

Manual de *Instalaciones eléctricas de baja tensión, ICT e iluminación interior en edificios de viviendas*



Gemma Vázquez Arenas

Área de Construcciones Arquitectónicas.

Departamento de Arquitectura y Tecnología de la Edificación.

ESCUELA DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA.

Autora: Gemma Vázquez Arenas.
Edita: Universidad Politécnica de Cartagena.
Julio 2011
url: <http://hdl.handle.net/10317/1734>

Contenidos

	Pág.
INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN EDIFICIOS DE VIVIENDAS	1
INFRAESTRUCTURA COMÚN DE TELECOMUNICACIONES (ICT) EN EDIFICIOS DE VIVIENDAS	107
ILUMINACIÓN INTERIOR	161
BIBLIOGRAFÍA GENERAL	211

Instalaciones eléctricas en edificios de viviendas



Índice general

1. Normativa	3
1.1. Simbología	6
2. Objetivos y Medios Materiales	9
3. Suministro de Energía Eléctrica.	11
3.1. Centrales Generadoras de Energía Eléctrica.	12
3.1.1. Centrales Térmicas.	12
3.1.2. Centrales Hidroeléctricas.	13
3.1.3. Centrales Nucleares.	13
3.1.4. Centrales Eólicas.	14
3.1.5. Centrales Fotovoltaicas.	15
3.2. Estaciones Elevadoras de Tensión.	15
3.3. Redes de Transporte	16
3.4. Subestación Reductora de Tensión.	17
3.5. Redes de Distribución	17
3.6. Estaciones transformadoras de distribución o CT	18
3.7. Redes de distribución de Baja Tensión	25
3.7.1. Redes aéreas de distribución de Baja Tensión	25
3.7.2. Redes subterránea de distribución de Baja Tensión. . .	27
4. Partes de la Instalación Eléctrica.	29
4.1. Acometida.	29
4.1.1. Acometidas Aéreas.	30
4.1.2. Acometidas Subterráneas.	31
4.1.3. Acometidas Mixtas.	33
4.2. Instalaciones de Enlace	34
4.2.1. Caja o Cuadro General de Protección, CGP.	35
4.2.2. Línea General de Alimentación, LGA.	40
4.2.3. Centralización de Contadores.	45
4.2.4. Derivaciones Individuales	53
4.2.5. Interruptor de Control de Potencia	57
4.2.6. Cuadros de dispositivos generales de mando y protec- ción(CGMP).	58
4.3. Instalaciones Interiores	66
4.3.1. Circuitos interiores en servicios generales	67

4.3.2. Circuitos interiores en viviendas	68
A. Esquemas unifilares.	83
A.1. Esquemas unifilares y multifilares de servicios generales	83
A.2. Esquemas unifilares para vivienda	91
A.2.1. Esquemas unifilares para un grado de electrificación básico	91
A.2.2. Esquemas unifilares para un grado de electrificación elevado	95
B. Ejemplos de dotación.	97
C. Índice de Protección IP e IK.	103
Bibliografía	105

Capítulo 1

Normativa

La normativa que define las condiciones que deben cumplir las instalaciones eléctricas de baja tensión en la edificación es:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT). 51 Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC BT 01 - ITC BT 51).
- Normativa de la Empresa Suministradora (Iberdrola).
- Normas UNE.
- Guías de aplicación del REBT.
- Normativas Municipales y Autonómicas.

La normativa principal de aplicación es el REBT. En la actualidad se aplica desde el año 2002 (Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002) que entró en vigencia en el año 2003 y cuyo principal objeto es: 'Establecer las condiciones técnicas y garantías que deben reunir las instalaciones eléctricas conectadas a una fuente de suministro en los límites de baja tensión' [6]. Y cuya finalidad es:

- 'Preservar la seguridad de las personas y los bienes.
- Asegurar el normal funcionamiento de dichas instalaciones y prevenir las perturbaciones en otras instalaciones y servicios.
- Contribuir a la fiabilidad técnica y a la eficiencia económica de las instalaciones. Por lo que se establece un cuadro de inspecciones por organismos de control.' [6]

Las principales novedades que aportó esta normativa con respecto a la anterior fueron:

- Remisión a distintas Normas sin indicar la fecha de publicación, obligando así a su aplicación en su última versión.

- Permite que se puedan conceder excepciones a sus prescripciones en los casos en que se justifique debidamente su imposibilidad material y se aporten medidas compensatorias.
- Realiza una recopilación de las diferentes normas UNE, listándolas en su instrucción ITC BT-02.
- Queda definido de forma más precisa las figuras de los instaladores y empresas autorizadas
- Se introducen nuevos tipos de instalaciones: agrícolas, hortícolas, automatizadas, de gestión de energía, para seguridad en viviendas, para instalación de piscinas, caravanas, etc.
- Se aumenta el número mínimo de circuitos de viviendas, lo que implicará en un mayor confort de las mismas.
- Para la ejecución y puesta en servicio de las instalaciones se requiere en todos los casos la elaboración de una documentación técnica, ya sea en forma de proyecto o memoria técnica de diseño.
- Se exige la entrega al titular de una instalación de una documentación donde se reflejen sus características fundamentales, trazado, instrucciones y precauciones de uso.
- Se establece un cuadro de inspecciones por organismos de control, en el caso de instalaciones cuya seguridad exija una particular relevancia.

Es necesario destacar en este apartado el artículo 2 de dicho reglamento el cual indica los campos de aplicación en los que se ve involucrado el REBT y que es necesario conocer para el buen desarrollo de la práctica profesional.

Artículo 2: Campo de Aplicación. [6]

- Se aplicará a instalaciones de distribución, generadoras para consumo propio y a las receptoras, en los siguientes límites de tensiones nominales:
 - Corriente alterna: igual o inferior a 1.000 V.
 - Corriente continua: igual o inferior a 1.500 V.
- A nuevas instalaciones, a sus modificaciones y a sus aplicaciones.
- A las instalaciones existentes antes de su entrada en vigor que sean objeto de modificaciones y reparaciones de importancia y a sus ampliaciones.
- A las instalaciones existentes antes de su entrada en vigor, en lo referente a las inspecciones, con arreglo a la reglamentación con la que se aprobaron.

- Se entenderá por modificación o reparación de importancia las que afecten:
 - A más del 50 % de la potencia instalada.
 - A líneas completas de procesos productivos con nuevos circuitos y cuadros, aún con reducción de potencia.
- Igualmente se aplicará a las instalaciones existentes antes de su entrada en vigor, cuando su estado, situación o características impliquen un riesgo grave para las personas o bienes, o cuando se produzcan perturbaciones importantes.
- Tensiones nominales:
 - 230 V entre fases para redes trifásicas de tres conductores.
 - 230 V entre fases y neutro y 400 V entre fases para redes trifásicas de cuatro conductores.

Artículo 4: Clasificación de las tensiones y frecuencia de redes. [2, 6] Las instalaciones eléctricas de baja tensión se clasifican en función de las tensiones nominales que se asignen, tal y como se puede ver en la tabla siguiente:

	c.a (Valor Eficaz)	c.c (Valor Medio Aritmético)
Muy Baja Tensión	$U_n \leq 50 \text{ V}$	$U_n \leq 75 \text{ V}$
Tensión Usual	$50 \text{ V} < U_n \leq 500 \text{ V}$	$75 \text{ V} < U_n \leq 750 \text{ V}$
Tensión Especial	$500 \text{ V} < U_n \leq 1000 \text{ V}$	$750 \text{ V} < U_n \leq 1500 \text{ V}$

Tabla 1.1: Tensiones nominales

Las tensiones utilizadas en las distribuciones de corriente alterna serán:

- (a) 230 V entre fases para redes trifásicas de tres conductores.
- (b) 230 V entre fase y neutro, y 400 V entre fases para las redes trifásicas de 4 conductores.

La frecuencia empleada en la red será de 50 Hz, con una tolerancia entre 49.85 Hz y 50.15 Hz. Se podrán utilizar otras frecuencias y tensiones, siempre y cuando estén autorizadas por el órgano competente de la Administración Pública, cuando se justifiquen en el proyecto, no produzca perturbaciones significativas en el funcionamiento de otras instalaciones y no se reduzca el nivel de seguridad para los usuarios y equipos.

1.1. Simbología

Los símbolos eléctricos están normalizados y recogidos en las normas UNE-EN-60617. A continuación se recogen parte de la simbología más utilizada en las instalaciones eléctricas de baja tensión en edificación [9]. En dicha simbología se puede ver físicamente al elemento que representa, la descripción del mismo y su representación para esquemas unifilares y para esquemas multifilares.

Simbología eléctrica normalizada				
Mecanismo	Símbolo		Significado	Condiciones de instalación
	Unifilar	Multifilar		
			Interruptor	Empotrado en caja de mecanismo a una altura de 110 cm de pavimento y 15 cm del marco de la puerta (a excepción de cabeceros en dormitorios). A derecha o izquierda de este pero siempre en el mismo lado del mecanismo de apertura de la puerta. Se prestará especial interés en la correcta fijación de la caja de mecanismo, debiendo estar nivelada y enrasada, de forma que permita que la placa de los mecanismos queden perfectamente adosados al paramento. Los mecanismos deberán interrumpir la fase.
			Interruptor Bipolar	
			Interruptor de tráfico	
			Interruptor doble	
			Conmutador	
			Conmutador de cruzamiento	
			Pulsador	
			Regulador	
			Interruptores de persianas	

(a)

Simbología eléctrica normalizada				
Mecanismo	Símbolo		Significado	Condiciones de instalación
	Unifilar	Multifilar		
			Clavija macho	Se admiten como dispositivos de conexión en carga hasta 16 A.
			Clavija hembra	
			Toma de corriente bipolar de 16 A con toma de tierra T	Se instalarán a 20 cm del pavimento, excepto en cocinas y baños, en donde la distancia será de 110 cm.
			Toma de corriente bipolar de 25 A con toma de tierra	La distancia al pavimento será de 70 cm.
			Toma de corriente trifásica con toma de tierra	Se instalarán según necesidades de utilización.
			Punto de luz o lámpara	La sección mínima prevista para la alimentación de puntos de luz será de 1,5 mm ² . Todos los puntos de luz deberán disponer de conductor de protección, el cual será de la misma sección que el conductor de fase.
			Lámpara fluorescente	

(b)

Simbología eléctrica normalizada				
Mecanismo	Símbolo		Significado	Condiciones de instalación
	Unifilar	Multifilar		
			Punto de luz autónomo	En viviendas se instalará encima del C.G.M.P. Se alimentará de C.
			Timbre	Se instalarán a una altura del techo de 30 cm. Empotrado en caja de mecanismo.
			Sirena	Se utiliza para avisos de alarmas técnicas. (incendio, gas, inundación...)
			Caja de registro	Qu distancia al techo será de 20 cm. Las conexiones en su interior se realizarán mediante bombas.
			Cuadro general de mando y protección	Se instalará lo más próximo a la puerta de entrada. Se fijará a una altura del suelo comprendida entre 1,4 y 2 m.
			Caja general de protección	Se instalarán preferentemente sobre las fachadas exteriores de los edificios.
			Fusible	Se instalarán en bases apropiadas diseñadas específicamente a este fin.

(c)

Simbología eléctrica normalizada				
Mecanismo	Símbolo		Significado	Condiciones de instalación
	Unifilar	Multifilar		
			Interruptor de control de potencia (ICP)	Se instalará antes de los dispositivos de protección, en caja preinstalada. Altura entre 1,4 y 2 m.
			Interruptor automático bipolar F+N (P/A) magnetotérmico	Los dispositivos generales e individuales de mando y protección, cuya posición de servicio será vertical, se instalarán en cuadros de distribución. Su poder de corte será suficiente para la intensidad de cortocircuitos que pueda producirse en el punto de su instalación. Este poder de corte será como mínimo de 4,5 kA.
			Interruptor automático tripolar (P/A) magnetotérmico	
			Interruptor automático tetrapolar (P/A) magnetotérmico	
			Interruptor diferencial bipolar	Se instalarán en cuadros de distribución. Cuando se prevén corrientes no senoidales se emplearán diferenciales del tipo A.
			Interruptor diferencial tetrapolar	

(d)

Figura 1.1: Alguna simbología adoptada [9]

Es posible que en la práctica sea utilizada otro tipo de simbología diferente

a la expuesta e incluso a la definida por las normas UNE, esto implica la necesidad de indicar siempre en los planos la simbología utilizada.

Capítulo 2

Objetivos y Medios Materiales

En primer lugar se definirán los objetivos que debe de cumplir la instalación eléctrica de baja tensión en el interior de la edificación, pero para ello primero es necesario definir y clasificar dichas edificaciones.

El Reglamento en su instrucción ITC-BT-10, establece la siguiente clasificación de los lugares de consumo [6]:

1. Edificios destinados principalmente o viviendas.
2. Edificios comerciales o de oficinas.
3. Edificios destinados o una industria específica.
4. Edificios destinados o una concentración de industrias.

Otra posible clasificación se puede realizar en función de la potencia demandada por el edificio y de su necesidad de integrar un centro de transformación según como sea esta. Esta necesidad vendrá definida por los límites de potencia a suministrar que establezcan las Empresas Suministradoras, que en el caso de Iberdrola está limitada a 100 kW [1]. Es decir por encima de ese valor el edificio tendrá que disponer de un centro de transformación. Lo cual se definirá en el capítulo siguiente.

Una vez realizada la clasificación podemos decir que en cualquiera que sea la edificación para que se diseñe la instalación eléctrica los objetivos principales de esta son:

- El control de la energía eléctrica, y
- La discriminación del posible fallo eléctrico.

Para poder cumplir estos objetivos se utilizarán elementos materiales para el control de la energía y estos serán: conductores, seccionadores, y protecciones de variada índole. Mientras que para la discriminación del fallo eléctrico se preverán una serie de circuitos y protecciones independientes que asegurarán el suministro incluso en situaciones que puedan llegar a ser límites

en la instalación, como pueden ser calentamientos, sobrecargas o una gran demanda de potencia en la instalación.

Todos los elementos que forman parte de la instalación como pueden ser las canalizaciones, cajas y armarios, junto a los conductores y mecanismos de protección compartirán varias características que se van a describir a continuación:

- (A) Deben ser materiales no propagadores de la llama, lo que también se conoce como autoextinguibles.
- (B) Todos ellos deben estar identificados o ser identificables atendiendo a las referencias que le sean de aplicación.
- (C) Además toda la instalación debe ejecutarse de manera que posibilite las verificaciones y ensayos oportunos de obra,
- (D) Ser capaces de permitir todas aquellas operaciones de mantenimiento que sean propias de ellas.

Capítulo 3

Suministro de Energía Eléctrica.

En este capítulo se va a definir las características que tiene el Sistema Eléctrico Español, en la generación y distribución de la energía eléctrica.

La estructura general que presenta el Sistema Eléctrico se divide en:

- Centrales generadoras de energía eléctrica.
- Estaciones elevadoras de tensión.
- Líneas eléctricas de transporte.
- Subestaciones transformadoras reductoras.
- Redes de distribución.
- Estaciones transformadoras de distribución o Centros de Transformación.
- Redes de distribución de Baja Tensión.

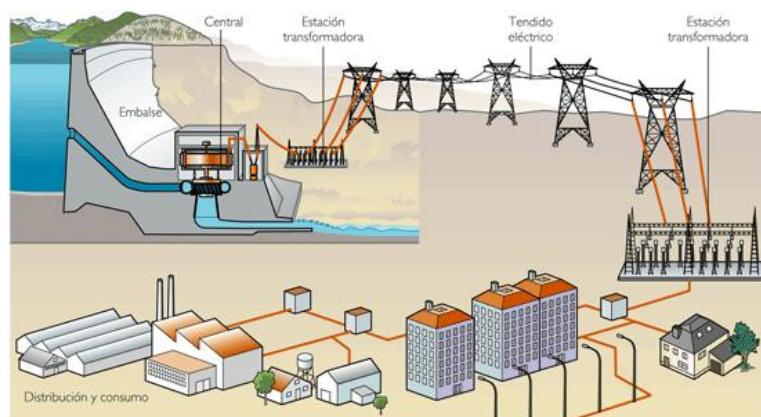


Figura 3.1: Esquema básico de generación y transporte de energía eléctrica [7].

La energía eléctrica se obtiene a partir de la **centrales generadoras** donde la electricidad tendrá unos valores de 6-25 kV, posteriormente a esta fase la energía eléctrica es elevada en las **estaciones elevadoras** alcanzándose valores entre 60-110 kV en un primer estadio y hasta 220-440 kV en un segundo, para ser distribuida por grandes **líneas de transporte de AT**. Al llegar a las zonas cercanas a los núcleos urbanos se reducen las tensiones de la energía eléctrica, obteniendo **redes de distribución de Media Tensión** (15-20-25-30 kV) a partir de **subestaciones repartidoras o reductoras**.

Por último, al llegar a los puntos de utilización en núcleos urbanos estas tensiones se reducen definitivamente a los valores de consumo de 230-400 V a partir de **los centros de transformación** y es repartida a través de la **red de distribución de Baja Tensión**.

A continuación se describirá brevemente cada una de estas partes, indicando su funcionamiento, tipos y características.

3.1. Centrales Generadoras de Energía Eléctrica.

En esta sección se van a definir las principales centrales generadoras de electricidad, las cuales son [12]:

1. Centrales Térmicas.
2. Centrales Hidroeléctricas.
3. Centrales Nucleares.
4. Centrales Eólicas.
5. Centrales Solares.

Dentro de estas las tres primeras son las principales generadoras de energía eléctrica en España, quedando en segundo lugar las centrales de energías renovables, aunque en los últimos años estas últimas están siendo bastante promovidas tanto por el gobierno como por las inversiones realizadas por las compañías suministradoras en investigación.

3.1.1. Centrales Térmicas.

En este tipo de centrales (figura 3.2) la energía eléctrica se obtiene a partir la transformación de la energía calorífica de un combustible, ya sea fuel-oil, carbón o gas. Se realiza la combustión generando el suficiente calor para transformar agua en vapor de agua y que dicho vapor pase a través de una turbina generando un movimiento mecánico. Gracias a este movimiento y asociado a un generador o alternador (generador de energía eléctrica alterna) [13], se produce la energía eléctrica. Su principal desventaja es la contaminación debida a la combustión y las pérdidas de calor.



