su categoría. Los equipos y materiales que tengan una tensión soportada a impulsos inferior a la indicada en la tabla 1, se pueden usar, no obstante: - En situación natural. Cuando el riesgo sea aceptable.						
Tabla 1.						ITC-BT-23
TENSIÓN NOMINAL DE LA INSTALACIÓN		TENSIÓN SOPORTADA A IMPULSOS 1,2/50 (kV)				
SISTEMAS TRIFÁSICOS	SISTEMAS MONOFÁSICOS	CATEGORÍA IV	CATEGORÍA III	CATEGORÍA II	CATEGORÍA I	
230/400	230	6	4	2,5	1,5	
400/690	-	8	6	4	2,5	

Pequeños Interruptores Automáticos, PIAs

Todo circuito interior que parte de un cuadro de distribución podrá conectarse y desconectarse en carga.

Todo circuito interior estará protegido contra sobreintensidades que puedan presentarse en él mismo. Estas sobreintensidades pueden estar motivadas por sobrecargas o cortocircuitos. Todos los conductores, excepto el de protección, estarán protegidos.

Las dos funciones antedichas, mando manual en carga y protección, son realizadas por los PIAs. En la siguiente figura vemos uno bipolar junto a sus símbolos correspondientes.



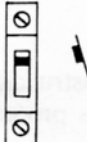
En la siguiente tabla observamos la intensidad máxima referida a conductores con aislamiento de goma o PVC y alojados dentro de un tubo protector.

● (mm ²)	1,5	2,5	4	6	10	16
$I_{max.}$ (Amps)	12	17	23	29	40	54



En la siguiente tabla tenemos las intensidades nominales de los PIAs. Existen además los valores de 6 A y 16 A, fuera de norma y otros valores superiores.

I_n (Amps)	5	8	10	15	20	25	32	38
--------------	---	---	----	----	----	----	----	----



Los PIAs serán los apropiados a los circuitos a proteger, respondiendo en su funcionamiento a las curvas intensidad-tiempo adecuadas.

Esto significa que un PIA debe desconectar con la debida rapidez cuando es atravesado por una sobreintensidad. Los PIAs llamados de curva U son los más usados en cuadros de viviendas; al ser atravesados por diversas intensidades I , desconectan en los siguientes tiempos t :

La capacidad de corte de los PIAs estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que

	I	t
	$1,1 I_n$	$< 1 \text{ hora}$
	$2,5 I_n$	$1 \text{ seg.} < t < 60 \text{ segs.}$
	$4 I_n < I < 9 I_n$	$< 0,1 \text{ segs.}$

pueda presentarse en el punto de su utilización.

Cuando se produce un cortocircuito por la unión accidental de conductores activos (en una toma de corriente, en el casquillo de un portalámparas, etc.), la intensidad en ese circuito interior alcanzaría algunos miles de amperios de no impedirlo el PIA que desconecta en milisegundos. Esa capacidad de desconexión nos define el poder de corte de un PIA, cuyos valores normalizados son:

	P _c	1500 A	3000 A	4500 A	6000 A	10000 A
--	----------------	--------	--------	--------	--------	---------

Queda por último la tensión nominal del PIA que se indicará con valor (entre fases) si es bipolar.

Aclaremos con algunos ejemplos la denominación de un pequeño interruptor automático y la forma en que se presentan sus datos.

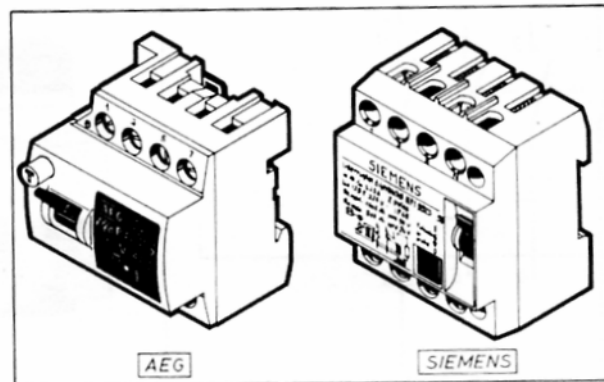
	U (20 A) - 220 V ~	4500
	U (32 A) - 220/380 ~	6000
	U (16 A) - 220/380 ~	6000
	U (25 A) - 380 ~	10000

Interruptor diferencial, ID

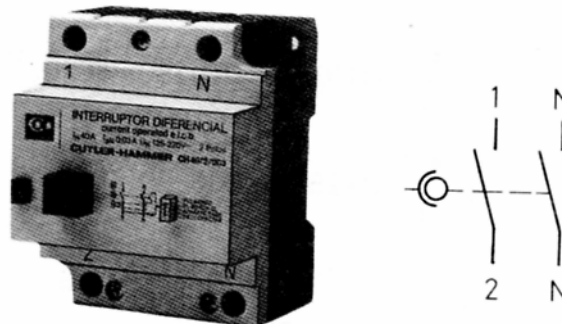
Su misión consiste en desconectar automáticamente los conductores activos que alimentan a los PIAs, cuando en algún circuito interior se produce una corriente de defecto, es decir, una

derivación a tierra. Esta derivación puede producirse, por ejemplo, en algún electrodoméstico, cuando sus conductores pierden aislamiento. Ello acarrea un peligro para las personas y riesgo de incendio.

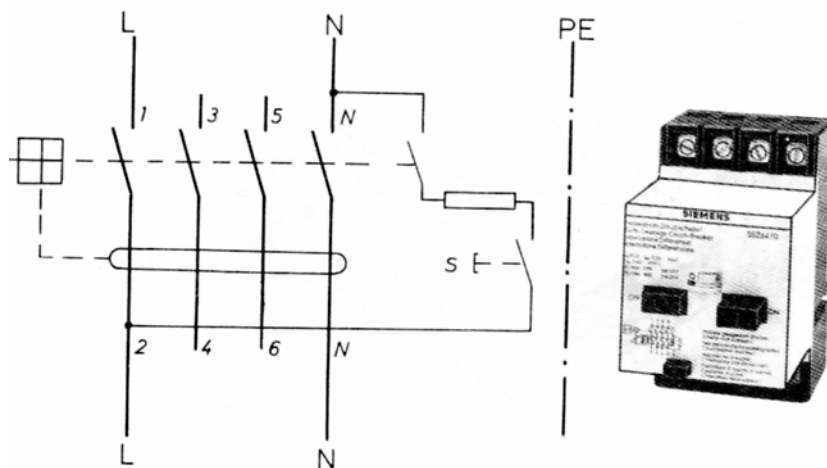
Las siguientes figuras nos muestran el aspecto exterior de dos tipos diferentes.