Figura 3.2: Central térmica de Escombreras (Cartagena, Murcia).



Figura 3.3: Central hidroeléctrica Piedra del Águila (Argentina).

3.1.2. Centrales Hidroeléctricas.

En este caso la generación de la energía eléctrica se debe a un salto de agua que hace girar una turbina y al igual que en caso de la térmicas el movimiento de la turbina asociada a un generador o alternador da lugar a la energía eléctrica. En la figura 3.3 se puede ver una vista aérea de una de estas centrales. El mayor inconveniente de estas centrales es su mantenimiento y su posible ubicación sin alterar el entorno medioambiental.

Existen dentro de estas centrales otras llamadas centrales de bombeo, las cuales tiene dos embales situados a diferentes cotas. Durante las horas punta estas centrales trabajan como una hidráulica convencional pero en las horas más bajas de consumo, el agua del embalse inferior es bombeada al superior para recuperar el estado inicial. Para este tipo de centrales es necesario la utilización de moto-bombas que eleven el agua o que la turbina sea reversible y el alternador haga las funciones de motor [13]

3.1.3. Centrales Nucleares.

El procedimiento de estas centrales es parecido al de la centrales térmicas, con la diferencia que la obtención de calor no se realiza mediante combustión, sino que se obtiene a través de la fisión de uranio, el cual es utilizado como combustible. Por lo que este tipo de centrales en su generación de energía son más limpias (figura 3.4) pero tienen el gran inconveniente que los residuos generados durante la fisión son radiactivos, además de ser muy peligrosas en el caso de fugas en el núcleo.



Figura 3.4: Central nuclear de Trillo (Guadalajara).

3.1.4. Centrales Eólicas.

Con estas centrales se obtiene la energía eléctrica debido al movimiento de las aspas de las turbinas-generadores. Cada vez es mayor la aparición de este tipo de elementos en el paisaje español, ya que este tipo de energía renovable ha sido la de mayor aceptación e inversión por parte de las compañías suministradoras. En las figuras 3.5 y 3.6, se puede una fotografía de un campo turbinas-generadores y un esquema de los elementos que integran una central generadora respectivamente.

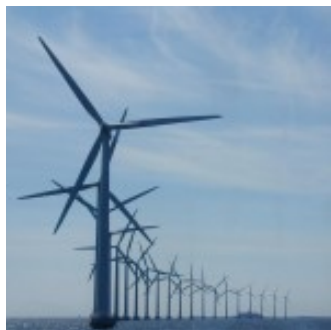


Figura 3.5: Turbinas-generadores de una central eólica.

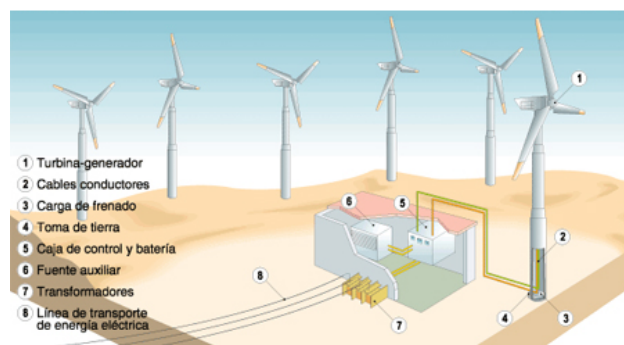


Figura 3.6: Elementos que componen una central eólica [8].

3.1.5. Centrales Fotovoltaicas.

Esta central es otra de las centrales de generación de energía a partir de energías renovables, como es el sol. La luz solar es transformada en energía solar gracias a unas células fotovoltaicas que integran los paneles solares (figura 3.7). El principal problema de estas centrales radica en la baja efectividad que siguen teniendo los paneles, pero muchos grupos de investigación y compañías suministradoras están invirtiendo para su mejora, ya que se trata de proceso de obtención de energía sin ningún tipo de generación de residuos. En la figura 3.8, se puede ver un esquema con los diferentes elementos que componen una central de este tipo.



Figura 3.7: Estructura con varios paneles solares de una central fotovoltaica.



Figura 3.8: Elementos que componen una central fotovoltaica [8].

3.2. Estaciones Elevadoras de Tensión.

Como ya se ha indicado anteriormente, una vez generada la energía eléctrica es necesario elevar la tensión hasta valores de Alta Tensión para ser transportada. El objeto de esta elevación de la tensión es debido a que si tenemos en cuenta la expresión de la potencia eléctrica:

$$P = \sqrt{3} UI \cos\phi \quad (3.1)$$

Al aumentar la tensión, la intensidad necesaria para transportar una potencia determinada se ve disminuida, por lo que las pérdidas por efecto Joule y la sección de los conductores disminuye.

De esta manera se puede transportar una gran cantidad de energía eléctrica con pérdidas pequeñas y con unos conductores de sección menor.



Figura 3.9: Subestación Elevadora de Tensión.

3.3. Redes de Transporte

Se denominan redes de transporta a aquellas líneas que partes de las estaciones elevadoras y llevan la energía eléctrica en Alta Tensión hasta las proximidades de los diferentes lugares de consumo.

Como se ha dicho anteriormente el que estas redes sean de alta tensión, significa que las pérdidas por calentamiento (Efecto Joule) sean menores y que las secciones de los conductores sean menores lo que disminuyen su peso para poder ser soportados por las torretas de transporte (figura 3.10)



Figura 3.10: Red de transporte de Alta Tensión.

Además de esto es necesario tener en cuenta que cuanto más alta sea la tensión de transporte, el nivel de aislamiento debe de ser mayor por lo que la línea resultará más cara.

Estas líneas se adaptan al tipología del terreno para llevar la energía eléctrica aunque hay que seguir unos criterios de seguridad, despejando de maleza y arbustos los espacios próximos por donde es llevado el tendido y también criterios físicos para la sustentación de la línea, lo cual no se llevará a cabo en este tema.

Las torretas o postes de este tipo de redes serán metálicos y de hormigón dependiendo de la línea y de los criterios de la compañía suministradora.

3.4. Subestación Reductora de Tensión.

Al llegar cerca de los lugares de consumo es necesario acercar la tensión de transporte a la tensión de consumo, por lo que es necesario la ubicación de estas subestaciones(figura 3.11 para transformar los valores de alta tensión a valores del orden de los 15-45 kV denominadas de Media Tensión.



Figura 3.11: Subestación Reductora.

3.5. Redes de Distribución

Estas redes son semejantes a las de transporte excepto porque el rango de tensiones es menor que las anteriores. Estas redes se denominan de Media Tensión. A partir de estas redes se alimentan los centros de transformación que servirán a los puntos de consumo. Estas redes pueden ser **abiertas o ramificadas** o también en **anillo**, tal y como puede verse en la figura 3.12. De las redes en anillo la más utilizada en la actualidad es la *huso*, en la que existen un máximo de 6 circuitos alimentados entre dos subestaciones y unidas a través de un cable denominado circuito cero.

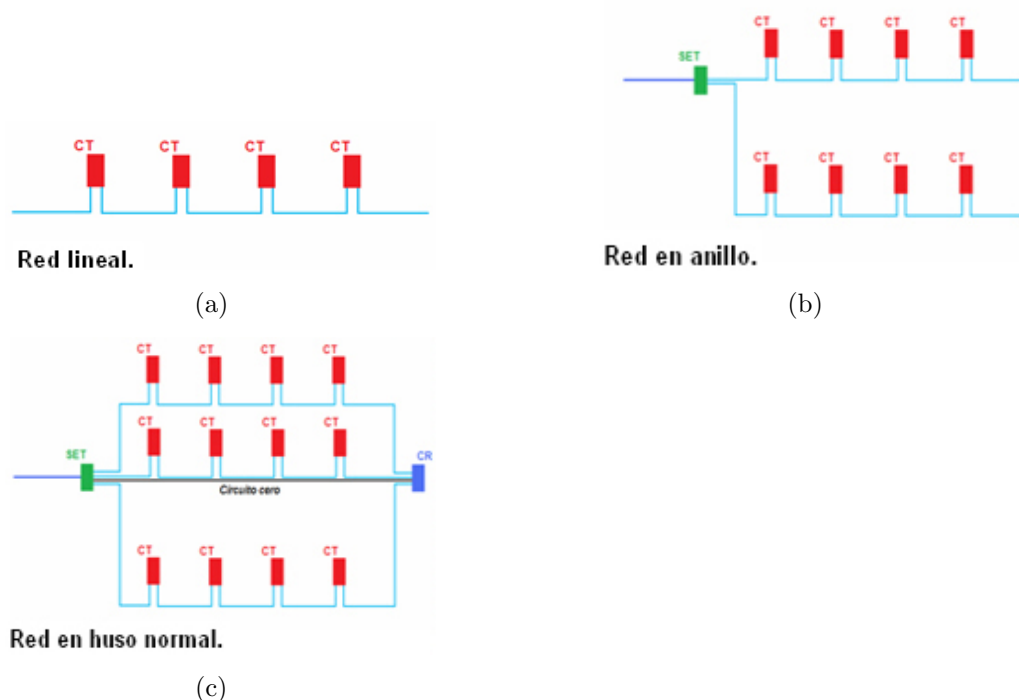


Figura 3.12: Esquemas básicos de diferentes tipos de redes de distribución [7].

3.6. Estaciones transformadoras de distribución o CT

A partir de estos se obtiene las tensiones de consumo de 230/400V. Estas estaciones o **centros de transformación, (CT)** están integradas en el núcleo urbano, ya sea dentro de los edificios o independientes de ellos en sus propias casetas. Dan servicio a zonas definidas, barrios o según cual sea la demanda de energía por parte de un edificio, a un solo edificio. En este último caso también tiene mucho que ver las restricciones y condiciones por parte de la empresa suministradora.

En estos centros de transformación está el origen de las redes de distribución de baja tensión, y siempre son propiedad, sea cual sea su ubicación de la compañía suministradora.

Las estaciones transformadoras o los centros de transformación se pueden dividir según su ubicación en:

- De intemperie.
 - Exterior.
 - De obra.
 - Con caseta prefabricada.
 - Subterráneo.
- Interior.

Centros de Transformación de Intemperie.

Estos se encuentran ubicados en zonas rurales y para valores de potencia no superiores de 160 KVA. El transformador es colocado sobre un apoyo metálico o de hormigón (figura 3.13).



Figura 3.13: Centro de transformación a intemperie.

El apoyo donde esté ubicado tendrá dispositivos antiescalada hasta un altura de 2 m y con carteles visibles de indicación de peligro.

Centros de Transformación de Obra.

Estos tipos de centros de transformación son construidos con una caseta de obra fija con las dimensiones adecuadas según las necesidades, unas veces integrados con el entorno y en otras ocasiones buscando contrastes. No existe un límite de potencia para estas estaciones transformadoras (figura 3.14).

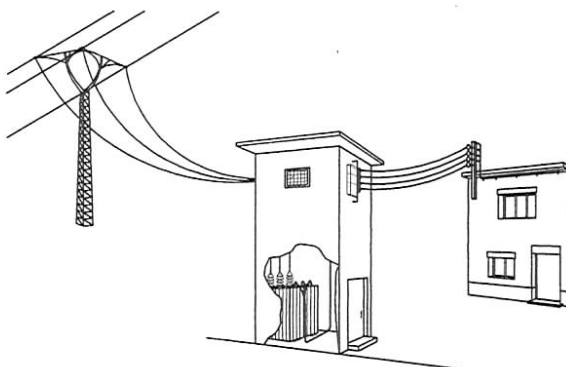


Figura 3.14: Centro de transformación de obra (Fuente:A. Franco Martín [13]).

Los centros de transformación constan de diferentes celdas:

- Celda de entrada y protección.

- Celda de Medida.
- Celda del transformador.

Cada una de ellas esta separada de las demás mediante tabiques y con un enrejado de protección entre ellas y el pasillo(figura 3.15).



Figura 3.15: Enrejado de protección en el interior del centro de transformación.

Tienen la ventaja de tener las dimensiones adecuadas para la potencia necesaria, ya que se realiza únicamente para esta aplicación [13]. Dispondrán de pasillos y recintos anchos para el mantenimiento y entrada y salida de transformador y aparellaje. Debido al funcionamiento del transformador es necesaria la colocación de rejillas que aseguren la ventilación. Además hay que disponer de un pozo colector para recogida de las posibles fugas o cambios del aceite proveniente de la refrigeración del transformador.

Centro de Transformación Prefabricado.

Consta de los mismos elementos que las estaciones anteriores, pero cuentan con la ventaja de venir todo junto en un solo bloque desde la empresa suministradora(figura 3.16), por lo que tiene un menor coste. Son utilizados tanto por particulares como por las Empresas Suministradoras. Los elementos constructivos son módulos prefabricados de hormigón armado con acabado liso, y cada uno de ellos tienen sistemas patentados por cada una de las casas comerciales. Con estos centros de transformación se consigue un mayor aprovechamiento del espacio y una mayor facilidad en el montaje, pues solo hay que conectar los conductores de entrada y de salida.



(a)



(b) (Fuente: Ormazabal)

Figura 3.16: Centros de transformación prefabricados.

Centro de Transformación Subterráneo.

Este tipo de estación transformadora deben de cumplir con los mismos requisitos que un centro de transformación interior, aunque su clasificación se encuentre dentro de los centros de transformación exteriores. Está dividido en las diferentes celdas características de las que consta los CT [13], tal y como puede ver en el esquema que aparece en la figura 3.17.

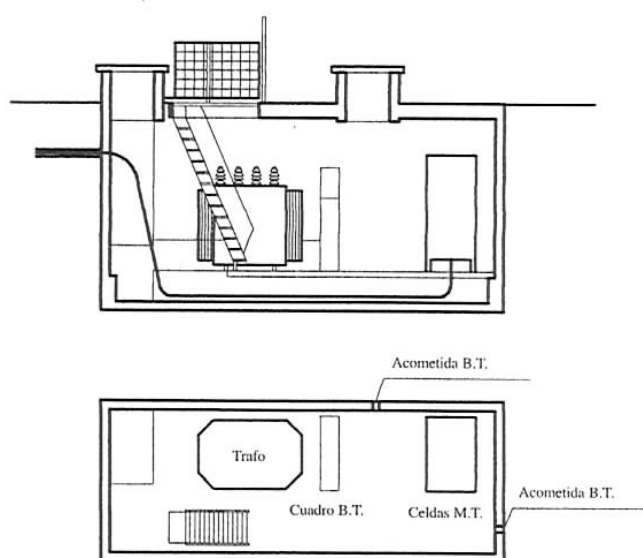


Figura 3.17: Planta y alzado de un centro de transformación subterráneo [13].

La construcción es subterránea teniendo, por tanto que tener en cuenta, el acceso del personal y a la posible entrada y salida de material y aparamenta, así como una buena ventilación que asegure el buen funcionamiento de los equipos (figura 3.18).

A pesar de ello, que el centro de transformación sea subterráneo tiene como ventajas:

- Su ocultación, dejando de ser una molestia para el entorno.
- Son más seguros.



Figura 3.18: Ventilación y acceso a CT subterráneo.

- Mejor acceso de las redes de Media Tensión y mejor distribución para las de Baja Tensión.

Todo ello supone un mayor coste en la instalación debido a excavación e impermeabilización. Son interesantes en el caso de disponer de terreno y teniendo en cuenta que existen también modelos prefabricados, como el que se presenta en la figura 3.19.

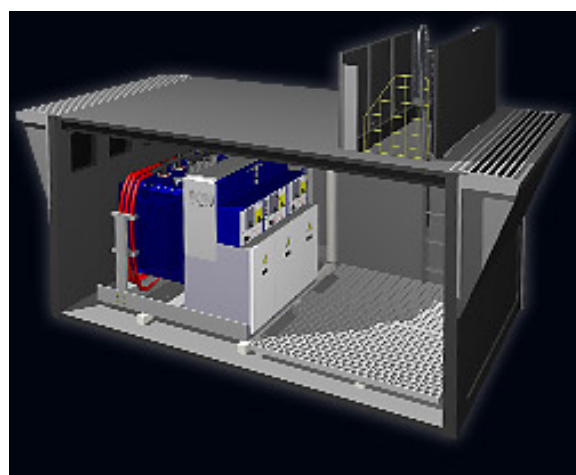


Figura 3.19: Centro de transformación subterráneo prefabricado (Fuente: Ormazabal).

Centros de Transformación Interiores.

Están integrados en el edificio ya sea en la planta baja o en el primer sótano, aunque es preferible que se ubique en el primer caso para darle a la empresa suministradora la facilidad de acceso y de intercambio de materiales(figura 3.20)

Este tipo de centros de transformación se utiliza cuando las condiciones del edificio exigen una acometida mayor que la suministrada por una red de Baja Tensión. La empresa suministradora es la que pondrá las condiciones para indicar cuando la acometida se hará en media o en baja tensión. En este caso para una potencia demandada por el edificio sea superior a **100 kW** es necesario disponer de un centro de transformación para recibir el suministro. En relación con la ubicación de los centro de transformación



Figura 3.20: Centro de transformación integrado en el edificio [11].

y algunas exigencias que conlleva su instalación, el R.E.B.T. apenas hace referencia al respecto, excepto en lo concerniente a la obligatoriedad de la reserva del local (Tabla 3.21), siendo por tanto las propias compañías las que fijan los correspondientes condicionantes.

Potencia prevista (KVA)	Medidas mínimas del local para CT.			
	Superficie libre ¹		Altura ²	
	10kV<U=20kV	20kV<U=30kV	10kV<U=20kV	20kV<U=30kV
Hasta 500	4,00 – 5,00	4,50 – 6,00	3,5	4,0
De 500 a 1000	4,00 – 6,00	4,50 – 7,00	3,5	4,0
Más de 1000	4,00 – 7,00	4,50 – 8,00	3,5	4,0

Figura 3.21: Dimensiones del local interior para el CT, según la potencia del transformador y valores de tensión de la red de distribución de Media Tensión. Siendo: (1)Superficie sin pilares, columnas u otros elementos, (2) Distancia entre suelo rematado y techo, o elementos colgantes si los hubiera.

Lo habitual, como se ha indicado anteriormente, es ubicarlo en planta baja; si bien puede hacerse en sótano o semisótano, siendo una solución muy recomendable hacerlo junto a la rampa de acceso al aparcamiento subterráneo del edificio, permitiéndose de esta forma aprovechar un espacio poco utilizable y mejorando de esta forma el problema de los ruidos

y la ventilación.

El local destinado al Centro de Transformación, deberá permitir la realización de una ventilación natural eficaz, con el fin de asegurar la refrigeración de los transformadores y evitar la eventual formación de condensaciones [3]. La mencionada ventilación, desembocará al aire libre, bien directamente, o bien a través de conductos que posean las siguientes características:

1. Los conductos de aireación no podrán desembocar junto a ventanas de patios interiores. Sus medidas, así como las de los orificios de salida, serán indicadas en cada caso, por la Empresa Suministradora (figura 3.22).
2. Ningún conducto de ventilación del inmueble, deberá tener parte común con los conductos de ventilación del Centro de Transformación.

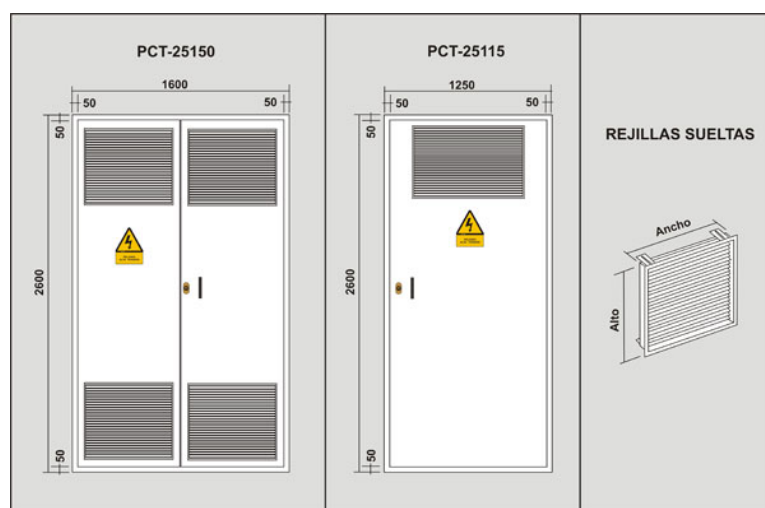


Figura 3.22: Rejillas de ventilación en los Centros de Transformación interiores [11].

Se van a indicar a continuación algunas **Recomendaciones Constructivas**, a tener en cuenta para los locales interiores:

- A. El piso de los locales, cuyo acceso sea directo desde el exterior, deberá estar elevado una altura mínima de 0.10 m. en relación con el piso exterior, o por encima del nivel conocido de las aguas más altas, en el caso de zona inundable.
- B. Protección contra posibles inundaciones procedentes de las instalaciones de las plantas superiores.
- C. No estar atravesado por ninguna canalización o tubería, ni existir ningún servicio ajeno al Centro de Transformación.

- D. La solución de los cerramientos exigidos por las Compañías consiste en realizar una separación del resto del edificio con muros mayores de 30 cm de espesor de ladrillo u hormigón con lo cual se asegura el cumplimiento de la normativa acústica y los condicionantes de resistencia al fuego.
- E. Deben disponer de cámara de aire, cuando esté contiguo a viviendas.
- F. Previsión de un pozo de recogida de aceites en el sótano más bajo del edificio.
- G. Existencia de un punto de toma de tierra también en el nivel inferior del mismo.
- H. Acceso directo del personal de la compañía desde la vía pública
- I. Tener el forjado del piso con una resistencia suficiente, para soportar los elementos constituyentes del centro de transformación (aprox. 2.000 Kg/m²), y tenerlo también en cuenta en las posibles zonas de paso de este para su colocación o sustitución.
- J. Las dimensiones de los pasos o puertas de acceso hasta el Centro de Transformación, deben ser adecuadas para permitir el paso de los elementos y aparamenta.

3.7. Redes de distribución de Baja Tensión

Son las encargadas de distribuir la energía eléctrica en el interior del núcleo urbano y de realizar el suministro al abonado. Se dividen en redes:

- aéreas.
- subterráneas.

La tensión de servicio de las redes de Baja Tensión son 230/400 V. Las condiciones que deben cumplir estas redes están recogidas en el REBT. De hecho están definidas en las Instrucciones Técnicas Complementarias, ITC-BT06 en el caso de las aéreas e ITC-BT07 en el caso de las subterráneas.

A continuación se van a describir de forma abreviada cada una de ellas.

3.7.1. Redes aéreas de distribución de Baja Tensión

Estas redes cada vez son más sustituidas por las redes enterradas, pero todavía podemos encontrarlas en la mayoría de los centros urbanos y también rurales (Figura 3.23).

Los conductores, según la ITC-BT07 [6], serán principalmente de cobre o aluminio con una tensión asignada de aislante, si lo llevan, no inferior a 06/1kV. La ejecución de estas líneas puede ser mediante:

- Conductores aislados.



Figura 3.23: Red aérea de distribución de Baja Tensión.

- Cables posados. En este caso la red irán apoyada en la fachada.
 - Cables tensados. Colocada sobre apoyos que pueden ser metálicos, de hormigón o de madera.
- Conductores desnudos.

En el caso de los conductores desnudos existen unas determinadas zonas de protección en edificación donde no se pueden ubicar este tipo de redes, tal y como se puede ver en la figura 3.24.

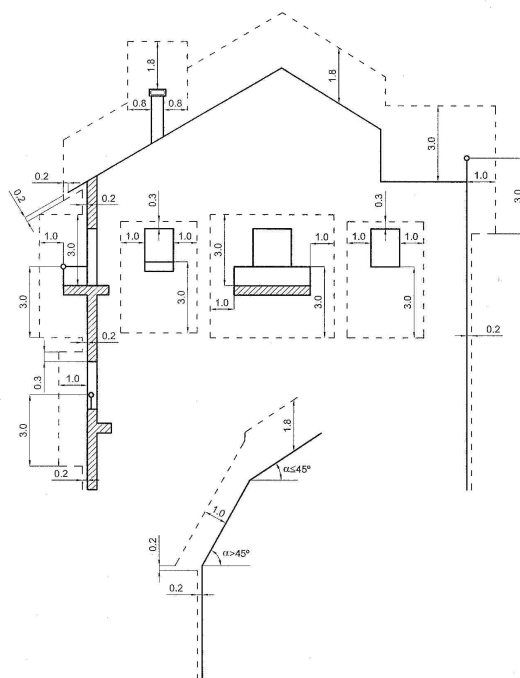


Figura 3.24: Zonas de protección en edificios para la instalación de líneas de Baja Tensión con conductores desnudos.

3.7.2. Redes subterránea de distribución de Baja Tensión.

Este tipo de redes son las que se están utilizando más en los últimos años debido a que son más seguras y que no ocupan las fachadas y el paisaje de la ciudad. Están definidas por la ITC-BT07, estando las canalizaciones ubicadas en el dominio público de la calzada realizando trazados en anillo o ramificados (figura 3.25).



Figura 3.25: Red de distribución subterránea con cables directamente enterrados.

Los conductores serán también de cobre o aluminio con una tensión asignada de aislante no menor de 0,6/1 kV, y la distribución en el núcleo urbano se puede realizar según el REBT:

- a) Con el conductor directamente enterrado (figura 3.25).
- b) Con canalizaciones entubadas (figura 3.26).
- c) Mediante galerías.
- d) Mediante canales revisables.



Figura 3.26: Red de distribución subterránea bajo tubo.

Capítulo 4

Partes de la Instalación Eléctrica.

En este capítulo se van a describir todos y cada uno de los elementos que forman parte de la instalación eléctrica en edificación y más concretamente en los edificios de viviendas.

Las partes principales que componen una instalación eléctrica son:

- Acometida.
- Instalación de Enlace.
 - Caja o Cuadro General de Protección (CGP).
 - Línea General de Protección (LGA).
 - Contadores.
 - Derivaciones Individuales (DI).
 - Interruptor de Control de Potencia (ICP).
 - Cuadro General de Mando y Protección (CGMP).
- Instalación Interior.
 - Circuitos Interiores.

4.1. Acometida.

Es el tramo de la instalación que hace de nexo de unión entre la red pública de distribución con la instalación del edificio. Finaliza en el linde de este, con el cuadro o caja general de protección. Y está definida en la ICT-BT 10 del REBT.

De forma general la acometida es una red trifásica de 4 conductores (3 fases y neutro), pero las compañías suministradoras estarán obligados, siempre que lo solicite el cliente, a efectuar el suministro eléctrico en monofásica

para potencias menores o iguales a 5.750 W a 230 V, y hasta un suministro de potencia máximo de 14.490 W a 230V. Cuando se demande más de 14,49 kW el suministro tendrá que ser obligatoriamente trifásico. La compañía su-

ministradora es propietaria y responsable de este tramo de la instalación, por lo que su ejecución se realiza según la normativa definida por esta y por las instrucciones técnicas complementarias (ITC) que las definan. Discurrirá por dominio público en la mayoría de los casos y dibujando un trazado lo más rectilíneo y corto posible. Se evitará la realización de acometidas por patios interiores, garajes, jardines privados, o viales de conjuntos cerrados entre otros. En términos generales se dispondrá de una acometida por edificio,

aunque en algunos casos esto puede modificarse si la potencia demandada es elevada y así lo estime la empresa suministradora. Como es el caso de locales de gran superficie ($\geq 300m^2$) que tendrán una acometida independiente para su suministro. Sus conductores, tubos de conducción y canales, tienen las

mismas consideraciones que las redes de distribución en Baja Tensión. Según

cual sea el trazado de la red las acometidas se pueden dividir en:

- Aéreas.
- Subterráneas.
- Mixtas.

4.1.1. Acometidas Aéreas.

Este tipo de acometidas tiende a desaparecer frente a las subterráneas. Se ejecuta solo cuando la red de distribución también es aérea (Figura 4.1).

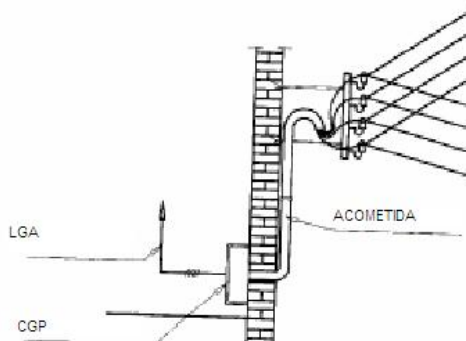


Figura 4.1: Acometida aérea a partir de una red de distribución aérea [13].

A su vez las acometidas aéreas se subdividen según el sistema de instalación en:

1. Acometidas posadas sobre fachada.
2. Acometida tensada sobre poste.

El tendido más común es sobre fachada, realizando un estudio anterior para que quede bien protegida la línea, una vez colocada y respetando unas distancias de seguridad (Figura 4.2), no siendo en ninguno de los casos la altura mínima en cruces sobre calles y carreteras inferior a 6 m.

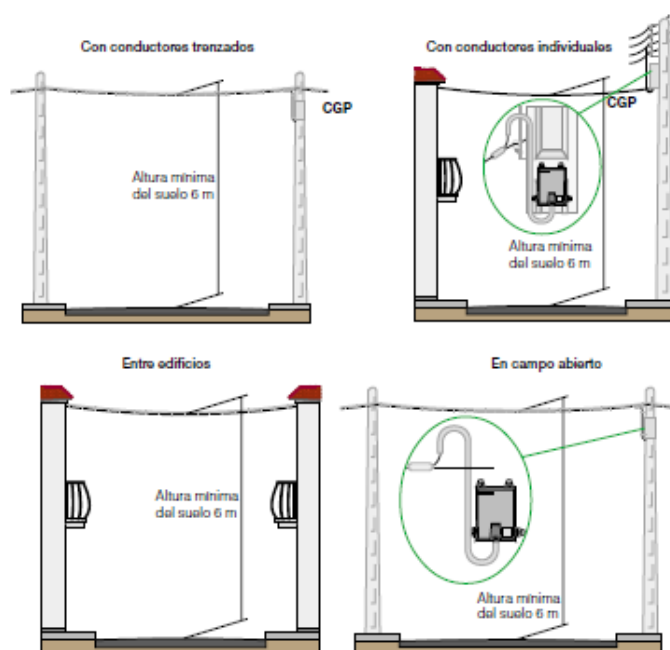


Figura 4.2: Ejecución de las acometidas aéreas en función del tipo de tendido [11].

Las características de los conductores de este tramo de la instalación tendrán las mismas características que la red de distribución aérea y por tanto están definidos en la ITC-BT 06. Los cables posados sobre fachada tendrán una tensión asignada de 0.6/1kV y su instalación se hará preferentemente bajo tubo cerrados o canales protectoras. Si la distancia al suelo en tramos de acometida es inferior a 2,5 m, los tubos y canales deben cumplir unos requisitos especiales definidos en la ITC-BT 11, y se deben proteger de la posible entrada de agua.

4.1.2. Acometidas Subterráneas.

Es la más común, actualmente en los núcleos urbanos, cuya distribución queda enterrada y fuera de la vista, por lo que es mucho más estética. De hecho cada vez hay más zonas de los cascos antiguos que se han ido sustituyendo las acometidas subterráneas.

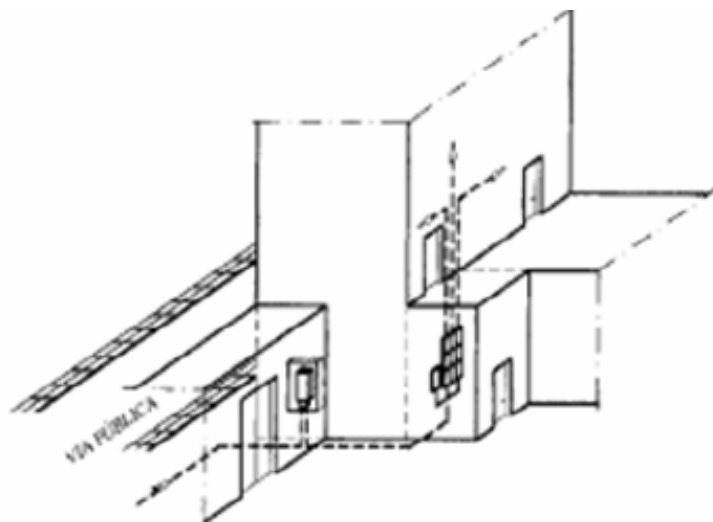


Figura 4.3: Acometida subterránea para un edificio de viviendas [13].

En la figura 4.3 se puede ver el esquema de acometida subterránea que alimenta a un edificio de viviendas.

Existen diferentes formas de acometer al edificio, en función de como sea la alimentación desde la red de distribución, pudiendo ser en derivación (figura 4.4(a)) si la red es ramificada o en bucle (figura 4.4(b)) si la red es en anillo o en huso.

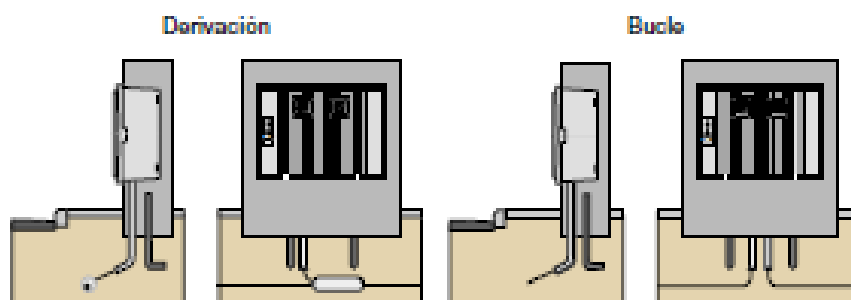


Figura 4.4: Tipos de acometidas subterráneas en función de la red de distribución [11].

Queda definida al igual que pasa con la acometida aérea con la red de distribución subterránea, ya que tiene que cumplir las mismas características (ITC-BT 07).

Los conductores y cables serán de cobre o aluminio y deberán ser capaces de soportar las intensidades máximas admisibles para el tipo de conductor y las condiciones de su instalación. A continuación se puede ver una de las tablas de estas intensidades admisibles de la ITC-BT 07 (figura 4.5).

Existen diferentes tablas para cada una de las configuraciones que se pueden encontrar, enterrados directamente en el terreno, en canaletas, así como

Sección nominal mm ²	Tema de cables (1)			1 cable tri o tetra-P			2 cables unipolares			1 cable bipolar		
	Tipo de aislamiento											
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
6	72	70	63	66	64	56	88	86	77	81	78	68
10	96	94	85	88	85	75	118	115	104	106	104	92
16	125	120	110	115	110	97	153	147	135	141	135	119
25	160	155	140	150	140	125	196	190	172	184	172	153
35	190	185	170	180	175	150	233	227	208	221	214	184
50	230	225	200	215	205	180	282	276	245	263	251	221
70	280	270	245	260	250	220	343	331	300	319	306	270
95	335	325	290	310	305	265	410	399	355	380	374	325
120	380	375	335	355	350	305	466	459	410	435	429	374
150	425	415	370	400	390	340	521	508	453	490	478	417
185	480	470	420	450	440	385	588	576	515	551	539	472
240	550	540	485	520	505	445	674	662	594	637	619	545
300	620	610	550	590	565	505	760	747	674	723	692	619
400	705	690	615	665	645	570	864	845	753	815	790	699
500	790	775	685	—	—	—	968	949	839	—	—	—
630	885	870	770	—	—	—	1084	1066	943	—	—	—

(1) Incluye el conductor neutro, si existe.

Tabla F7-054: intensidad máxima admisible, en amperios, para cables con conductores de cobre en instalación enterrada (servicio permanente).

□ Tipo de aislamiento:

- XLPE Polietileno reticulado. Temperatura máxima en el conductor 90 °C (Servicio permanente).
- EPR Etileno propileno. Temperatura máxima en el conductor 90 °C (Servicio permanente).
- PVC Policloruro de vinilo. Temperatura máxima en el conductor 70 °C (Servicio permanente).

□ Temperatura del terreno: 25 °C.

□ Profundidad de instalación: 0,70 m.

□ Resistividad térmica del terreno: 1 k·m/W

Figura 4.5: Intensidades máximas admisibles para conductores de cobre enterrados [6, 11].

si los conductores son de cobre o aluminio.

Por último se van a indicar en la tabla 4.1 las distancias de proximidad entre las acometidas subterráneas con el resto de instalaciones con las que puede convivir en la red pública.