El interruptor diferencial tendrá corte omnipolar, es decir, que desconectará todos los conductores activos. En el caso de viviendas con suministro monofásico será bipolar:



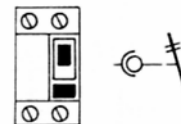
Un interruptor diferencial tetrapolar se empleará en viviendas con suministro trifásico. También puede emplearse cuando el suministro es monofásico, con la sola precaución de utilizar los polos de los que toma el dispositivo de prueba (polos 1-2 y N-N de la siguiente figura). De otro modo, el dispositivo diferencial funciona correctamente, pero no así el de verificación.



El conductor de tierra que llega al cuadro no debe atravesar el interruptor diferencial (como podría hacerse en el caso de la figura anterior), porque entonces el dispositivo de disparo diferencial no funcionaría y toda la instalación interior quedaría sin protección frente a contactos indirectos.

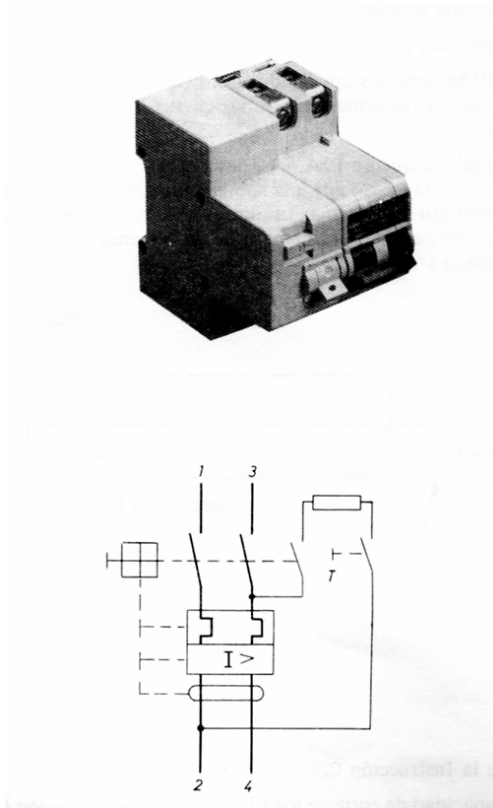
Las intensidades nominales de los diferenciales son:

I_n (Amps)	16	25	32	40	63
--------------	----	----	----	----	----



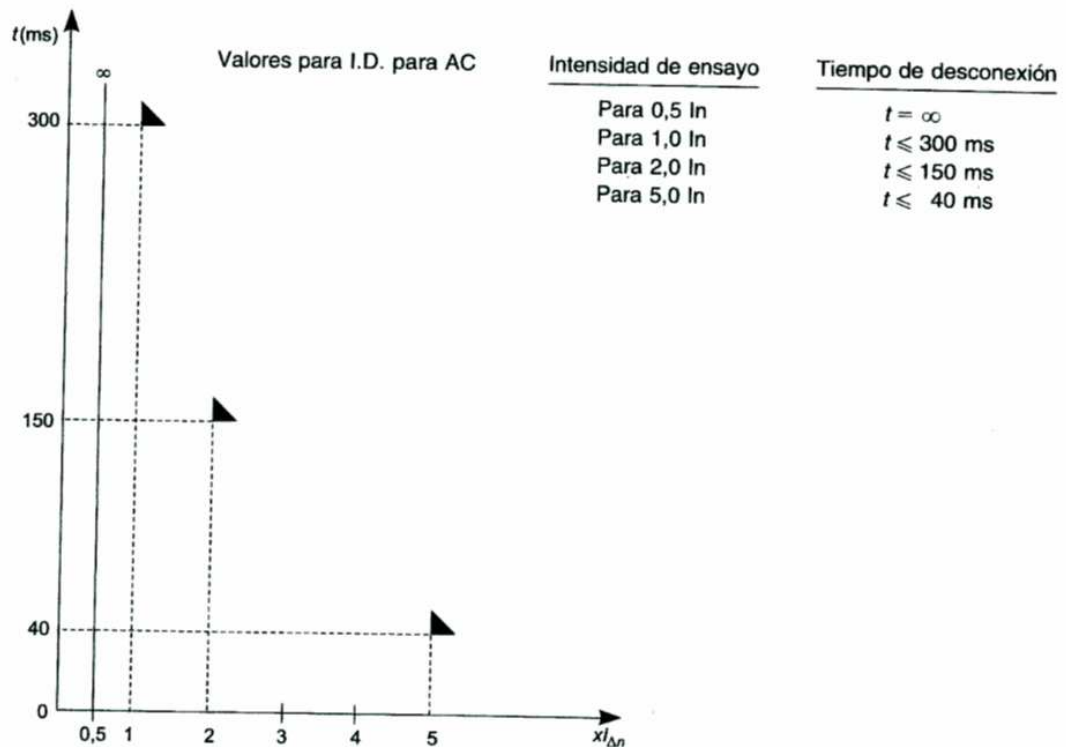
Se escogerá un interruptor diferencial con la intensidad nominal superior a la del IGA.

Existen actualmente interruptores diferenciales que tienen incorporada protección contra sobrecorrientes. Realizan conjuntamente la función del I.G.A. y del I.D. y su instalación en cuadros de distribución esta autorizada por el REBT.



En la siguiente página observamos curvas de disparo para interruptores automáticos diferenciales.

CURVAS DE DISPARO PARA INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS DIFERENCIALES SEGÚN EN 61.008, IEC 1008, DIN VDE 0641



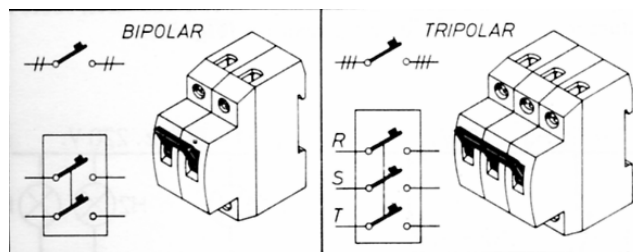
	Clase de corriente		Corriente de desconexión
1	Corrientes de defecto alternas		0,5 ... 1 $I_{\Delta n}$
2	Corrientes de defecto continuas pulsantes. Corriente de semionda (semiondas positivas y negativas)		0,35 ... 1,4 $I_{\Delta n}$
	Corrientes de semionda cortadas: Ángulo de corte 90° eléctricos 135° eléctricos		0,25 ... 1,4 $I_{\Delta n}$ 0,11 ... 1,4 $I_{\Delta n}$
3	Corriente de semionda con superposición de una corriente de defecto continua alisada de 6 mA		máx. 1,4 $I_{\Delta n}$ + 6 mA

Corrientes de desconexión establecidas para dispositivos de protección diferencial, según DIN VDE 0664 Parte 1.

Interruptor General Automático, I.G.A.

Este interruptor será de corte omnipolar, permitirá su accionamiento manual y estará dotado de dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuito.

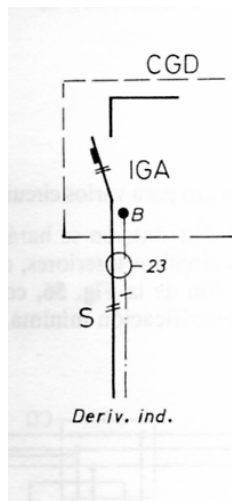
En viviendas con suministro monofásico el I.G.A. será siempre bipolar. Podemos encontrar tri o tetrapolares en viviendas a dos tensiones o con suministro trifásico.



La línea que alimenta el cuadro de distribución de una vivienda parte habitualmente de una centralización de contadores y se llama derivación individual. La intensidad nominal del I.G.A. no será nunca superior a la máxima admisible por los conductores de esta derivación.

En la siguiente tabla tenemos las intensidades nominales recomendables:

S (mm ²)	I _n IGA
2,5	16 A
4	20 A
6	25 A
10	40 A
16	50 A
25	63 A



Interruptor de Control de Potencia, I.C.P.

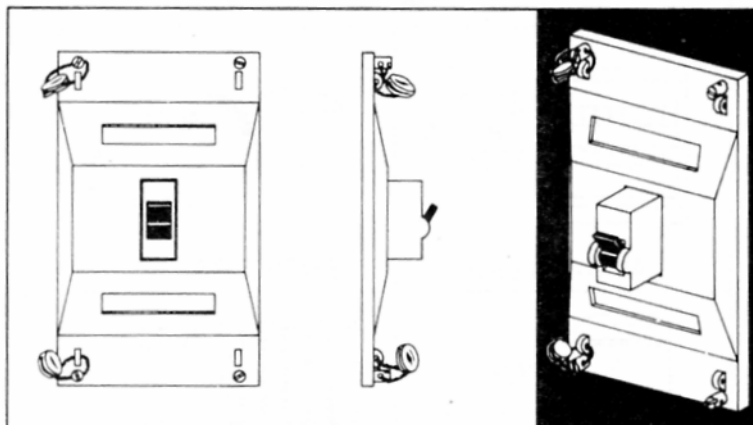
Es un dispositivo para controlar que la potencia realmente demandada por el consumidor no exceda de la contratada.

El I.C.P. se utiliza para suministros en baja tensión y hasta una intensidad de 63 A.

Para suministros de intensidad superior a 63 A no se utiliza el I.C.P., sino que se utilizarán interruptores de intensidad regulable, maxímetros o integradores incorporados al equipo de medida de energía eléctrica. En estos casos no es preceptiva la instalación de la caja para ICP.

Sea cual sea el dispositivo de control de potencia utilizado, deberá estar acompañado de un interruptor general automático de corte omnipolar, ya que no puede considerarse el I.C.P. ni cualquier otro dispositivo de control de potencia, como elemento de protección y de desconexión de la instalación.

En la siguiente figura tenemos un ejemplo de un I.C.P.



8.- Locales que contienen una bañera o ducha.

ITC-BT-27

1. CAMPO DE APLICACIÓN

Las prescripción es objeto de esta Instrucción son aplicables a las instalaciones interiores de viviendas, así como, en la medida que pueda afectarles, a las de locales comerciales, de oficinas y a las de cualquier otro local destinado a fines análogos que contengan una bañera o una ducha, o una ducha prefabricado una bañera de hidromasaje o aparato par uso análogo.

Para lugares que contengan baños o duchas para tratamiento médico o para minusválidos, pueden ser necesarios requisitos adicionales.

Para duchas de emergencia en zonas industriales, son de aplicación las reglas generales.

Ahora trataremos la manera de ejecutar las instalaciones en unas explicaciones mediante una serie de volúmenes y la manera de garantizar la protección en estos locales.

ITC-BT-27

2. EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES**2.1 Clasificación de los volúmenes**

Para las instalaciones de estos locales se tendrán en cuenta los cuatro volúmenes 0, 1, 2 y 3 que se definen a continuación. En el apartado 5 de la presente instrucción se presentan figuras aclaratorias para la clasificación de los volúmenes, teniendo en cuenta la influencia de las paredes y del tipo de baño o ducha. Los falsos techos y las mamparas no se consideran barreras a los efectos de separación de volúmenes.

2.1.1 Volumen 0

Comprende el interior de la bañera o ducha.

En un lugar que contenga una ducha sin plato, el volumen 0 está delimitado por el suelo y por un plano horizontal situado a 0,05 m por encima del suelo. En este caso:

a) Si el difusor de la ducha puede desplazarse durante su uso, el volumen 0 está limitado por el plano generatriz vertical situado a un radio de 1,2 m alrededor de la toma de agua de la pared o el plano vertical que encierra el área prevista para ser ocupada por la persona que se ducha; o

ITC-BT-27

2.1.2 Volumen 1

Está limitado por:

a) El plano horizontal superior al volumen 0 y el plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo, y

b) El plano vertical alrededor de la bañera o ducha y que incluye el espacio por debajo de los mismos, cuanto este es accesible sin el uso de una herramienta; o

En el volumen de prohibición de un cuarto de baño o aseo no se instalarán interruptores, tomas de corriente ni aparatos de iluminación.

Dentro del volumen de protección de un cuarto de baño o aseo no se instalarán interruptores, pero podrán instalarse tomas de corriente de seguridad y aparatos de alumbrado de instalación debidamente aislados.

Después de ver como se diferencian los volúmenes, ahora vamos a explicar como garantizar la seguridad de los usuarios.

ITC-BT-

2.2 Protección para garantizar la seguridad.

Cuando se utiliza MBTS, cualquiera que sea su tensión asignada, la protección contra contactos directos debe estar proporcionada por:

- Barreras o envoltentes con un grado de protección mínimo IP2X o IPXXB, según UNE 20.324 o

- Aislamiento capaz de soportar una tensión de ensayo de 500 V en valor eficaz en alterna durante 1 minuto.

Una conexión equipotencial local suplementaria debe unir el conductor de protección asociado con las partes conductoras accesibles de los equipos de clase I en los volúmenes 1, 2 y 3, incluidas las tomas de corriente y las siguientes partes conductoras externas de los volúmenes 0, 1, 2 y 3:

- Canalizaciones metálicas de los servicios de suministro y sistemas de aire acondicionado.

- Partes metálicas accesibles de la estructura del edificio. Los marcos metálicos de puertas, ventanas y similares no se consideran partes externas accesibles, a no ser que estén conectadas a la estructura metálica del edificio.