Tipos de Canalizaciones		Distancias
Canalización Eléctrica	Baja Tensión	0.1 m
	alta Tensión	0.25 m
Canalización de Telecomunicaciones		0.2 m
Canalización de Agua	Proy. Horizontal	0.2 m
	Entre empalmes eléctricos y juntas de agua	1 m
Canalización de Gas	BP y MP	0.2 m
	AP	0.4 m
	Entre empalmes eléctricos y juntas de agua	1 m

Tabla 4.1: Distancias y proximidad entre las canalizaciones eléctricas enterradas y el resto de instalaciones.

4.1.3. Acometidas Mixtas.

Son aquellas acometidas que se realizan parte en instalación aérea y parte en instalación subterránea (Figura 4.6).

Cada tramo se realizará en función de las condiciones de cada trazado, es decir, la parte aérea se regirá por las condiciones del trazado aéreo y el subterráneo con el suyo. Como se puede ser la distancia mínima en la parte aérea no puede ser inferior a 2,5 m.



Figura 4.6: Acometida mixta [11].

4.2. Instalaciones de Enlace

Son aquellas partes de la instalación del edificio que unen o enlazan la red urbana de distribución con el recinto propio de cada usuario (o abonado), ya sea vivienda, oficina, local comercial, o los servicios generales correspondientes al edificio.

Como se ha indicado anteriormente los elementos que forman parte de la instalación de enlace (según la ITC-BT 12) son: La caja general de protección, la línea general de alimentación, la centralización de contadores, las derivaciones individuales y los cuadros generales de mando y protección, ya sean estos últimos pertenecientes a las viviendas o a los servicios generales (cuadros primarios y secundarios).

En la normativa aparecen diferentes tipos de esquemas en función de tipo de edificio a abastecer de energía eléctrica y del número de usuarios. Estos esquemas son [11]:

- Esquema para un único abonado (Figura 4.7(a)).
- Esquema para dos abonados (Figura 4.7(b)).
- Esquema para varios usuarios con contadores centralizados (Figura 4.7(c)).
- Esquema para varios usuarios con contadores descentralizados (Figura 4.7(d)).

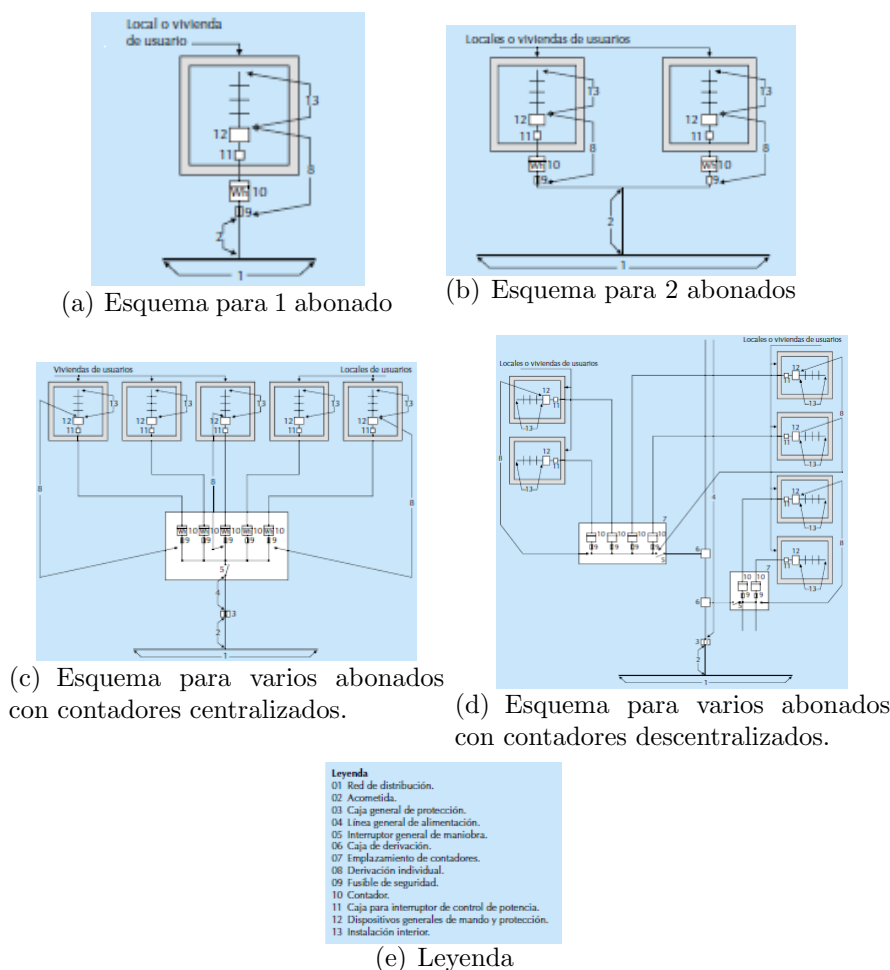


Figura 4.7: Diferentes tipos de esquemas normalizados de la instalación de enlace según el REBT [2].

Como puede apreciarse en la figura 4.7, las disposiciones de la instalación de enlace serán diferentes por las características de los elementos que la integran también son diferentes como ya veremos en los apartados posteriores.

4.2.1. Caja o Cuadro General de Protección, CGP.

Es el primer elemento privativo del edificio, al que llega la acometida y además es la primer elemento de protección eléctrico general del inmueble. Si bien su cometido concreto se basa en mantener la integridad física de la Línea General de Alimentación que parte de él.

Por lo tanto la CGP es el nexo de unión entre la acometida con la instalación de enlace. Dentro del Reglamento Electrotécnico sus características se definen dentro de la instrucción técnica ITC-BT 13.

En el interior de la caja o cuadro se encuentran cortacircuito-fusibles para cada una de las fases, con poder de corte igual o mayor a la posible corriente

de cortocircuito ,y un borne de conexión del neutro.

La ubicación de estos elementos se realizará preferentemente en fachada exterior, en lugares de libre y permanente acceso. Su situación se fijará de común acuerdo entre la propiedad y la empresa suministradora tal y como indica la normativa. Esta situación en algunos casos es problemática ya que al estar en fachada, puede tener un nefasto impacto visual, si se trata de acometidas aéreas superficiales, con los cable trenzados. En los edificios protegidos o catalogados por la normativa urbanística competente suele estar proscrita la colocación en fachada de cualquier elemento discordante, por lo que en esos casos se obliga a colocar la caja o cajas dentro del portal del inmueble.



Figura 4.8: CGP en fachada con acometida aérea.

Para acometida aérea la CGP se ubicará en fachada, en hornacina abierta, donde termina la canalización de la acometida y a una distancia del pavimento en la mayoría de los casos entre 3 y 4 m, no pudiendo ser por debajo de 2.5 m(Figura 4.8). La hornacina debe tener unas medidas suficientes para la instalación y mantenimiento de la caja. En términos generales podría establecerse como mínimos:0,50 m de ancho por 0,80 m de alto y 0,25 m de fondo para cada caja.

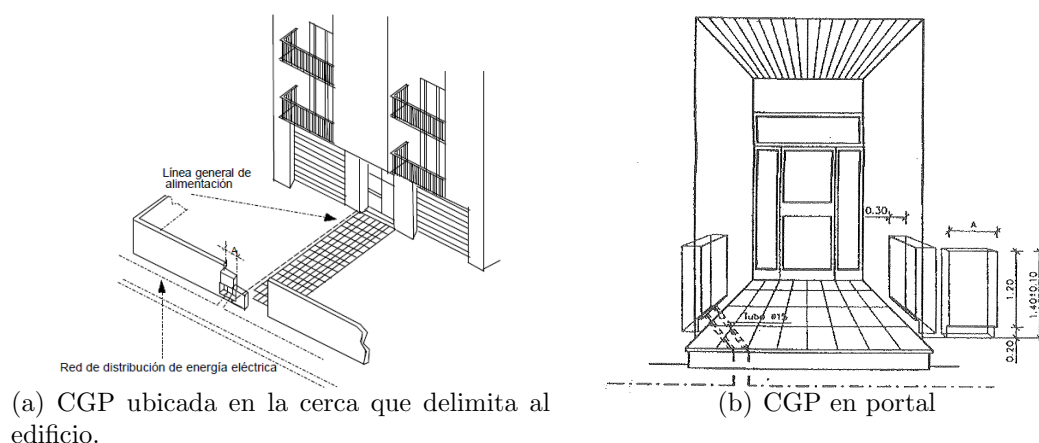


Figura 4.9: Diferentes ubicaciones de la CGP en edificio [1]

De la misma forma para la acometida subterránea la CGP debe quedarse en el cerramiento del inmueble, pero en la fachada exterior (figura 4.9(b)) y si el edificio tiene cerca exterior esta debe ubicarse en este lugar (figura 4.9(a)).

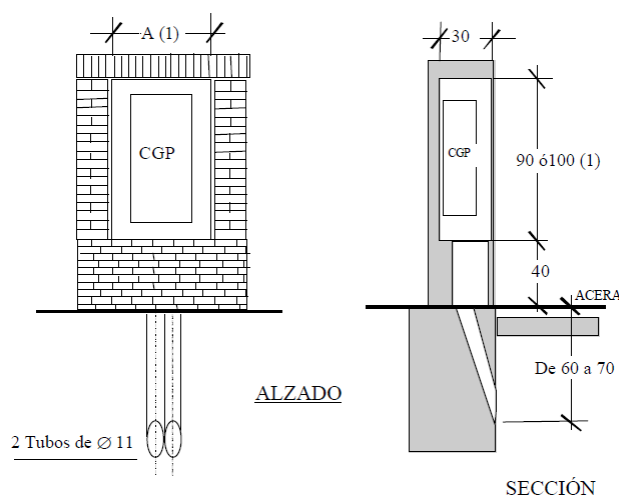


Figura 4.10: Características del armario de la CGP [11].

El armario u hornacina que alberga la CGP, debe cumplir unas determinadas condiciones y dimensiones. Dichas dimensiones quedan reflejadas en la figura 4.10, además la puerta debe cumplir unas condiciones frente al impacto con un grado de seguridad IK 10 (figura 4.11).

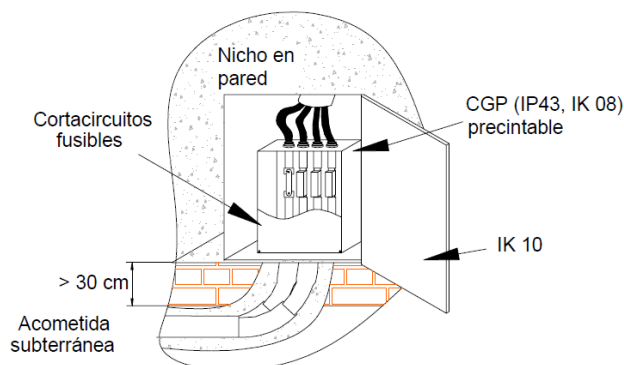


Figura 4.11: Esquema de una CGP, según la guía de REBT [2].

Tipos de CGP

En función del tipo de edificación y de las necesidades de potencia, existen tres tipos de cuadros o cajas generales de protección. Que en esencia realizan la misma función, aunque a continuación se va a describir cada uno de ellos.

Caja General de Protección o CGP convencional. Es que se ha estado definiendo en los párrafos anteriores. Tiene diferentes esquemas de distribución o de conexión en función de cómo se alimente la CGP y cómo sea la

acometida, la designación de las conexiones se define mediante unos números determinados tal y como puede verse los esquemas de la figura 4.12.

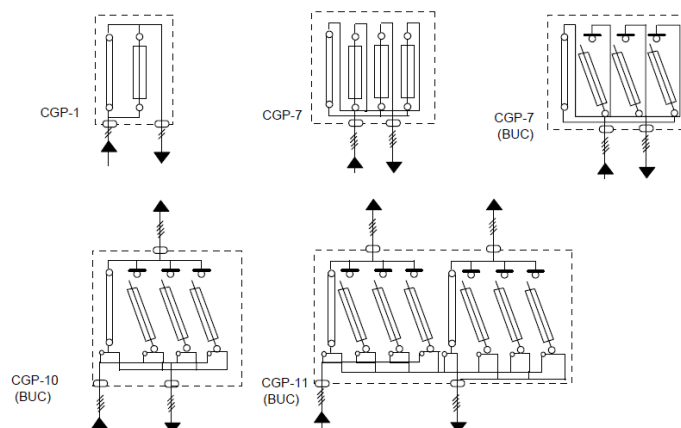


Figura 4.12: Tipos de conexiones normalizadas para las cajas generales de protección [10].

En la figura 4.13, se pueden ver varias CGP correspondientes a las conexiones indicadas anteriormente.

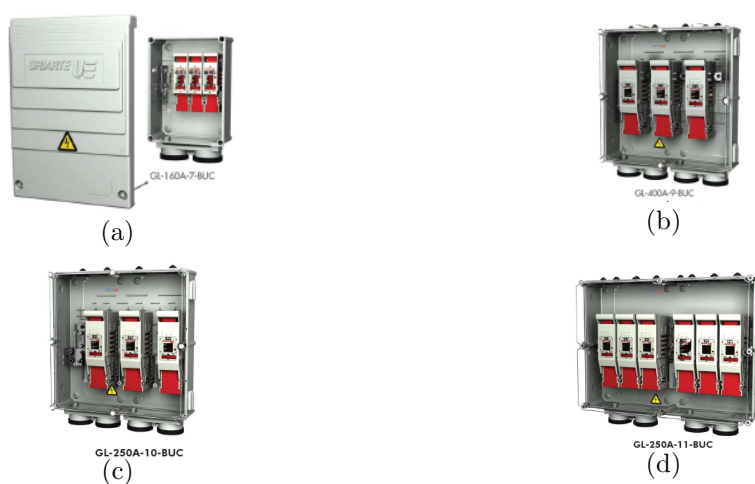


Figura 4.13: Aspecto de las CGP en función del tipo de conexión [10]

Caja General de Protección y Medida, CGPM. Este tipo de protección es usada en viviendas unifamiliares y adosadas, donde la CGP y el contador comparten el mismo armario. En la figura 4.14 se puede ver el aspecto exterior e interior que tienen estos armarios, quedando el contador en el lugar donde están las ventanas para permitir la contabilización por parte de la empresa suministradora. La ubicación de la CGPM será la fachada de la vivienda o la cerca de la parcela, si la anterior está retranqueada.

Este tipo de elementos se colocaran en la mayoría de los casos en una hornacina al igual que lo hacen las CGP, ubicándose los aparatos de medida

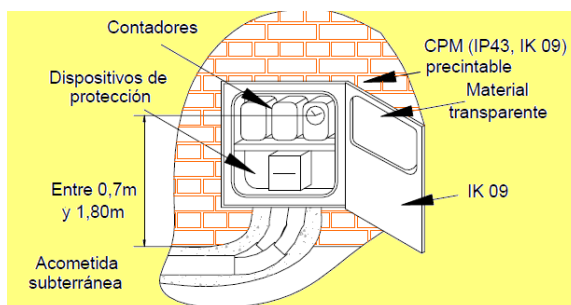
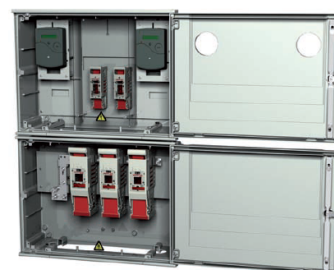


Figura 4.14: Caja General de Protección y Medida (CGPM) [2].

a una altura entre 0.7 a 1.8 m. La envolvente debe tener una vez instalada unos grados de protección frente al agua IP43 (UNE 20.324) y una resistencia mecánica frente al impacto IK09 (UNE-EN 50.102), además de ser precintables. Además la puerta del armario que los aloja debe también tener un grado de protección IK09 y elementos transparentes que permitan la medición.



(a) CGPM monofásica para 1 abonado



(b) CGPM trifásica con 2 abonados

Figura 4.15: Tipos de CGPM [10]

En la mayoría de los casos el fusible es único en formato cilíndrico (figura 4.15(a)), y se intercala en la fase de un tipo de suministro que normalmente será monofásico (hasta 14 kW), aunque también existen CGPM trifásicos (figura 4.15(b)) para vivienda (hasta 15 kW) y para locales comerciales e industriales (>15 kW).

Bases Tripolares Verticales, BTVs. Cuando las acometidas tienen una potencia muy elevada (>320 kW) las cajas generales de protección se sustituyen por armarios que albergan las denominadas BTV (Bases Tripolares Verticales), como las de la figura 4.16 donde sobre una pletina se colocan unos zócalos que albergan tres o más tríos de fusibles y con una pletina adicional para el neutro, permitiendo que existan varias líneas de salida y así repartir la potencia en el edificio.

En el esquema unifilar de la figura 4.17, se puede ver la distribución en un edificio con la colocación de BTVs en lugar de una Caja General de Protección. Cada línea general de alimentación llegará a un cuadro o módulo

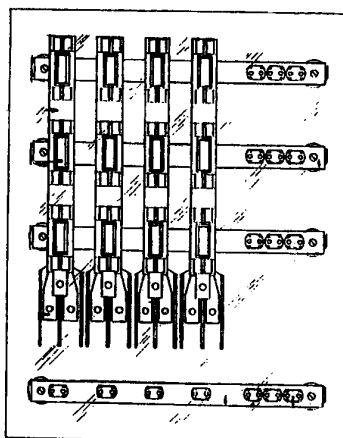


Figura 4.16: Esquema básico de Bases Tripolares Verticales (BTV) [13].

independiente de contadores, que en la mayoría de los casos pueden estar ubicados en el mismo lugar.

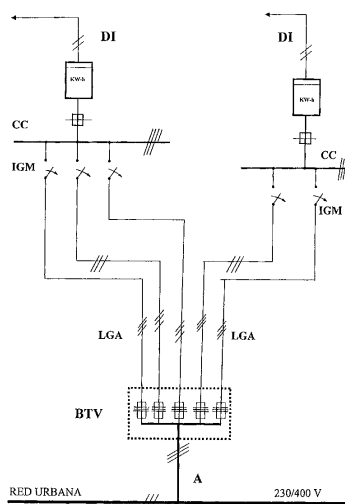


Figura 4.17: Esquema de una instalación de enlace en un edificio utilizando BTVs [13].