- Otras partes conductoras externas, por ejemplo partes que son susceptibles de transferir tensiones.

Estos requisitos no se aplican al volumen 3 en recintos en los que haya una cabina de ducha prefabricada con sus propios sistemas de drenaje, distintos de un cuarto de baño, por ejemplo un dormitorio.

Las bañeras y duchas metálicas deben considerarse partes conductoras externas susceptibles de transferir tensiones, a menos que se instalen de forma que queden aisladas de la estructura y de otras partes metálicas del edificio. Las bañeras y duchas metálicas pueden considerarse aisladas del edificio si la resistencia de aislamiento entre el área de los baños y duchas y la estructura del edificio, medido de acuerdo con la norma UNE 20.460 –6-61, anexo A, es de cómo mínimo 100 k

2.3. Elección e instalación de los materiales eléctricos.

ITC-BT-

Tabla 1

	Grado de Protección	Cableado	Mecanismos	Otros aparatos fijos
Volumen 0	IPX7	Limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en este volumen.	No permitida.	Aparatos que únicamente pueden ser instalados en el volumen 0 y deben ser adecuados a las condiciones de este volumen.
Volumen 1	IPX4 IPX2, por encima del nivel más alto de un difusor fijo	Limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos	No permitida, con la excepción de interruptores de	Aparatos alimentados a MBTS no superior a 12 V ca o 30 V cc. Calentadores de

Después de dicha tabla sobre la elección e instalación adecuada de materiales eléctricos, trataremos ahora sobre los requisitos básicos que necesitan las instalaciones de diferentes tipos de bañeras.

ITC-BT-27

3. REQUISITOS PARTICULARES PARA LA INSTALACIÓN DE BAÑERAS DE HIDROMASAJE, CABINAS DE DUCHA ELÉCTRICOS Y APARATOS ANÁLOGOS.

El hecho de que en estos aparatos, en los espacios comprendidos entre la bañera y el suelo y las paredes y el techo de las cabinas y las paredes y techos del local donde se instalan, coexista equipo eléctrico tanto de baja tensión como de Muy Baja Tensión de Seguridad (MBTS) con tuberías o depósitos de agua u otros líquidos, hace necesario que se requieran condiciones especiales de instalación.

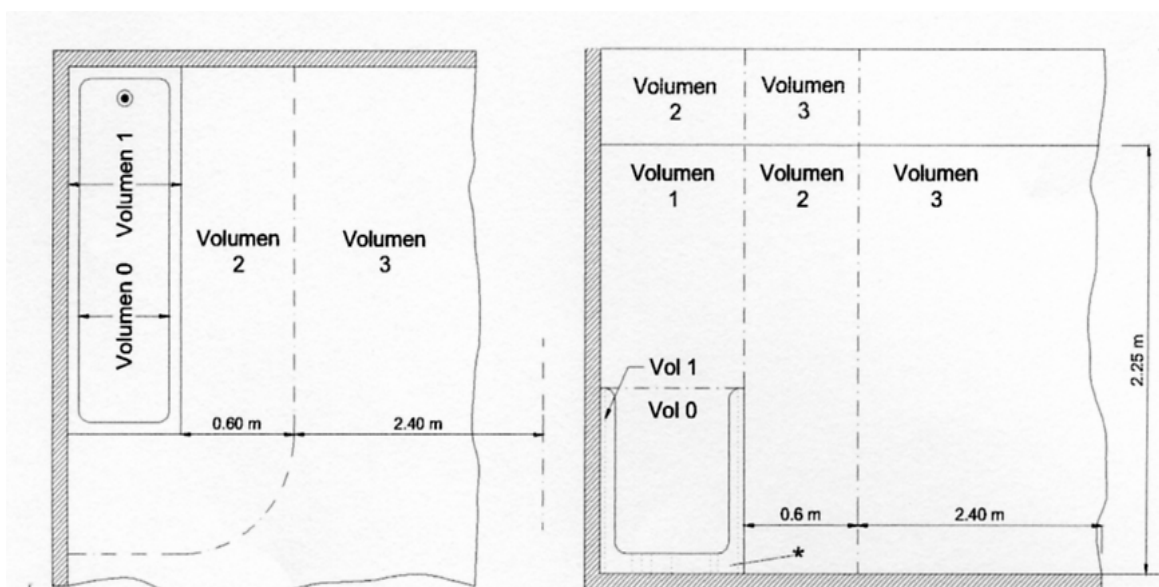
En general, todo equipo eléctrico, electrónico, telefónico o de telecomunicación incorporado en la cabina o bañera, incluyendo los alimentados a MBTS, deberán cumplir los requisitos de la norma **UNE-EN 60.335 –2-60**.

La conexión de las bañeras y cabinas se efectuará con cable con cubierta de características no menores que el de designación H05VV-F o mediante cable bajo tubo aislante con conductores aislados de tensión asignada 450/750 V. Debe garantizarse que, una vez instalado el cable o tubo en la caja de conexiones de la bañera o cabina, el grado de protección mínimo que se obtiene sea IPX5.

Todas las cajas de conexión localizadas en paredes y suelo del local bajo la bañera o plato de ducha, o en las paredes o techos del local, situadas detrás de paredes o techos de una cabina por donde discurran tubos o depósitos de agua, vapor u otros líquidos, deben garantizar, junto con su unión a los cables o tubos de la instalación eléctrica, un grado de protección mínimo IPX5. Para su apertura será necesario el uso de una herramienta.

No se admiten empalmes en los cables y canalizaciones que discurran por los volúmenes determinados por dichas superficies, salvo si éstos se realizan con cajas que cumplan el requisito anterior.

A continuación vienen las figuras de la clasificación de los volúmenes, de los cuales elegiremos para nuestro edificio el tipo “bañera” de la figura 1.



* Volumen 1 si este espacio es accesible sin el uso de una herramienta o el cierre no garantiza una protección mínima IPX4.

Volumen 3 si este espacio es accesible sólo con el uso de una herramienta y el cierre garantiza una protección mínima IPX4.