4.2.2. Línea General de Alimentación, LGA.

Constituye el tramo comprendido entre la C.G.P. y la centralización de contadores. Cuando se parte de un cuadro con capacidad para varios tríos de fusibles(BTVs), cada una de ellos encabezará una línea general de alimentación diferente, de modo que cada línea une una determinada base tripolar con un solo conjunto de módulos de contadores eléctricos(figura 4.17). En el caso de viviendas unifamiliares o adosadas, al estar en un mismo armario el fusible que hace de caja general de protección y el contador correspondiente, *no existe* físicamente la línea general de alimentación, aunque si existan unos conductores que unan los fusibles al contador.

Esta línea queda totalmente definida en la normativa en la IT-BT 14.

Su recorrido natural se ejecutará atravesando el portal del inmueble por falso techo, enterrada o mediante rozas hasta alcanzar el cuarto o armario de cantadores, utilizando zonas comunes siempre y con una trayectoria lo más rectilínea y corta posible. No en vano se trata del tramo que soporta toda la potencia del edificio y en consecuencia necesitará los conductores más gruesos de toda la instalación. Esto ya no solo implica un coste por caída de tensión, sino sobre todo por las dificultades de manipular secciones importantes. En algunos casos puede ir hasta colgada en el forjado de la planta sótano.

Las dimensiones de las canalizaciones deberán permitir la ampliación de la sección de los conductores en un 100 %, y para el caso de utilización de tubos se debe ajustar a lo indicado en la tabla 4.2 en función de la sección de la fase. La canalización habitual será de tubos de material termoplástico rígido con uniones roscadas o embutidas, de modo que los extremos de dicha unión no puedan separarse. En el caso en que la LGA esté enterada bajo tubos se deberá cumplir lo especificado en la ITC-BT 07.

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

Tabla 4.2: Tabla 1 (ITC-BT 14).

Cuando el cambio de dirección sea imprescindible se procurará la utilización de amplias curvas, o mejor de amplias cajas registrables para facilitar la colocación y el mantenimiento de los conductores.

Si la LGA discurre verticalmente lo hará por el interior de canaladura o conducto de obra (patinillo) empotrado o adosado al hueco de la escalera por zona común (figura 4.18). Sus paredes deben cumplir con una integridad(E) y aislamiento(I) al fuego de 120 minutos (EI120), y sus tapas de registro de 30 min, según CTE DB-SI. Además se establecerán cortafuegos cada 3 plantas con iguales condiciones a las paredes (EI 120) y se colocarán registros en todas las plantas por las que discurra.

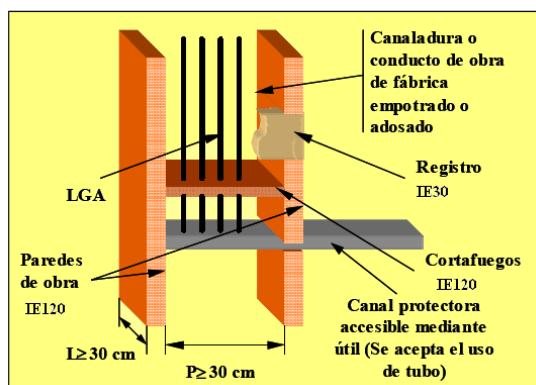


Figura 4.18: Esquema de distribución en vertical de la LGA y características del conducto de obra [2].

Conductores para la LGA Las líneas generales de alimentación, en términos generales van a ser siempre trifásicas y sin conductor de protección o de toma de tierra (T.T), por lo tanto tendrán 4 conductores. Si es monofásica, en caso excepcionales, sin toma de tierra constará de 2 conductores y de 3 conductores en el caso de que llevara la protección.

Tanto las fases como el neutro serán fácilmente identificables a través de colores o etiquetas. De utilizar colores serían preferiblemente:

- marrón, negro y gris para las fases,
- azul para el neutro.
- (amarillo-verde para la protección o toma de tierra.)

y en el caso necesario de designarlos, se utilizará la secuencia:

- R, S, y T para las fases, y
- N para el neutro.
- (P ó TT para la protección.)

Antes de seguir definiendo diferentes aspectos con respecto a las características de los conductores de LGA, es necesario tener claros que tipos de cables existen en las instalaciones. Pudiendo haber conductores unipolares y conductores multipolares. Un conductor unipolar es aquel que esta compuesto por el alma de material conductor, con un recubrimiento de aislante y en algunos caso con una cubierta exterior(figura 4.19(a)). El alma puede ser rígida o formada por un haz muchos cables iguales, siendo en ese caso más flexibles. Estos tipos de cables van independientes. En el caso de los cables multipolares dentro de un mismo cable se encuentra varios conductores diferentes con sus respectivos aislantes, y en algunos casos con varios tipos de cubiertas. En este caso las líneas quedan agrupadas con un único cable conductor, dentro del cual hay desde 2-5 conductores unipolares(figura 4.19(b)).

Pueden llegar a ser difíciles de manejar si la sección de los conductores en su interior son muy grandes pero superficialmente están más protegidos.

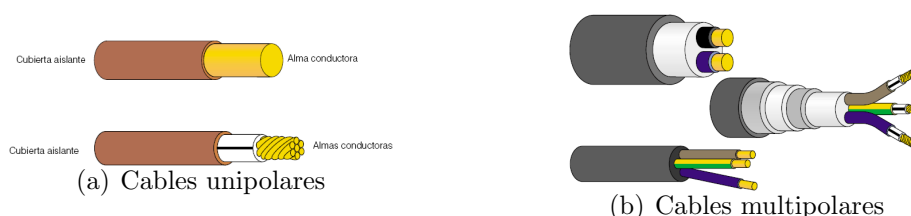


Figura 4.19: Tipos de cables conductores [11]

Los conductores pueden ser de cobre(Cu) o de aluminio(Al) con un nivel de aislamiento asignado de 100V para el recubrimiento, lo cual se representa por: 0.6/1kV. Además tendrán las siguientes características:

- Serán 'no propagadores del incendio', y con baja emisión de humos y opacidad (parte 4 y 5 norma UNE 21113) y sin emisión de halogenuros metálicos.
- La sección de los cables será uniforme en todo su recorrido, y sin empalmes. Siendo la **sección mínima** para conductores de Cu de 10 mm², y para el Al 16 mm².
- Es necesario también indicar que las conducciones por donde irán los cables serán 'no propagadores de llama' (UNE-EN 500085-1 y UNE-EN 50086-1).

Existen diferentes tipos de designaciones para los cables, aunque siempre se tiene en cuenta el aislante del conductor, el tipo de cubierta si existe y el tipo de conductor. En la que se va a utilizar en este caso un ejemplo sería: **RV 0,6/1kV-K**.

- La primera letra designa el tipo de aislante, pudiendo ser:
 - R, polietileno reticulado (XLPE).
 - D, etileno-propileno reticulado (EPR).
 - V, policloruro de vinilo (PVC).
 - ES, aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefinas (Z1).
- La segunda letra designa el tipo de cubierta, y en ese caso puede ser:
 - V, policloruro de vinilo (PVC),
 - Z1, cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina.

- El valor 0,6/1kV, pertenece a la designación de tensión del aislante, tal y como se indicaba en párrafos anteriores, para 1000 V. Es posible que en muchos casos no aparezca, indicándose por omisión, que es este el valor asignado como sería el caso del ejemplo: **RV-K**.
- Y la letra final después del guión, indica el tipo de conductor utilizado, así:
 - -K, conductor de cobre flexible.
 - -U, conductor de cobre rígido.
 - -R, conductor tipo cuerda.
 - -A ó -Al, conductor de aluminio.

En la tabla de la figura 4.20, podemos ver diferentes tipos de canalizaciones y cables para la LGA, utilizando el tipo de nomenclatura definido.

Sistema de instalación	Sistema de canalización (calidad mínima)		Cable	
Superficial	Tubo 4321 No propagador de la llama	Compresión Fuerte (4), Impacto Media (3), Propiedades eléctricas: Aislante / continuidad eléctrica. UNE-EN 50086-2-1	RZ1-K (AS)	Cable de tensión asignada 0,6/1 kV con conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1) UNE 21.123-4
	Canal no propagadora de la llama	Impacto Media, No propagador de la llama, Propiedades eléctricas: Aislante / continuidad eléctrica. Que solo puede abrirse con herramientas. IP2X mínimo. UNE-EN 50085		Cable de tensión asignada 0,6/1kV con conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento de etileno propileno (D) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1) UNE 21.123-5
Empotrado	Tubo 2221: No propagador de la llama	Compresión Ligera (2), Impacto Ligera (2). UNE-EN 50086-2-2	DZ1-K (AS)	
	Canal no propagadora de la llama	Impacto Media, No propagador de la llama. Que solo puede abrirse con herramientas. IP2X mínimo. UNE-EN 50085		
Enterrado	Tubo: (Propiedades de propagación de la llama no declaradas)	Compresión 250/450N (hormigón / suelo ligero), Impacto Ligera / Normal. UNE-EN 50086-2-4	RZ1-K (AS) DZ1-K (AS)	Tipos ya descritos
Canal de obra ³			RZ1-K (AS) DZ1-K (AS)	Tipos ya descritos
Canalización prefabricada UNE-EN 60439-2				
Nota 1: Según la norma UNE 21 022 los conductores clase 5 son aquellos constituidos por numerosos alambres de pequeño diámetro que le dan la característica de flexible. Nota 2: las normas de la serie UNE 21123 también incluyen las variantes de cables armados y apantallados que puede ser conveniente utilizar en instalaciones particulares. Nota 3: Cuando en una canal de obra se utilicen tubos o canales protectoras, éstos deberán cumplir con las características prescritas para sistemas de instalación empotrados.				

Los cables con conductores de aluminio corresponden al tipo RZ1-Al (AS), según la norma UNE 21123-4, habitualmente se utilizan para instalaciones singulares.

Figura 4.20: Características de los cables y sistemas de conducción según la Guía del REBT ITC-BT 14 [2].

4.2.3. Centralización de Contadores.

Como parte de la instalación de enlace, en todos los edificios de viviendas se habilitará un espacio común destinado a albergar exclusivamente la centralización de los contadores eléctricos.

La ubicación y la instalación de los contadores está definida en la instrucción técnica complementaria ITC-BT 16.

En el caso de viviendas unifamiliares o adosadas, el contador se encuentra en el exterior de la vivienda dentro de la CGPM (figuras 4.15 y 4.14), tal y como se ha indicado anteriormente, cumpliendo con unos grados de protección para el contador de IP43 e IK09.

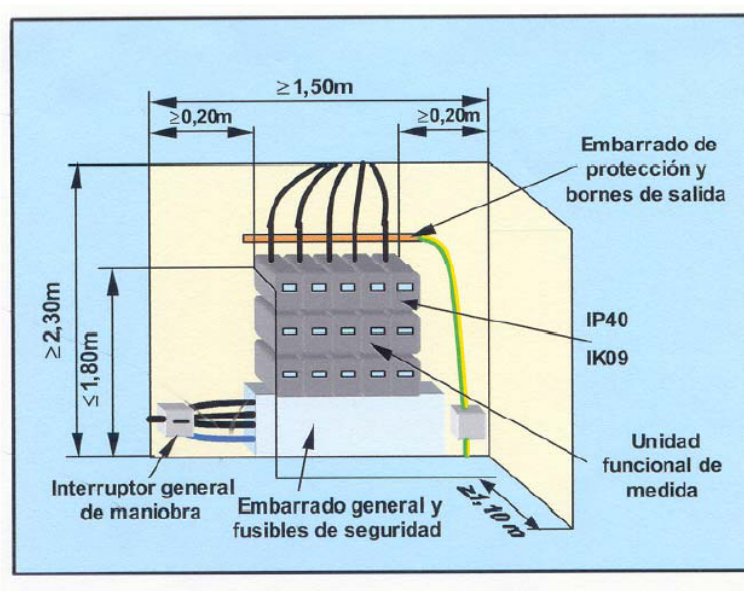


Figura 4.21: Características de una centralización de contadores [2].

En el resto de los casos en vivienda, los contadores se encuentran en el interior del edificio centralizados de forma única o parcial. Para la ubicación de la centralización se tendrán en cuenta las normativas aplicables por parte de la compañía suministradora.

En cualquier caso los contadores se colocan en unos módulos o paneles estandarizados (UNE-EN 60439) con ventilación suficiente y con grados de protección mínimos: IP40 e IK09 (figura 4.21).

Partes de la centralización de contadores

Toda centralización de contadores se compone de cuatro unidades funcionales principales (figura 4.22) diferentes, ya que los contadores no se ubican solos, dichas unidades son las siguientes:

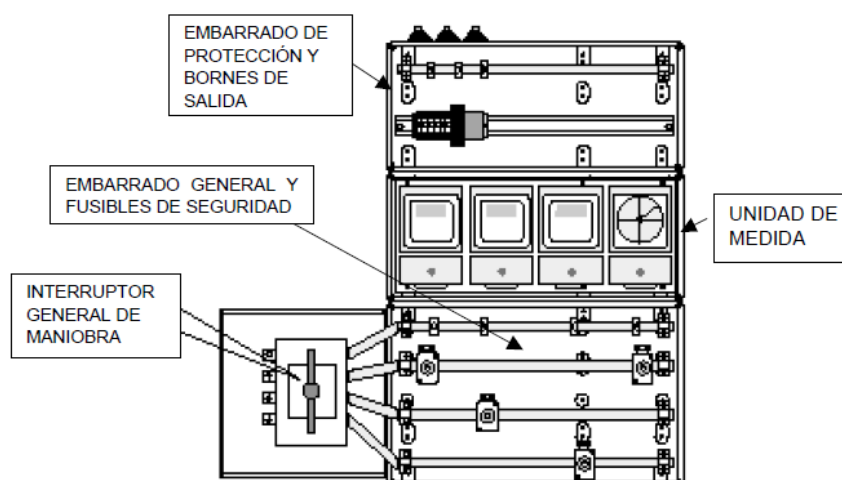


Figura 4.22: Partes principales de una centralización de contadores [2].

- A. Interruptor Seccionador General de Maniobra.
- B. Unidad Funcional de Embarrado de Entrada.
 - Embarrado general.
 - Fusibles de seguridad.
- C. Unidad Funcional de Medida.
 - Aparatos de medida.
- D. Unidad Funcional de Embarrado de Protección y Salida.
 - Embarrado general de Protección.
 - Bornes de salida.

A continuación se van a definir cada uno de ellos.

A. *Interruptor Seccionador General de Maniobra:*

Toda centralización de contadores debe incluir un Interruptor Seccionador para posibilitar manualmente la conexión o desconexión del suministro eléctrico procedente de la línea general de alimentación. Este interruptor debe tener la sección del neutro retardado para evitar posibles tensiones indeseables en el momento de su maniobra.

B. *Unidad Funcional de Embarrado de Entrada:*

Se encuentra situada en la parte inferior del panel de módulos, a continuación del interruptor seccionador. Organiza la descomposición de la LGA en tantas líneas individuales como contratos deban existir. Para ello la línea general de alimentación acomete sobre tres barras de fases y una de neutro, de ahí el nombre de embarrado general. Las barras son de cobre de sección 20 x 4 mm.

Sobre las barras se colocan los fusibles de seguridad (D02 o D03) que se destinan a la protección de los contadores y derivaciones individuales y estarán situados en cada uno de los arranques de todos los conductores de fase, con capacidad de corte en función de la máxima corriente de cortocircuito que se pueda presentar.

C. *Unidad Funcional de Medida:*

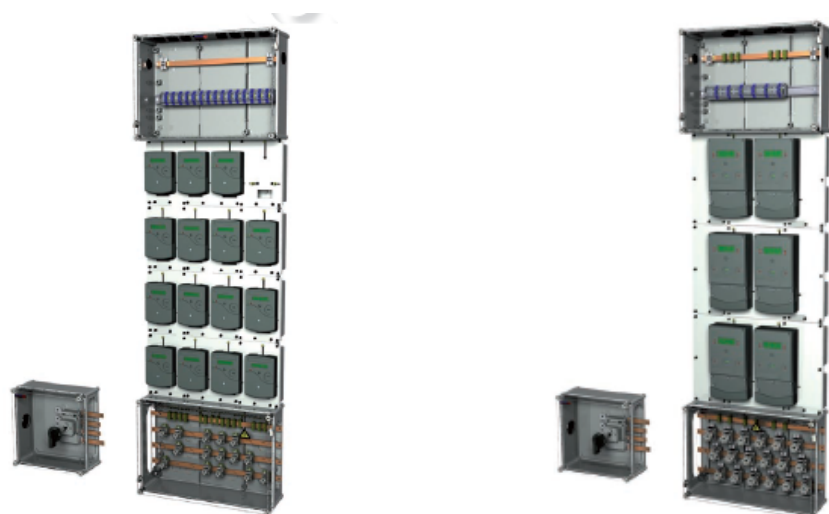
En ella se alojan los contadores, propiamente dichos, de todos los abonados y servicios del edificio del edificio. Deben tener un espacio reservado para la colocación de interruptores horarios.

D. *Unidad Funcional de Protección y Salida:*

De esta unidad parten todas las derivaciones individuales, para ello se colocan unos bornes o grapas de conexión a los que llegan los conductores de los contadores y de los que salen los conductores de la derivación individual.

Además dentro de esta unidad se encuentra la barra de protección a tierra a la que llegará la línea de protección a tierra y de la que partirán todos los conductores de protección necesarios en la instalación, tanto para las derivaciones individuales como a los elementos que es necesario conectar a tierra.

Estas centralización de contadores pueden ser monofásicas o trifásicas, tal y como se puede ver en la figura 4.23, utilizándose en este caso contadores digitales en lugar de monofásicos.



(a) Módulos para contadores monofásicos.

(b) Módulos para contadores trifásicos

Figura 4.23: Módulos de contadores eléctricos de la empresa Uriarte [10].

Las consideraciones básicas para la centralización de contadores son:

- Cada línea general de alimentación terminará en un interruptor seccionador general de maniobra.
- Cada suministro monofásico tomará el neutro de la barra correspondiente con una conexión mecánica directa, mientras que la fase se conectará mediante un mecanismo de porta-fusible que se inserta directamente en la barra oportuna.
- Las conexiones de fase deben realizarse para conseguir el equilibrio de potencias, es decir, que los suministros distribuyan su demanda entre las tres fases disponibles en el embarrado.
- Los cables utilizados en las conexiones deben de ser 'no propagadores de incendio' y con emisión reducida de humos, opacidad reducida y libres de emisión de halógenos. Sus secciones mínimas serán de 6 mm², aunque se puede recomendar que se utilice el mismo criterio que para la LGA 10 mm² para Cu y 16 mm² para Al.
- Se deberá también disponer de cableado para la conexión, en caso necesario, para los circuitos de mando y control de tarificación horaria. Estos cables tendrán las mismas características anteriores, el color del aislante es rojo de 1,5 mm².