Figura 1 – BAÑERA

Figura 2 – BAÑERA CON PARED FIJA

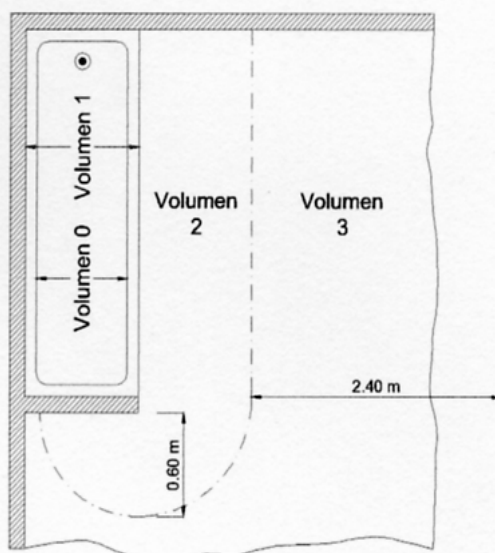
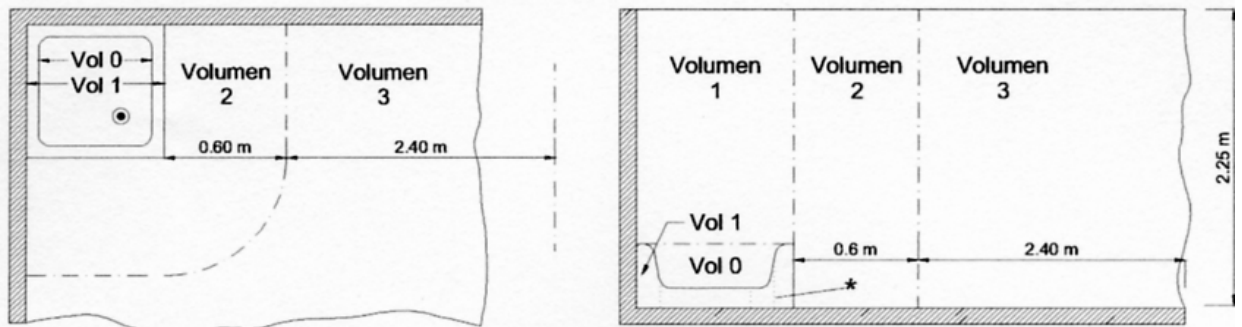


Figura 3 – DUCHA

* Volumen 1 si este espacio es accesible sin el uso de una herramienta o el cierre no garantiza una protección mínima IPX4.

Volumen 3 si este espacio es accesible sólo con el uso de una herramienta y el cierre garantiza una protección mínima IPX4.

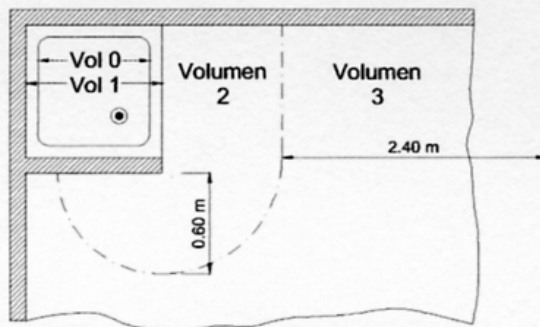
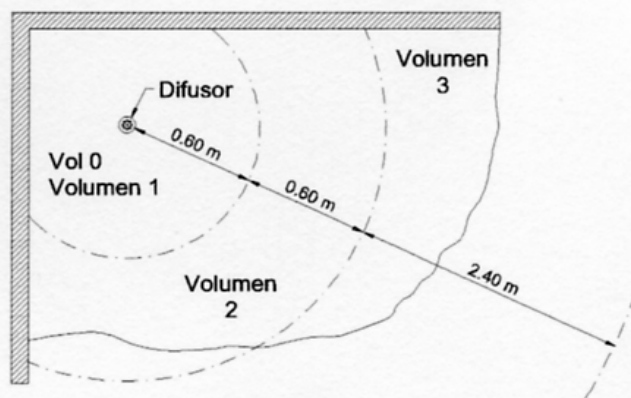
**Figura 4 – DUCHA CON PARED FIJA****Figura 5 – DUCHA SIN PLATO**

Figura 6 – DUCHA SIN PLATO PERO CON PARED FIJA. DIFUSOR FIJO

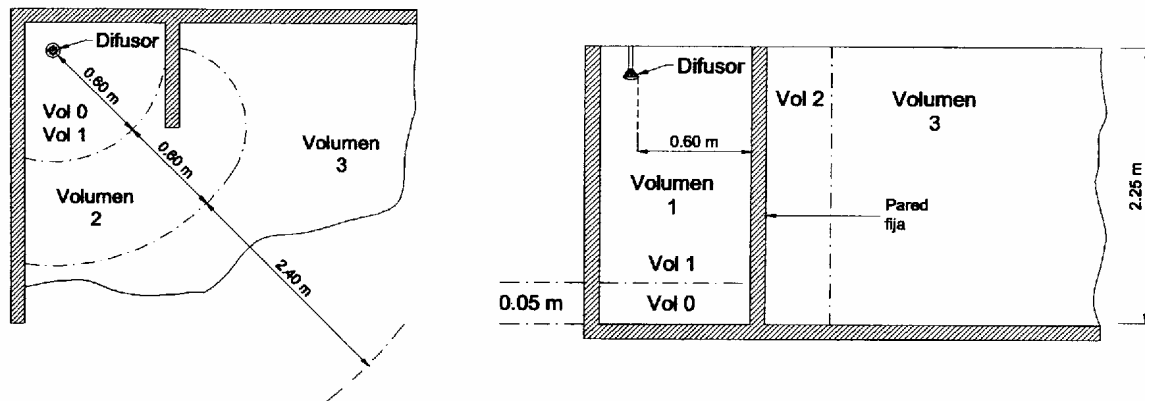
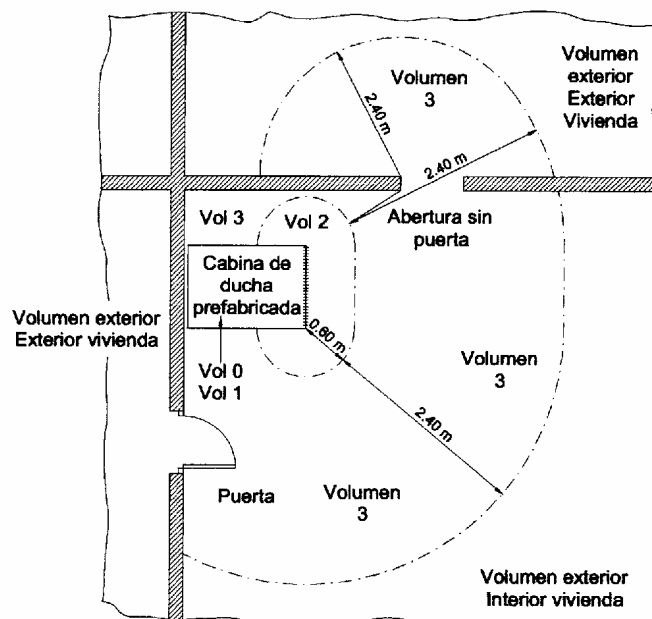