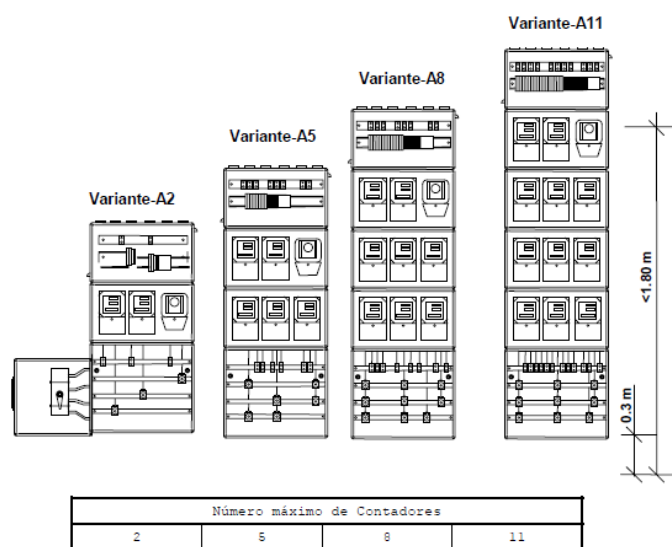
Tipos de contadores

Se suelen clasificar en los tipos A, B y BCAR, según el tipo de suministro. Todos ellos se albergan en armarios de poliéster que suelen tener un ancho común, según el tipo y cantidad de contadores que pueda albergar, estando en un entorno entre los 48-63 cm.

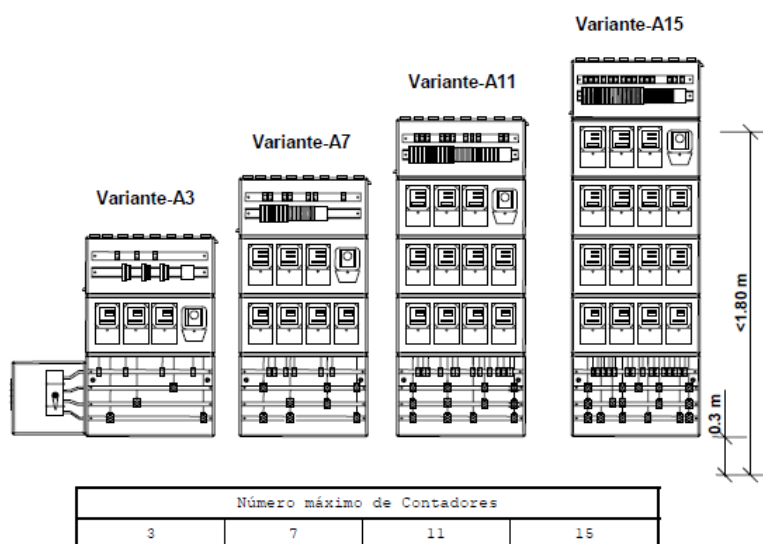
- **Tipo 'A'**: Está destinado a suministros monofásicos hasta una potencia máxima de 14,49 kW (63 A) con medición exclusiva de energía activa.
- **Tipo 'B'**: Se utiliza para suministros trifásicos hasta los 14,49 kW (21 A) con medición única de energía activa. Se puede utilizar en viviendas, locales comerciales y en algunos casos en servicios generales.
- **Tipo 'BCAR'**: Se utiliza para suministros trifásicos de hasta 43,5 kW (63 A). Consta de: contador de energía activa con posible discriminación tarifaria; de contador de energía reactiva; e interruptor horario. Se utiliza en locales o servicios generales.

Según el tipo de contador existen diferentes tipos estandarizados de cuadros o módulos de contadores.

En las figuras 4.24, 4.25 y 4.26, se van a presentar algunos de los cuadros de centralización que la compañía suministradora Iberdrola define en sus normas, los cuales pueden ir o no cerrados con una envolvente. Esta envolvente no es más que una carcasa transparente que cierra el conjunto y con posibilidad de realizar un lacre para evitar la manipulación de los contadores.



(a) Cuadro modular de 48 cm de ancho.



(b) Cuadro modular de 63 cm de ancho.

Figura 4.24: Tipos de armarios modulares con o sin envoltorio para contadores monofásicos tipo A [1].

El cuadro modular tipo A está asignado a contadores monofásicos tipo A se define en dos medidas de ancho: de 48 cm o de 63 cm.

En la figura 4.24(a) se puede ver que en la variante de 48 cm alberga desde 2 hasta 11 contadores; mientras que en el caso de las variantes de 63 cm (figura 4.24(b)) se pueden colocar desde 3 hasta 15 contadores.

En los armarios tipo B, se colocarán contadores trifásicos tipo B (figura 4.25) con o sin envoltorio y con una anchura del armario de 58 cm.

Por último en la figura 4.26 se puede ver los armarios normalizados de 58 cm de ancho para los conjuntos combinados de contadores tipo BCAR.

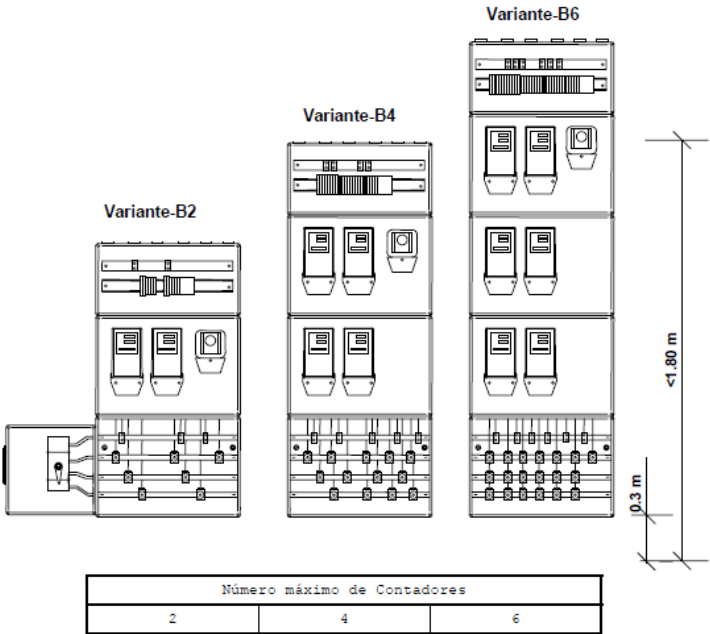


Figura 4.25: Armarios modulares con o sin envoltente para contadores trifásicos tipo B [1].

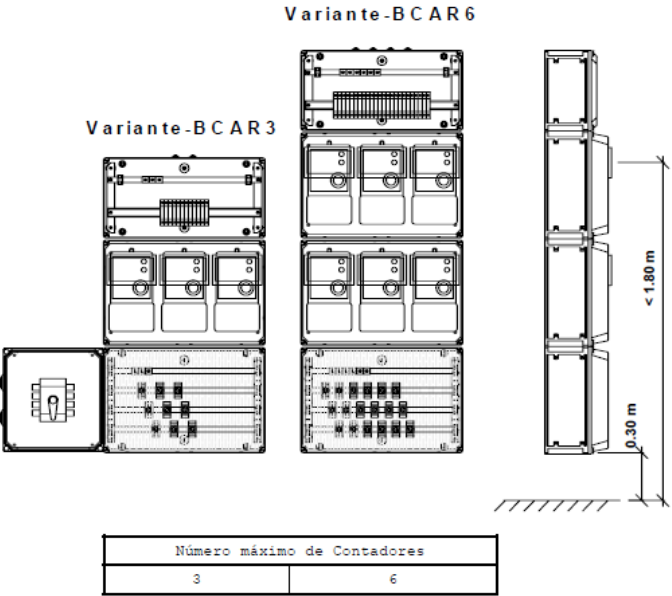


Figura 4.26: Armarios modulares con o sin envoltente para contadores trifásicos tipo BCAR [1].

Ubicación de la centralización de contadores.

Como se ha indicado anteriormente en viviendas unifamiliares y adosadas, el contador se encuentra en el exterior en la CGPM.

En el edificio en REBT realiza una clasificación para la concentración de los contadores de viviendas, locales y servicios generales. Podrán ubicarse en uno o varios lugares tal y a su vez estos lugares pueden ser un armario o un

siendo: N =número de módulos; A_i =Ancho de los módulos.

Deberán reunir unas características mínimas de las que destacamos como más significativas las siguientes:

- Acceso desde zonas comunes.
- Altura mínima 2,30 m (figura 4.28).
- Anchura mínima en paredes ocupadas por contadores de 1,50 m.
- Pasillo libre delante de contadores de 1,10 m.
- Distancia entre la concentración de contadores y la pared lateral de 20 cm.
- Apertura de puerta hacia el exterior, dimensiones mínimas 0,70 x 2 m.
- Alumbrado de emergencia: Equipo autónomo de alumbrado de emergencia (autonomía mín. 1 hora, mín. 5 lux). Dentro del local e inmediato a la entrada.
- Deben tener desagüe o un peldaño sobre el acceso.
- Según el CTE DB-SI son locales con riesgo especial bajo (EI90).
- Ventilación suficiente.
- Debe estar exento de cualquier tipo de instalación y exento de humedades.
- Se colocará en el exterior y próximo a la puerta un extintor de eficacia 21B.

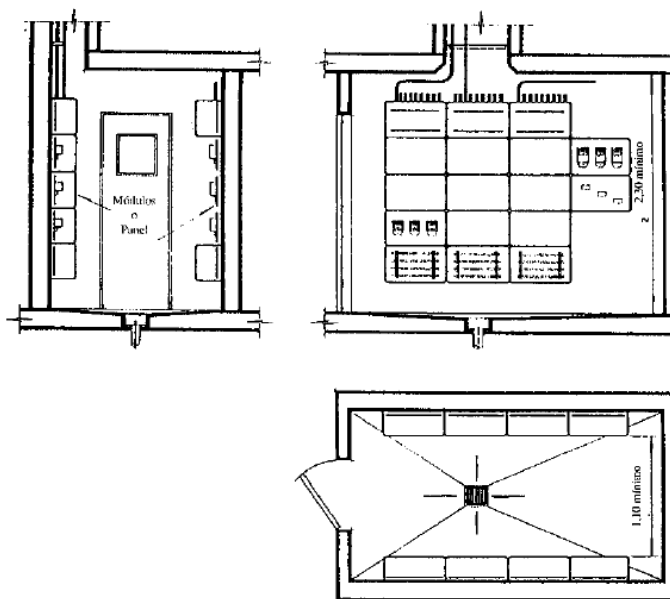


Figura 4.28: Alzado, planta y perfil de un local de contadores eléctricos centralizados [13].

■ Armario de contadores

Para un pequeño número de abonados (< 16 contadores), se colocarán los contadores en armario. Situado en planta baja, entresuelo, primer sótano o, cuando proceda, en concentraciones de contadores en plantas intermedias.

Las características principales de estos recintos son:

- Se pueden ejecutar empotrados o adosados, dejando un pasillo libre en frente de 1,50 m (figura 4.29).
- Sus dimensiones mínimas son: 1,50 m de ancho y 0,30 m de fondo; aunque se recomiendan 0,45 m de fondo.
- Se encontrarán en zonas comunes, cerca de la entrada y de las derivaciones individuales.
- Al abrir el armario quedará libre de obstáculos para la lectura y posibles instalaciones.
- Deben tener una resistencia al fuego EI30.
- Tendrán ventilación e iluminación suficiente.
- Habrá un extintor móvil de eficacia 21B próximo.
- En su interior se instalará una base de enchufe de 16A para mantenimiento.

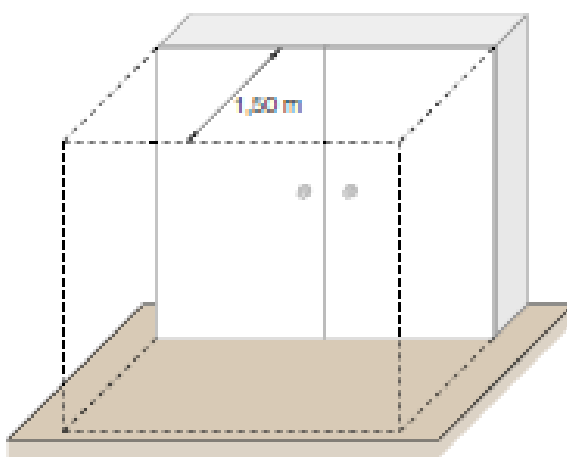


Figura 4.29: Armario de contadores centralizados [13].

4.2.4. Derivaciones Individuales

Es el tramo de la instalación que enlaza elemento de medida de cada abonado alojado en la centralización de contadores, con su interruptor de control de potencia (ICP) situado dentro del local o vivienda.

Está definida en la ITC-BT 15 del reglamento electrotécnico de baja tensión.

Existirán tantas derivaciones individuales como número de abonados y locales existan en la derivación, sin contar las derivaciones a los garajes y servicios generales.

Las derivaciones podrán ser trifásicas ($3F + N + P$) ó monofásicas ($F + N + P$) en función de las necesidades del abonado, del local o del servicio a alimentar. Utilizarán el mismo tipo de colores identificativos, ya definidos en la LGA.

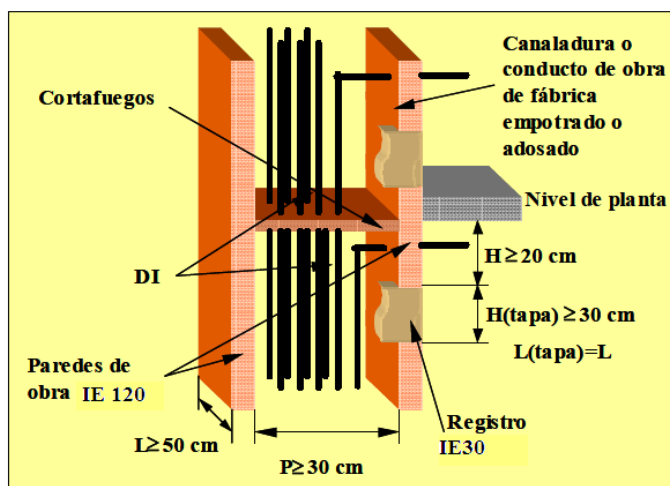


Figura 4.30: Características de la derivación individual [2].

La distribución de las derivaciones individuales se realizará en vertical y se hará mediante canaladura o patinillo ubicado en el perímetro de la caja de la escalera. Dentro de esa canaladura se colocarán tantos tubos como abonados, siempre con recorridos rectilíneos y elementos cortafuegos al menos cada tres plantas prefabricado o de escayola(figura 4.30). Los tubos deben tener una sección que permitan una ampliación de la sección de los cables en el 100 %, con un mínimo de 32 mm. Se colocará un tubo de reserva cada 10 derivaciones individuales o fracción.

Su trayecto discurrirá siempre por zonas comunes y registrables del edificio al igual que el resto de las instalaciones de enlace. Cuando el cambio de dirección sea imprescindible se procurarán amplias curvas con amplias cajas registrables para facilitar la colocación y el mantenimiento de los conductores.

En cada planta se colocarán cajas de registro para facilitar el cambio de dirección a aquellas derivaciones que tengan como destino la mencionada planta. Dichas cajas estarán o serán precintables para evitar manipulaciones indeseables. Esas cajas de registro serán de material aislante no propagador

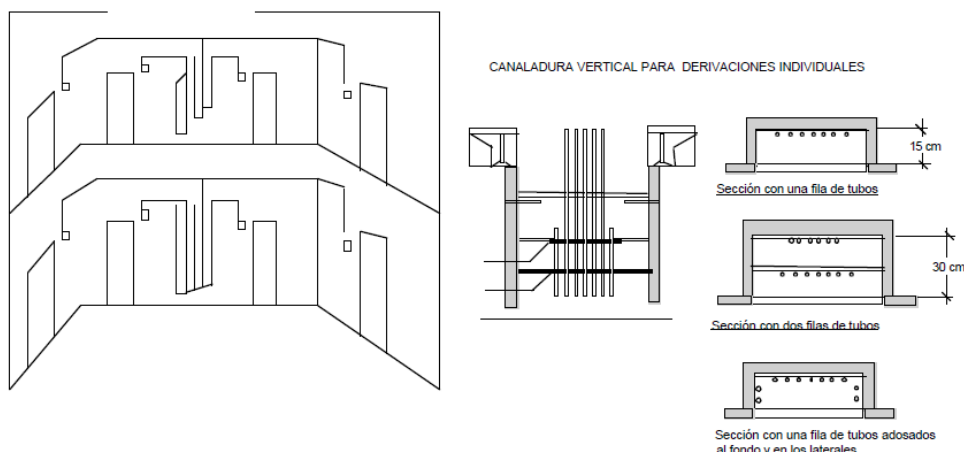


Figura 4.31: Distribución de la derivación individual en planta y sección de diferentes canaladuras conductoras [1].

de llama y un grado de inflamabilidad V-1 (UNE-EN 60695-11-10). Las dimensiones de sus tapas serán como mínimo de 30 cm de alto y del ancho de la canaladura.

Las canaladuras o patinillos se ajustarán a las dimensiones que aparecen en la tabla 4.4 según marca la guía del REBT ITC-BT 15 y en función si esta compuesto por una o dos filas de tubos. Es necesario indicar que la distancia entre tubos es de 5 cm como mínimo.

Número de derivaciones	Ancho (m)	
	Profundidad de 15 cm	Profundidad 30 cm
Hasta 12	0,65	0,50
13-24	1,25	0,50
25-36	1,85	0,95
37-48	2,45	1,35

Tabla 4.4: Anchura de los patinillos para DI.

La distribución en cada planta a partir de los patinillo y hasta los cuadros de cada una de las viviendas se realizará, de forma generalizada mediante tubo empotrado.

Todos los materiales de las conducciones como ocurre en las partes de la instalación deben no ser propagadores de llama..

Los conductores de la derivación individual serán de cobre, con una tensión asignada de protección de 450/750 V. Lo cual se designa para 450 V como 05kV; y para 750V como 07kV. En el caso que la DI sea enterrada el nivel de protección será de 1000V o lo que es lo mismo 06/1kV.

La nomenclatura utilizada es la misma que para la línea general de alimentación, aunque existen otras designaciones para los conductores con el

nivel de aislamiento de 450/750V tal y como se verá en el apartado de los circuitos interiores. Un ejemplo sería: **D07Z1-U**. La primera letra designa al aislante, los números a la tensión de protección y después la cubierta. Es la única diferencia con los de un nivel de aislamiento 06/1kV, en los cuales la designación de aislante y cubierta están juntas.

En la tabla de la figura 4.32, se pueden ver los sistemas de canalización y cables más utilizados para esta parte de la instalación.

Sistema de instalación	Sistema de canalización (calidad mínima)		Cable	
Superficial	Tubo 4321 No propagador de la llama	Compresión Fuerte (4), Impacto Media (3), Propiedades eléctricas: Aislante / continuidad eléctrica. UNE-EN 50086-2-1	ES07Z1-K (AS)	unipolar aislado de tensión asignada 450/750 V con conductor de cobre clase 5 (-K) y aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1) UNE 211 002
	Canal no propagadora de la llama	Impacto Media, No propagador de la llama, Propiedades eléctricas: Aislante / continuidad eléctrica. Que solo puede abrirse con herramientas. IP2X mínimo. UNE-EN 50085	RZ1-K (AS)	Cable de tensión asignada 0,6/1 kV con conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1) UNE 21.123-4
Empotrado	Tubo 2221: No propagador de la llama	Compresión Ligera (2), Impacto Ligera (2). UNE-EN 50086-2-2	DZ1-K (AS)	Cable de tensión asignada 0,6/1kV con conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento de etileno propileno (D) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1) UNE 21.123-5
	Canal no propagadora de la llama	Impacto Media, No propagador de la llama. Que solo puede abrirse con herramientas. IP2X mínimo. UNE-EN 50085		
Enterrado	Tubo: (Propiedades de propagación de la llama no declaradas)	Compresión 250/450N (hormigón / suelo ligero), Impacto Ligera / Normal. UNE-EN 50086-2-4	RZ1-K (AS) DZ1-K (AS)	Tipos ya descritos siempre multiconductores
Canal de obra	Tubo 2221: No propagador de la llama	Compresión Ligera (2), Impacto Ligera (2). UNE-EN 50086-2-2	ES07Z1-K (AS) RZ1-K (AS) DZ1-K (AS)	Tipos ya descritos
	Canal no propagadora de la llama	Impacto Media, No propagador de la llama. Que solo puede abrirse con herramientas. IP2X mínimo. UNE-EN 50085		
	Bandejas y bandejas de escalera	UNE-EN 61537	RZ1-K (AS) DZ1-K (AS)	Tipos ya descritos, siempre multiconductores
Canalización prefabricada UNE-EN 60439-2				
Nota 1: Según la norma UNE 21 022 los conductores clase 5 son aquellos constituidos por numerosos alambres de pequeño diámetro que le dan la característica de flexible. Nota 2: las normas de la serie UNE 21123 también incluyen las variantes de cables armados y apantallados que puede ser conveniente utilizar en instalaciones particulares.				

Los cables con conductores de aluminio corresponden al tipo RZ1-AI (AS), según la norma UNE 21123-4, habitualmente se utilizan para instalaciones singulares.

Figura 4.32: Tipos de cables y sistemas de canalización para derivaciones individuales [2].

4.2.5. Interruptor de Control de Potencia

Es el final de la derivación individual y se encuentra justo antes del cuadro general de los dispositivos de mando y protección. Sus características se recogen en la ITC-BT 17, aunque es la empresa suministradora la que indica el tipo y ubicación de los mismos.

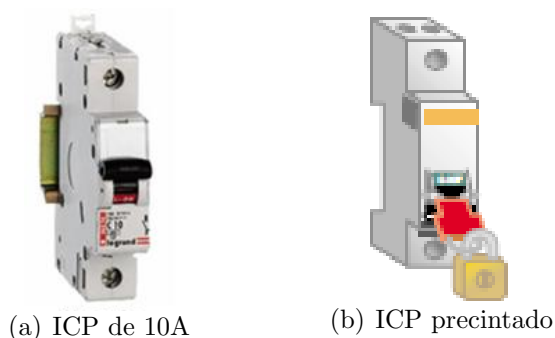


Figura 4.33: Interruptor de control de potencia monofásico [5].

El cometido de este tipo de mecanismos es el control económico de la potencia máxima disponible o contratada a la empresa suministradora. Realmente se trata de un interruptor magnetotérmico (figura 4.33(a)) que se intercala en las fases y que posee una curva característica llamada ICP. Este mecanismo está precintado para evitar manipulaciones (figura 4.33(b) y 4.34(b)).

Se ubica según indica la compañía suministradora, pero en condiciones generales su lugar será anexo a los dispositivos de mando y protección de los cuadros, en una caja empotrada independiente o dentro de estos (figura 4.34).

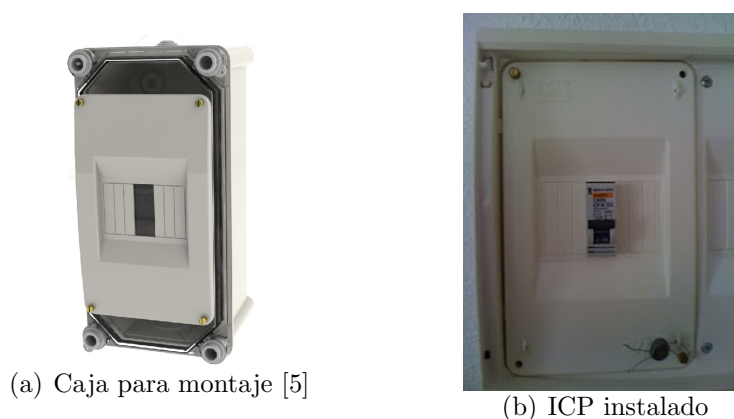


Figura 4.34: Montaje del interruptor de control de potencia.

La compañía distribuidora es la que en función del contrato establecido coloca un ICP con la intensidad adecuada, siendo el valor máximo de 63A.

Esta elección estará relacionada con la potencia máxima capaz de soportar el local, servicio o vivienda. La contratación se puede realizar considerando una simultaneidad, es decir que no toda la potencia de la que se puede disponer se va a utilizar a la vez. En la tabla de la figura 4.35, se puede ver la relación entre la potencia máxima en vivienda, el valor del interruptor general automático, la potencia de contratación y el valor del ICP. Estos valores han sido obtenidos de la empresa suministradora Unión Fenosa-Gas Natural [9].

POTENCIAS DE CONTRATACIÓN NORMALIZADAS													
I.C.P.	1,5 A	3 A	3,5 A	5 A	7,5 A	10 A	16 A	20 A	25 A	32 A	40 A	50 A	63 A
MONOFÁSICO 230 V	345 W	690 W	805 W	1150 W	1725 W	2300 W	3680 W	4600 W	5750 W	7360 W	9200 W	11500 W	14490 W
TRIFÁSICO 400V	1039 W	2078 W	2425 W	3464 W	5196 W	6928 W	11085 W	13856 W	17321 W	22170 W	27713 W	34641 W	43648 W
INTENSIDAD DEL INTERRUPTOR GENERAL AUTOMÁTICO (I.G.A.)	25 A												
	32 A												
	40 A												
	50 A												
	63 A												

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

La potencia máxima de contratación la fija el valor de la intensidad del Interruptor General Automático (I.G.A.), el cual está en relación con la sección de la Derivación Individual (D.I.)

Figura 4.35: Potencias de contratación y valor del ICP [9].

4.2.6. Cuadros de dispositivos generales de mando y protección(CGMP).

Son cajas o pequeños armarios (cuadros de distribución) destinados a albergar los dispositivos de mando y protección de los circuitos interiores. Su instrucción técnica complementaria es la ITC-BT 17.

Este elemento es el nexo de unión entre la instalación de enlace y la instalación interior, de hecho es difícil separarse de esta última, ya que los elementos que alberga protegerán y dependerán de los circuitos existentes.

Normalmente el cuadro será para empotrar aunque en algunos casos se dispondrán superficiales, como es el caso de locales, naves industriales y en el interior de locales técnicos. Su emplazamiento apropiado es junto al acceso del local o vivienda, e inmediato a la caja del ICP, o una altura del paramento entre 1,4 Y 2 m, y para el caso de locales comerciales e industrias la altura mínima será 1m.

Su material autoextinguible ajustándose a las normas UNE-EN 60439-3 y UNE 20451, con grados de protección IP30 e IK 07 (figura 4.36). Contará de soportes tipo omega-rail DIN en concordancia con los dispositivos de sujeción de los propios mecanismos. También incluirá una pletina de conexión común para todos los conductores de tierra.

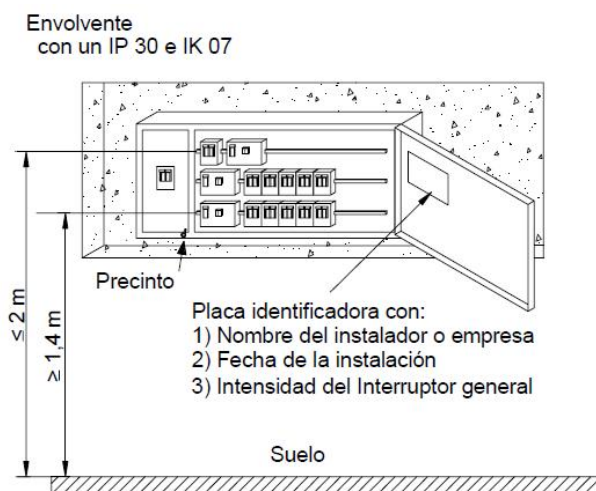


Figura 4.36: Características de los cuadros generales de mando y protección o cuadros de distribución [2].

Tipos de dispositivos de mando y protección

Antes de entrar a definir los elementos mínimos que son necesarios de en interior de los cuadros generales es necesario definir cuales son los diferentes tipos de elementos que se utilizan de forma general.

Una primera clasificación puede ser según el tipo protección que realiza.

A. **Interruptor Magnetotérmico**(ITC-BT 22): Este tipo de elementos de protección reciben su nombre debido a su doble condición:

- Existe una protección física de tipo magnético que se dedica a la protección contra cortocircuitos;
- y una segunda protección de tipo térmico contra sobrecargas.

Este tipo de interruptores se pueden utilizar para líneas trifásicas y monofásicas. Comercialmente se fabrican realizando una protección con seccionador del neutro o sin seccionarlo (figura 4.37). Vendrán definidos por la *intensidad nominal* máxima asociada a la potencia del circuito.



Figura 4.37: Interruptores magnetotérmicos para líneas monofásicas y trifásicas (Fuente: GE Electric [5]).

B. Interruptor Diferencial: Los interruptores diferenciales (ITC-BT 24) son los encargados de detectar corrientes de fuga o defecto. Estas corrientes son aquellas que se salen del circuito a través de contactos fortuitos con masas metálicas por defecto de aislamiento de los conductores activos. Existen interruptores diferenciales para circuitos monofásicos y trifásicos (figura 4.38).

La corriente de defecto máxima, es llamada intensidad de sensibilidad del diferencial y estará en combinación con la resistencia de tierra para que la tensión de contacto con cualquier masa metálica del edificio no supere los 24 V (en locales conductores húmedos) o los 50 V en el resto. Debido a esto los valores de esta corriente de sensibilidad van desde 0,01 A hasta 0,5 A, siendo los más utilizados:

- 0,01 A (10 mA): Muy alta sensibilidad, y
- 0,03 (30 mA): Alta sensibilidad.

Visto lo anterior, el diferencial se define mediante dos valores:

- La intensidad nominal: que se fija a través del valor de la potencia de la instalación, al igual que los interruptores magnetotérmicos; y
- La intensidad de sensibilidad: que se define por el umbral de funcionamiento por el que se corta automáticamente la alimentación cuando la corriente diferencial alcanza determinado valor.



Figura 4.38: Interruptores diferenciales monofásicos y trifásicos (Fuente: GE Electric [5]).

C. Limitador de Sobretensiones: El protector de sobretensiones (ITC-BT 23) (figura 4.39) está indicado en instalaciones eléctricas en donde su ubicación geográfica tenga riesgos altos de descargas atmosféricas (principalmente rayos).

Cabe resaltar que a diferencia de los interruptores automáticos, el descargador no dispone de reposición automática, es decir, no tiene una palanca para activarlo de nuevo. Refuerza la protección del interruptor magnetotérmico.



Figura 4.39: Limitador de sobretensiones (Fuente: GE Electric [5]).

Otra clasificación se puede hacer en función del tipo de protección que se realiza a los locales, viviendas o servicios. Dentro de esta nos encontramos con elementos que se han definido en la otra clasificación pero según si la protección se realiza generalizada o sectorizada recibe diferentes nombre, de hay que tengamos dentro de los cuadros de mando y protección, como elementos más representativos los siguientes:

1. **Interruptor general automático (IGA):** Es un interruptor magnetotérmico. Tiene como finalidad interrumpir el suministro de energía eléctrica a la instalación en el momento en que se supera la potencia para la que ha sido dimensionada la vivienda, local o servicio. Actúa sobre la totalidad de la instalación, de tal manera que abre el circuito (generalmente con las palancas hacia abajo) dejaremos sin servicio a toda la instalación eléctrica interior. Deben de tener una capacidad de corte mínima para la intensidad de cortocircuito en punto de la instalación donde se encuentran de 6000 A (6 kA).

Vendrán definidos por la intensidad nominal en función de la potencia máxima que alimentan. Los valores más utilizados son: 25A, 32A, 40A, 50A y 63A.

2. **Interruptores automáticos diferenciales (ID):** Como ya se ha definido anteriormente, el interruptor automático diferencial es un dispositivo que corta el suministro de energía eléctrica al resto de la instalación cuando en la misma existe un fallo capaz de poner en peligro a las personas, animales o cosas. Este peligro puede ser ocasionado por electrocución o por incendio de origen eléctrico.

En apariencia se distingue del resto de los automáticos en que el interruptor diferencial dispone de un pulsador de "test". Este pulsador sirve para comprobar la eficacia del interruptor diferencial. Si pulsándolo, el diferencial dispara y deja sin tensión al resto de la instalación este diferencial presumiblemente funciona correctamente. Si por el contrario al pulsarlo, el diferencial no dispara y sigue con tensión el resto de la instalación, ese diferencial hay que sustituirlo cuanto antes pues está defectuoso y el no cambiarlo podría desencadenar serios daños. Si la instalación eléctrica tiene hasta cinco circuitos interiores diferentes,

deberá disponer de uno como mínimo. Sin embargo, si la instalación eléctrica tiene más de cinco circuitos, deberá de disponer, como mínimo, de uno por cada cinco circuitos. Aunque se pueden colocar tanto ID como se desee.

Tendrán una capacidad de corte mínima para la intensidad de cortocircuito en punto de la instalación donde se encuentran de 6000 A (6 kA), al igual que los interruptores generales automáticos y una corriente de sensibilidad de 30 mA con una respuesta de 50 ms, en el caso de viviendas.

3. **Interruptores automáticos individuales o Pequeños interruptores automáticos (IGA):** Son interruptores magnetotérmicos al igual que el IGA. Tiene como finalidad interrumpir la energía eléctrica cuando en alguno de los circuitos interiores de la vivienda los cables no soportan la cantidad de energía eléctrica que están transportando. De esta manera se previene el deterioro de los cables que componen la instalación interior de la vivienda.

El aumento de la energía eléctrica superior a la admitida por los cables se puede deber a dos causas: un cortocircuito o un aumento en la potencia eléctrica superior para la que estaba dimensionada la instalación.

Disponen de curvas de disparo(EN 60898) que pueden ser de tipo 'C' que equivalen de 5 a 10 veces la intensidad nominal; o tipo 'D' que soportan de 10 a 20 veces la intensidad nominal.

4. **Cortacircuito-fusibles:** Es otro tipo de elementos que se puede encontrar en los cuadros para la protección de los circuitos, pero que tiene un menor uso. Son más efectivos que los interruptores magnetotérmicos y son los elementos que se encuentran en el interior de las CGPs. Son elementos que se intercalan en los circuitos y que están constituidos por un elemento metálico, hilo o cartucho calibrado que están diseñados para soportar exclusivamente la intensidad nominal demandada por el circuito. Cuando ésta se supera el fusible se funde interrumpiendo el paso de la corriente. Su eficacia es, obviamente, total ya que siempre se funden antes que el conductor o elementos del circuito se vean afectados. Pero presentan el inconveniente de que una vez que han operado se funden, por tanto son válidos para una sola operación quedando la instalación imposibilitada para funcionar hasta que no se haya repuesto el mismo.

Tipos de cuadros generales de mando y protección

Dentro de edificación y visto los dispositivos anteriores existen diferentes tipo de cuadros generales de mando y protección, que se pueden clasificar en función a los servicios que alimenta, pudiendo ser:

1. Cuadros destinados a servicios generales.

- Cuadros principales.
- Cuadros secundarios.

2. Cuadros destinados a viviendas.

A continuación se va a dar determinadas nociones básicas de los elementos mínimos que deben incorporar cada uno de dichos cuadros:

A) Cuadros destinados a servicios generales.

La ubicación de este cuadro se encontrará próximo al local o armario de contadores e incluso en su interior, si es un local. De este cuadro se recogerán los elementos de mando y protección necesarios para los circuitos que alimentan los diferentes servicios generales. Se verán que en algunos de los casos esos circuitos alimentarán a cuadros secundarios, debido al tipo de elementos a alimentar, a la potencia de los mismos o a ubicación de estos.

En la figura 4.40 se puede ver un ejemplo de un cuadro de servicios generales, donde aparecen los diferentes dispositivos de mando y protección, necesarios para los circuitos que parten de él.



Figura 4.40: Cuadro general de mando y protección de servicios generales [4].

Existe una gran libertad para que el proyectista diseñe su contenido en cuanto al número y tipo de protecciones a utilizar. El cuadro mas genérico contendría:

- interruptor general
- tantas parejas de diferenciales con magnetotérmicos, como circuitos sea necesario alimentar.