Figura 7 – CABINA DE DUCHA PREFABRICADA

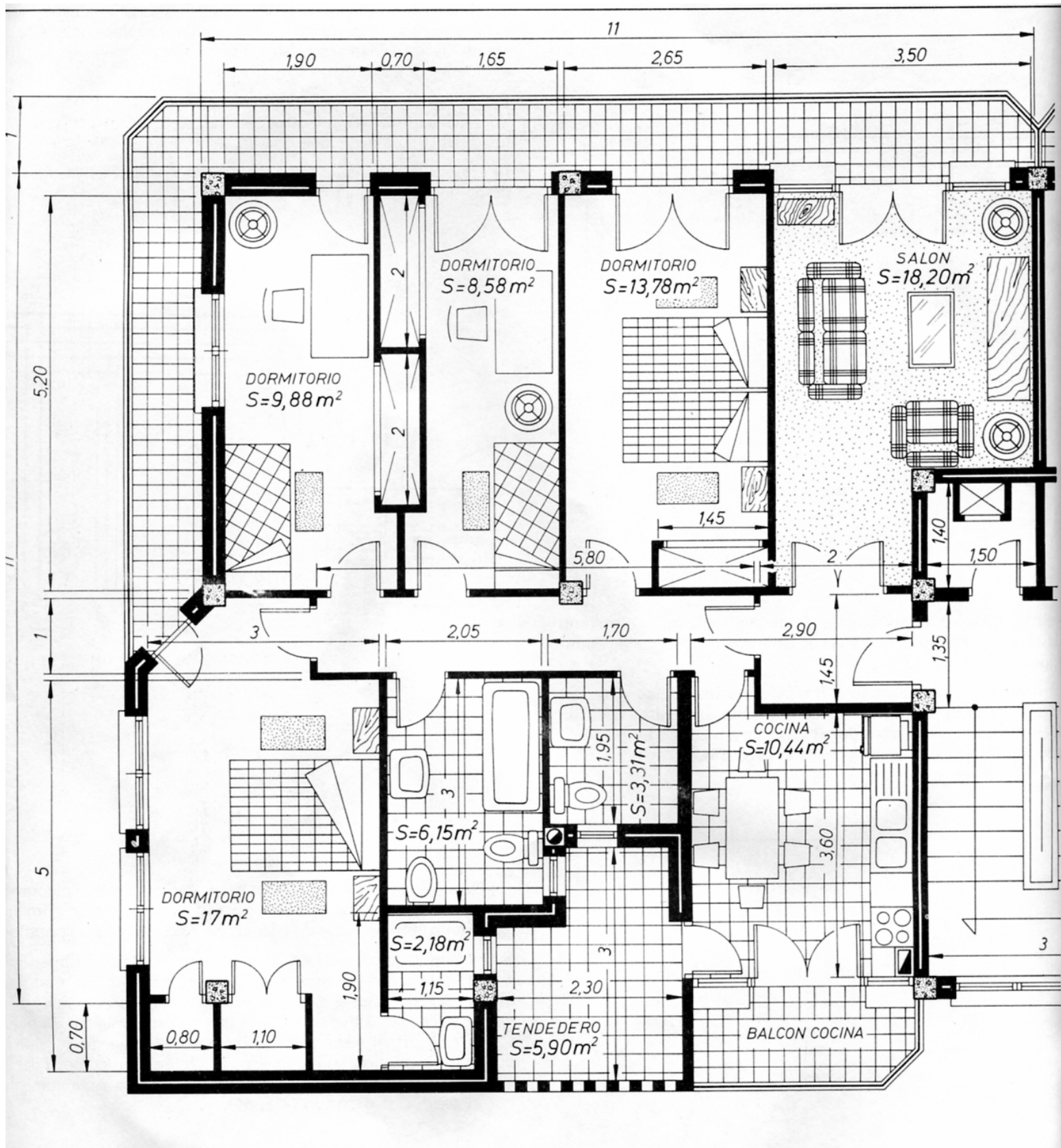


9.- Ejecución de la Instalación

La ejecución de la instalación eléctrica de una vivienda consta de los siguientes pasos:

- ✓ Asignarle el grado de electrificación que se desea o el que como mínimo le corresponde por superficie.
- ✓ Situar en el plano los puntos de consumo y el cuadro general de distribución.
- ✓ Situar en el plano las cajas de derivación (normalmente una caja por habitación), la canalización entre ellas y las derivaciones a los puntos de consumo.
- ✓ Fijar el número de circuitos interiores y las secciones de sus conductores. Escoger el diámetro de los tubos protectores.
- ✓ Escoger los PIAs, el interruptor diferencial y el I.G.A.
- ✓ Dibujar el esquema unifilar de la instalación.
- ✓ Verificar las caídas de tensión en cada circuito interior, según las potencias base.

Veamos como ejemplo la vivienda cuyo plano se representa en la siguiente página:



Tanto por superficie como por expreso deseo del constructor se le asigna un grado de electrificación básica.

Las diversas dimensiones de sala, vestíbulo y pasillo se deducen fácilmente de los datos del plano. Determinados, pues, los diversos puntos mínimos de consumo se procede a dibujarlos en él.

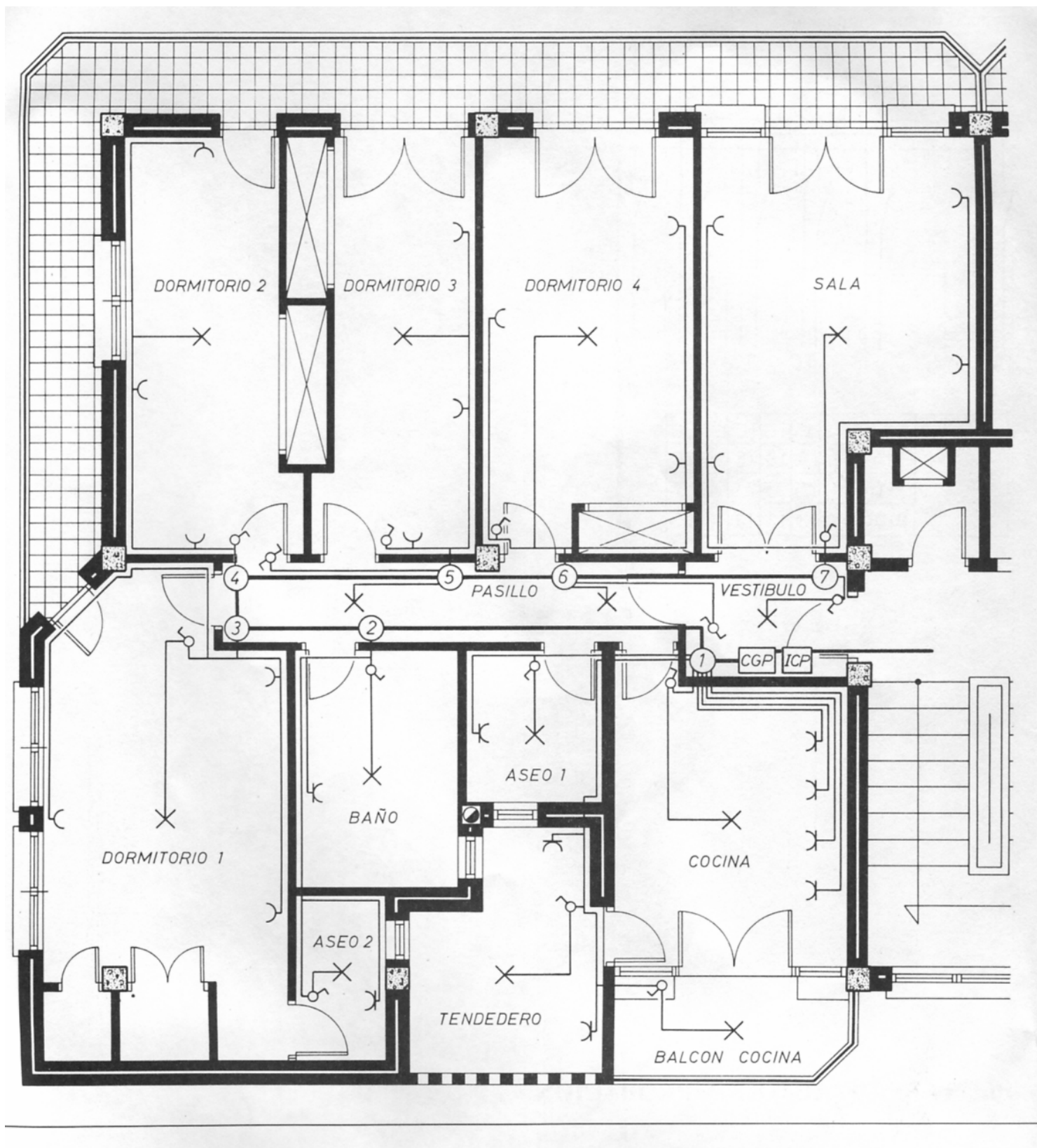
El cuadro general de distribución y el I.C.P. se colocan en el vestíbulo, junto a la puerta de entrada.

La canalización se realiza por el pasillo, por medio de dos ramales que circulan en ambos lados de él.

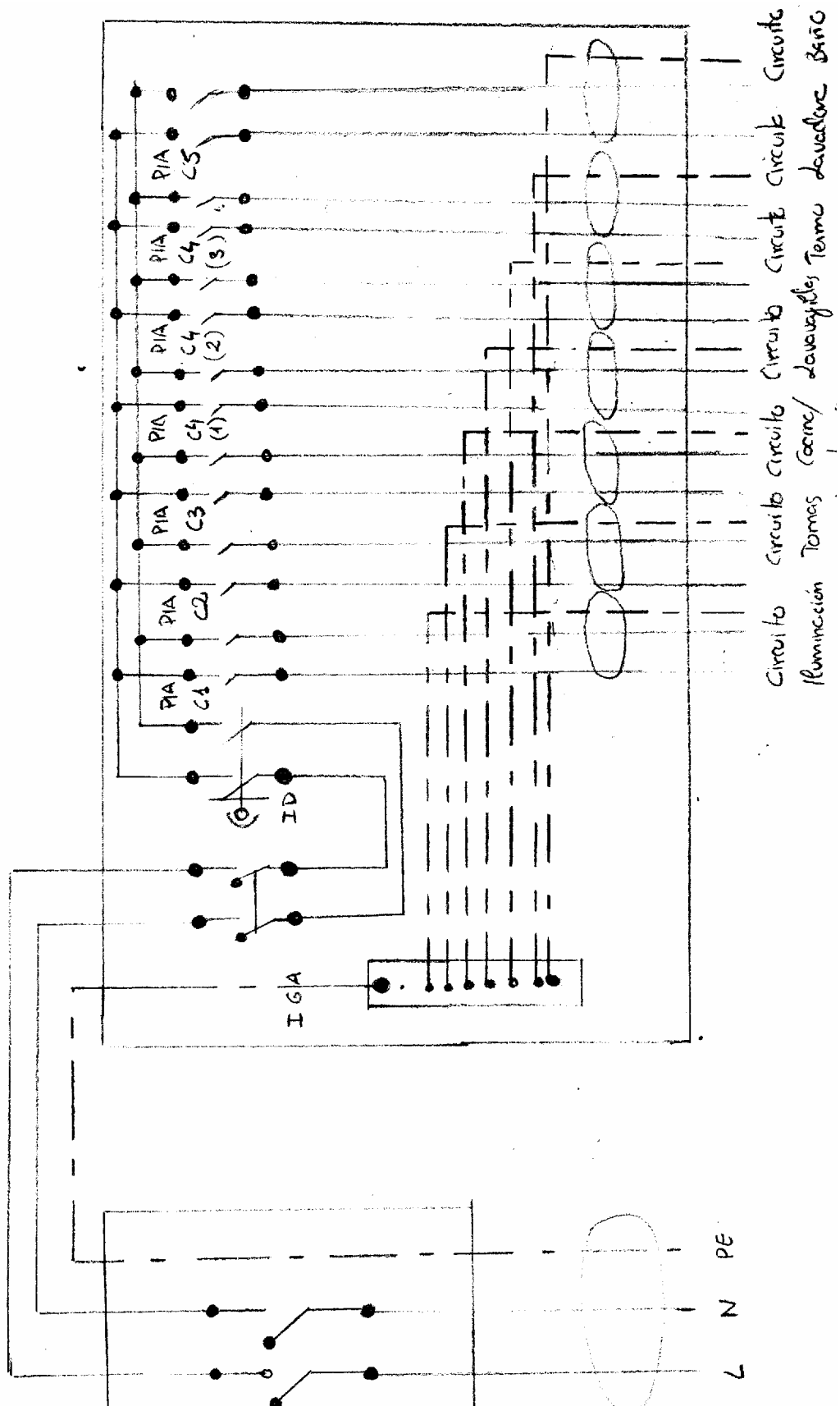
Las derivaciones a las diversas habitaciones se realizan por medio de siete cajas de derivación.

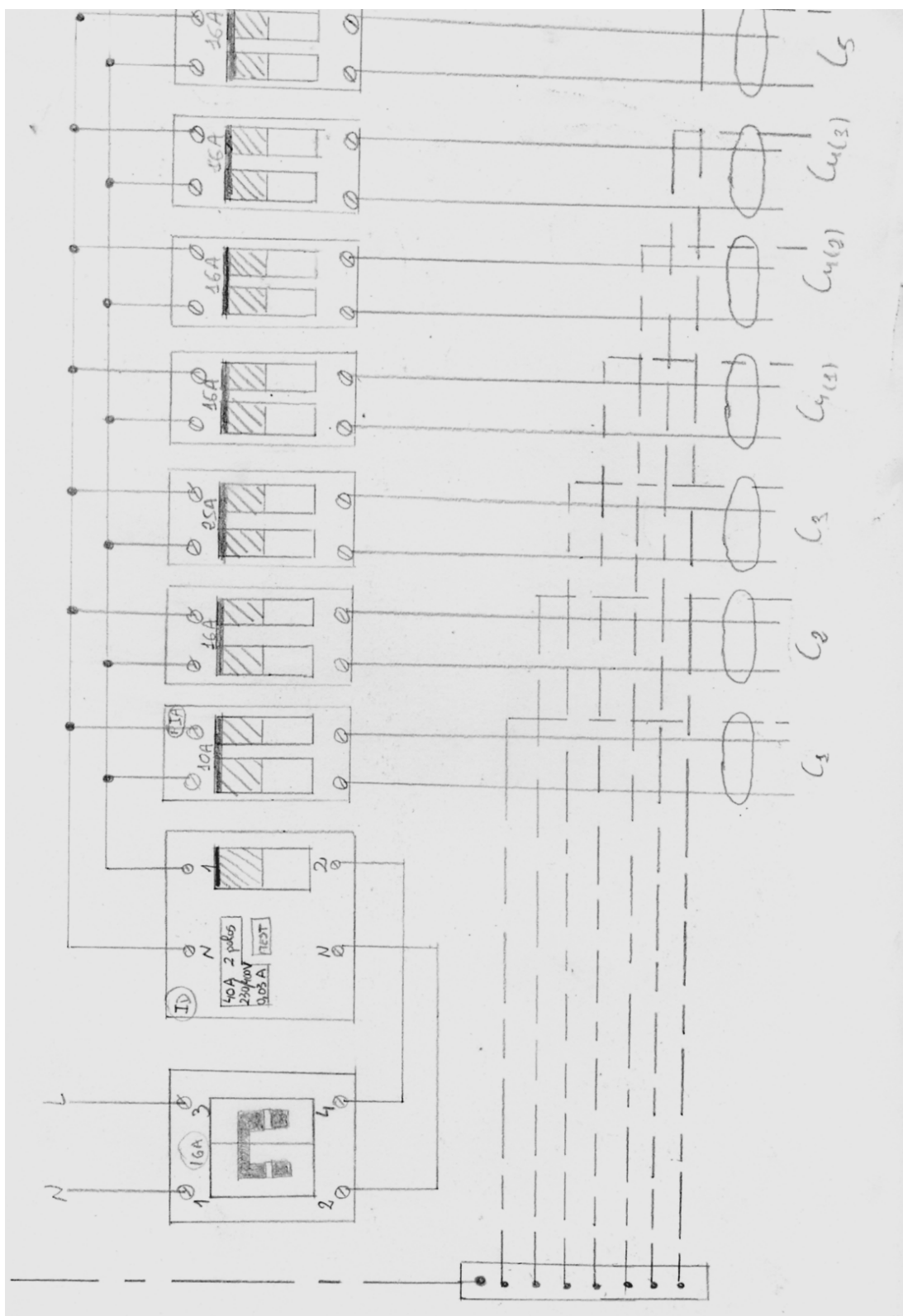
El dimensionado de los conductores se ha escogido según los mínimos legales. Cada circuito interior está alojado en su propio tubo protector. Los PIAs se corresponden con las secciones mínimas antedichas.

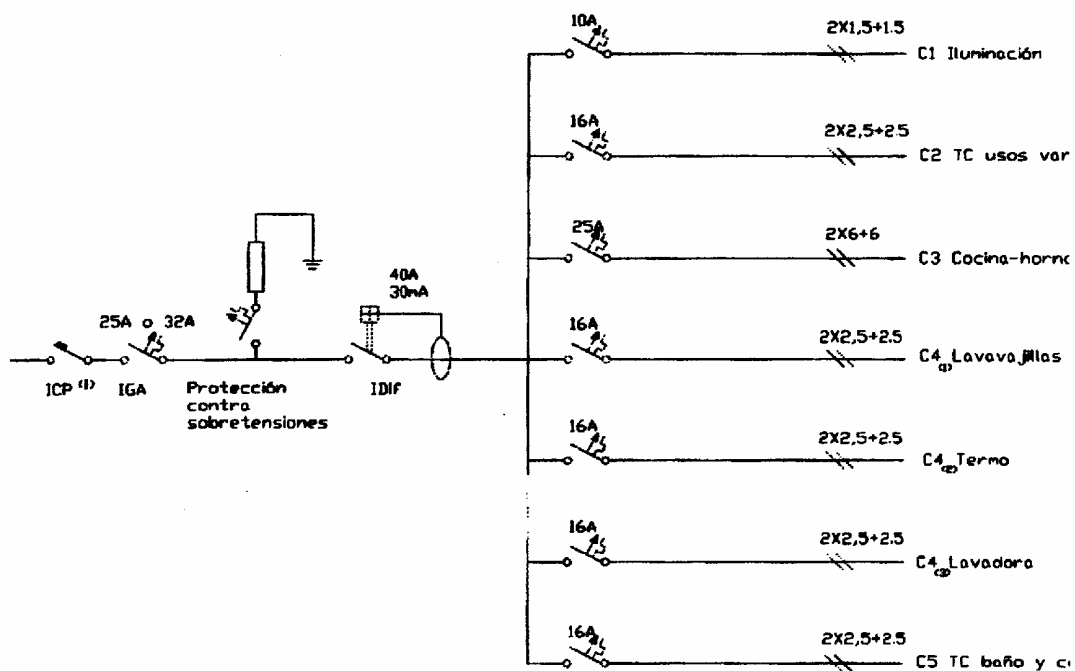
Veamos el siguiente plano para observar lo anteriormente dicho:



En la siguiente figura se representa el cuadro general de distribución, junto al dimensionado de sus componentes.







¹⁾ Según la potencia contratada

IGA	ID		C ₁	C ₂	C ₃	C ₄₍₁₎	C ₄₍₂₎	C ₄₍₃₎	C ₅
25 o 32 A	40 A 0,03 A	PIA (A)	10	16	25	16	16	16	16
		S (mm ²)	1,5	2,5	6	2,5	2,5	2,5	2,5
		Tubo mm	13	13	23	13	13	13	13