Una propuesta de los diferentes circuitos básico necesarios en servicios generales, sería:

- líneas de alumbrado.
 - a) Líneas para alumbrado de zonas comunes del edificio, que funcionan con un temporizador (escaleras, portal, garajes, etc.)
 - b) Líneas para alumbrado de zonas comunes que no funcionan temporizador (cuartos de basura, trasteros, cuartos de instalaciones, etc.)
 - c) Líneas auxiliares para instalaciones de interfonía colectiva, portero eléctrico, megafonía, antena, etc.
- líneas de fuerza motriz.
 - a) Línea por cada ascensor o montacargas.
 - b) Línea para cuarto de calderas de calefacción.
 - c) Línea para grupos de sobreelevación de agua.
 - d) Línea por cada 46 kW o fracción de potencia destinada a otros usos.
 - e) Línea independiente si existen máquinas con potencia igual o superior a 46 kW.
 - f) Líneas independientes para cada local comercial.
 - g) Líneas independientes para diferentes casos específicos (calefacción, ventilación, piscinas comunitarios, etc.)

Todos los circuitos partirían de un mismo elemento de medida estarán protegidas con interruptores automáticos independientes, pudiendo utilizar interruptores diferenciales de forma independiente para cada circuito o agruparlo como en el caso de las líneas de alumbrado. El número de diferenciales dependerá del proyectista y de la importancia del circuito a proteger, siempre teniendo en cuenta que un diferencial no puede proteger a más de 5 circuitos. En el caso de las líneas de fuerza muchas de ellas dispondrán de cuadros secundarios en el lugar o local técnico donde se encuentren las máquinas que alimenta.

Todas la líneas anteriores se pueden subdividir en tantas como se proyecte o se quiera sectorizar el edificio.

Es necesario indicar que en la mayoría de los casos el garaje llevará una elemento de contabilización independiente por lo que se le tratarán de una línea independiente de servicios generales, pudiendo tener un cuadro principal en la planta baja y un cuadro secundario en cada planta de garajes, o directamente llevarla a la planta primera de garajes. En el primer caso puede compartir el armario de los servicios generales del edificio pero alimentados de forma independiente.

- B) **Cuadros secundarios.** En el caso de locales y servicios generales, pueden existir varios circuitos que se alimenten de una determinada línea por lo que es necesario sectorizarlos para aumentar el control y la protección de estos, de ahí que aparezcan los denominados cuadros secundarios. Su

concepción es la mismo que la del general y en consecuencia deben cumplir los mismos prescripciones.

Posibles cuadros secundarios que nos podemos encontrar en un edificio de viviendas son:

- i) En el casetón del ascensor. En él que se instalarán casi obligatoriamente:
 - interruptor general
 - al menos dos parejas de diferenciales y magnetotérmicos para alumbrado y motor de cada ascensor.
 - ii) En cuadro para las instalaciones de cada recinto de telecomunicaciones, en los que se instalará en cada uno:
 - interruptor general
 - un diferencial.
 - un PIA para alumbrado de emergencia
 - y la reserva de hueco para al menos un tanden como el anterior por cada posible operador.
 - iii) En cuadro para las instalaciones de sobreelevación.
 - interruptor general
 - un diferencial.
 - un PIA para alumbrado de emergencia
 - y al menos dos PIAs para los motores de los equipos de bombeo. Pudiendo llevar un ID independiente al anterior.
- C) **Cuadros para viviendas.** Se colocarán en el interior de las viviendas junto al cuadro de la ICP, a una altura entre 1,4 y 2 m. Se instala lo más próximo posible al exterior de la vivienda por lo que casi siempre se encuentra detrás de la puerta de entrada. Pueden ser superficiales o empotrados utilizándose esta segunda opción en vivienda.

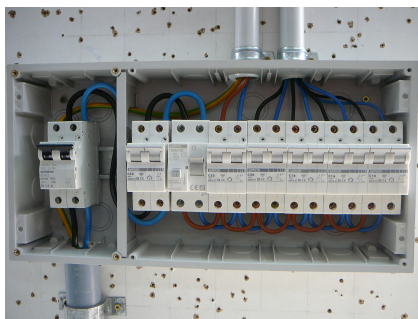


Figura 4.41: Cuadro general de mando y protección de vivienda.

El número de dispositivos de mando y protección que se incluirán en él dependerá del número de circuitos que existan en vivienda, que como mínimo son 5 circuitos (figura 4.41). A su vez el número de circuitos

dependerá de la capacidad de potencia con la que se ha diseñado la vivienda, existiendo dos grados de electrificación (ITC-BT 10):

- Grado de electrificación básico (GEB). Potencia máxima a suministrar inferior a 9200W.
- Grado de electrificación elevado (GEE). Potencia por encima de los 9200W hasta los 14490W.

En el caso de un GEB, el número de circuitos siempre es de 5, por lo que el CGMP está compuesto como mínimo por:

- IGA.
- ID.
- 5 PIAs.

como se puede ver en la figura 4.41. Mientras que para una instalación para un GEE, el número de circuitos mínimos son 6, por tanto el CGMP dispondrá, como mínimo, de:

- IGA.
- 2 ID.
- 6 PIAs.

En este último caso el número de interruptores diferenciales y de PIAs dependerá del número de circuitos con que esté diseñada la vivienda.

4.3. Instalaciones Interiores

Son las encargadas de transportar el suministro eléctrico desde las protecciones o el cuadro general de mando y protección a los distintos puntos finales de consumo.

En términos generales su concepción dependerá del tipo de necesidades planteadas según las siguientes posibilidades:

- Un circuito puede alimentar un único elemento receptor.
- Un circuito puede estar formado por una llamada línea de distribución y una serie de derivaciones en su recorrido para distintos puntos de recepción. En este caso habría que poner especial cuidado en esas derivaciones y sus mecanismos de conexión para que realmente estén cubiertos por las protecciones del circuito.
- Un circuito también puede servir para alimentar otros cuadros secundarios de mando y protección, que a su vez se diversifiquen en otros circuitos interiores secundarios.

Para establecer el número de circuitos interiores, con independencia de posibles prescripciones que existen en función de los servicios que se alimentan, deberán contemplarse los siguientes criterios:

1. Intentar repartir grandes potencias entre varios circuitos menores.
2. Independizar del resto, todo circuito que alimente a un único receptor de gran potencia.
3. Diseñar un circuito independiente por cada equipamiento de seguridad aunque resulte de muy baja potencia.
4. Proyectar un generoso número de circuitos que independice los diferentes usos y sus posibles fallos eléctricos.

Los circuitos interiores serán líneas trifásicas o monofásicas, en función de los receptores y de la potencia a repartir.

4.3.1. Circuitos interiores en servicios generales

Aunque ya se ha hecho una introducción de estos circuitos a la hora de definir los elementos de protección en los CGMP de servicios generales, se va a proceder a volver a indicar los más importantes en edificio de viviendas.

Un número mínimo de circuitos de la instalación sería:

- Alumbrado de portal y escalera.
- Posibles tomas de corriente en portal y escaleras.
- Alumbrado de emergencia.
- Grupo de sobrepresión de agua.
- Caldera de calefacción, si existe.
- Caldera de agua caliente, si existe.
- Detección y alarma contra incendios (obligatorio para altura de evacuación 30 m según la CTE DB-SI).
- Un circuito para cada recinto de telecomunicaciones (ICT), que a su vez será el origen de un circuito interior secundario para su alumbrado, así como otros tantos como posibles operadores.
- Un circuito para posibles elementos de ventilación.
- Ascensores si existen, que o su vez será el origen de los circuitos interiores secundarios para cada ascensor y a su vez, para cada motor y su alumbrado por separado.

En el caso de posibles garajes dentro del inmueble habría que añadir la previsión mínima de los siguientes circuitos, de forma conjunta con los servicios generales o de forma independiente si tiene su propia contabilización:

- Tres circuitos de alumbrados.
- Uno de emergencia y señalización.
- Dos para extractores de aire por planta.
- Uno para sistema de detección y alarma contra incendios (obligatorio).
- Posibles tomas de corriente.
- Portón de acceso.
- Posible bomba de achique.
- Posible central detección de monóxido de carbono.

Estos ejemplos representan una posible distribución, pudiendo existir diferentes ejecuciones en función del proyectista.

4.3.2. Circuitos interiores en viviendas

En primer lugar es necesario definir la clasificación de las viviendas en función de los grados de electrificación, ya iniciada en el apartado 4.2.6. los grados de electrificación en los que se pueden dividir las viviendas se definen en la ITC-BT 10 y son:

1. Grado de electrificación básico (GEB). Se considera una previsión mínima de potencia de 5.750 W. Este grado está diseñado para cubrir las necesidades para aparatos de uso común en vivienda, sin obras posteriores.
2. Grado de electrificación elevado (GEE). En este caso la previsión mínima de potencia es de 9.200W. Se tendrán en cuenta las condiciones mínimas además de la posible combinación de los casos siguientes, ya sea uno o varios:
 - Cuando la superficie útil de vivienda sea superior de 160 m²;
 - una previsión de calefacción;
 - una previsión de aire acondicionado;
 - una previsión de circuitos de automatización;
 - previsión para instalación de una secadora;
 - si el número de puntos de utilización en iluminación es superior a 30;

Grado de electrificación	Potencia (W)	IGA (A)
<i>Básica</i>	5.750	25
	7360	32
<i>Elevada</i>	9.200	40
	11.500	50
	14.490	63

Tabla 4.5: Sectorización de las potencias según los grados de electrificación en vivienda y calibre del IGA correspondiente.

- si el número de puntos de utilización en tomas de uso general es superior a 20;
- si el número de puntos de utilización en tomas de baños ya aseos o auxiliares de cocina es mayor a 6;
- en otras condiciones específicas del apartado 2.3 del la ITC-BT 25.

En la tabla 4.5 se pueden ver los escalones de potencia correspondientes a cada uno de los grados de electrificación con las intensidades nominales de los interruptores generales automáticos (IGA). Estos también se podía ver en la figura 4.35.

Los elementos que se van a conectar a cada circuito sus características, denominación y protección estan definidos en la ITC-BT 25. A continuación se vana definir cada uno de los circuitos que se pueden integrar en vivienda:

A. Circuitos para viviendas con un grado de electrificación básico:

- C1: Circuito de distribución interna. Puntos de luz.
- C2: Circuito de distribución interna. Tomas de corriente de uso general y frigorífico.
- C3: circuito de distribución interna. Cocina y Horno.
- C4: Circuito de distribución interna. Lavadora, lavavajillas y termo eléctrico.
- C5: Circuito de distribución interna. Tomas de corriente de baños y aseos y bases auxiliares de cocina.

B. Circuitos de viviendas de grado de electrificación elevado: En este caso se deben de tener en cuenta los anteriores más uno o varios de los siguientes:

- 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 $> 160 \text{ m}^2$.
- C8: Circuito de distribución interna. Calefacción cuando exista.

- C9: Circuito de distribución interna. Aire acondicionado cuando exista.
- C10: Circuito de distribución interna. Secadora independiente.
- C11: Circuito de distribución interna. Sistema de automatización, gestión de energía y de seguridad, cuando exista.
- C12: Circuito adicional del C3 o C4; y del C5 si excede de 6 tomas de corriente.

en la figura 4.42 podemos apreciar los elementos que forman parte de cada uno de los circuitos de vivienda para un GEB (figura 4.42(a)) y algunos de los de una vivienda con un grado de electrificación elevado, GEE (figura 4.42(b)).

Circuito	Denominación	Representación
Alumbrado (puntos fijos de luz)	C1	
Tomas de corriente de uso general y frigorífico	C2	
Cocina y horno eléctrico	C3	
Lavadora, lavavajillas y termo eléctrico	C4	
Tomas de corriente de cocina y baño	C5	

(a) GEB

Circuito	Denominación	Representación
Circuito adicional de alumbrado (por cada 30 puntos de luz)	C6	
Circuito adicional de tomas de corriente de uso general (por cada 20 tomas) o cuando la superficie útil de la vivienda es de mas de 160 m²	C7	
Calefacción eléctrica si hay previsión	C8	
Aire acondicionado si hay previsión	C9	
Secadora independiente	C10	
Gestión técnica de la vivienda (Domótica)	C11	
Circuitos adicionales de cocina, horno, lavadora, lavavajillas, termo eléctrico o circuito adicional de tomas de corriente de cocina y baño cuando su número exceda de 6	C12	

(b) GEE

Figura 4.42: Elementos de algunos de los circuitos interiores en vivienda [9]

En la tabla 1 de la ITC-BT 25, que se ha representado en la figura 4.43 aparecen las características de las potencias máximas de utilización por elementos o circuito, los tipos de mecanismos o elementos que se conectan a cada uno de los circuitos, los valores de sus dispositivos de mando y protección, así como los valores de las secciones mínimas de los conductores y de los tubos para su canalización en la vivienda. El valor de dichas secciones se ha calculado mediante la fórmula:

$$I = n * I_a * F_s * F_u \quad (4.3)$$

siendo: n = número de tomas; I_a = Intensidad por toma o receptor; F_s = Factor de simultaneidad; F_u = Factor de utilización.

Tabla 1. Características eléctricas de los circuitos⁽¹⁾

Circuito de utilización	Potencia prevista por toma (W)	Factor simultaneidad F_s	Factor utilización F_u	Tipo de toma ⁽⁷⁾	Interruptor Automático (A)	Máximo nº de puntos de utilización o tomas por circuito	Conductores sección mínima mm ² ⁽⁸⁾	Tubo o conducto Diámetro mm ⁽⁸⁾
C ₁ Iluminación	200	0,75	0,5	Punto de luz ⁽²⁾	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 ⁽²⁾	---	---	---	---	10	---	1,5	16

⁽¹⁾ La tensión considerada es de 230 V entre fase y neutro.
⁽²⁾ La potencia máxima permisible por circuito será de 5.750 W
⁽³⁾ Diámetros externos según ITC-BT 19
⁽⁴⁾ La potencia máxima permisible por circuito será de 2.300 W
⁽⁵⁾ Este valor corresponde a una instalación de dos conductores y tierra con aislamiento de PVC bajo tubo empotrado en obra, según tabla 1 de ITC-BT-19. Otras secciones pueden ser requeridas para otros tipos de cable o condiciones de instalación
⁽⁶⁾ En este circuito exclusivamente, cada toma individual puede conectarse mediante un conductor de sección 2,5 mm² que parta de una caja de derivación del circuito de 4 mm².
⁽⁷⁾ Las bases de toma de corriente de 16 A 2p+T serán fijas del tipo indicado en la figura C2a y las de 25 A 2p+T serán del tipo indicado en la figura ESB 25-5A, ambas de la norma UNE 20315.
⁽⁸⁾ Los fusibles o interruptores automáticos no son necesarios si se dispone de circuitos independientes para cada aparato, con interruptor automático de 16 A en cada circuito, el desdoblamiento del circuito con este fin no supondrá el paso a electrificación elevada ni la necesidad de disponer de un diferencial adicional.
⁽⁹⁾ El punto de luz incluirá conductor de protección.

Figura 4.43: Tabla 1 ITC-BT 25. Características de los circuitos interiores [2]

En la tabla 1 de la ITC-BT 25, que se ha representado en la figura 4.43 aparecen las características de las potencias máximas de utilización por elementos o circuito, los tipos de mecanismos o elementos que se conectan a cada uno de los circuitos, los valores de sus dispositivos de mando y protección, así como los valores de las secciones mínimas de los conductores y de los tubos para su canalización en la vivienda. El valor de dichas secciones se ha calculado mediante la fórmula:

$$I = n * I_a * F_s * F_u \quad (4.4)$$

siendo: n = número de tomas; I_a = Intensidad por toma o receptor; F_s = Factor de simultaneidad; F_u = Factor de utilización.

En general, se van a tomar por defecto las secciones mínimas de los conductores definidas en la tabla, ya que en condiciones normales de longitudes son válidas. En el caso del circuito C1 (alumbrado) la sección se puede mayorar a 2,5 mm², sin modificarse su dispositivo de protección, ya que la sección de 1,5 mm² apenas se utiliza. En esta caso el diámetro del tubo sería de 20mm.

Las instalaciones en el interior de la vivienda quedan representadas por:

- Los esquemas unifilares de los CGMP con los circuitos.
- Los planos con la dotación en planta de la instalación eléctrica.

En el apéndice A se van a exponer diferentes tipos de representaciones de esquemas unifilares para viviendas con un grado de electrificación básico y otros con un grado de electrificación elevado. Es necesario indicar que en el caso de un grado de electrificación básico el REBT permite desdoblar el circuito C4, colocando 3 PIA uno para cada aparato, sin necesidad de aumentar

el grado de electrificación. Este es el único caso en el que se puede tener por debajo de un interruptor diferencial (ID) más de 5 circuitos diferentes. Los PIAs en este caso tendrán un valor de 16A y las secciones de los circuitos que salen de cada uno de ellos serán de 2,5 mm².

Dotación mínima necesaria en el interior de la vivienda

Además de conocer el número máximo de elementos que se pueden colocar en cada circuito es necesario repartirlos en toda la vivienda, siguiendo un criterio para que queden distribuidos en función de las necesidades y de los elementos a los que deben dar servicio. El REBT en su ITC-BT 25 realiza un reparto indicando la dotación mínima que debe tener cada una de las estancias que tiene la vivienda.

Tabla 2.				
Estancia	Circuito	Mecanismo	nº mínimo	Superf./Longitud
Acceso	C ₁	pulsador timbre	1	
Vestíbulo	C ₁	Punto de luz Interruptor 10 A	1	---
	C ₂	Base 16 A 2p+T	1	---
Sala de estar o Salón	C ₁	Punto de luz Interruptor 10 A	1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²) 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 Interruptor 10 A	1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²) 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 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 Interruptor/Conmutador 10 A	1	uno cada 5 m de longitud 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 Interruptor 10 A	1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²) 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 Interruptor 10 A	1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²) uno por cada punto de luz
Garajes unifamiliares y Otros	C ₁	Puntos de luz Interruptor 10 A	1	hasta 10 m ² (dos si S > 10 m ²) 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.

(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

Figura 4.44: Tabla 2 ITC-BT 25. Puntos de utilización [2]

En la tabla 2 de la ITC-BT 25 (figura 4.44) aparecen las recomendaciones que realiza la normativa y los requisitos mínimos que debe cumplir cada

estancia. Es necesario tener en cuenta que los elementos o mecanismos de encendido no son contabilizados como puntos de utilización, ya que lo que hacen es única y exclusivamente abrir o cerrar el circuito de alimentación.

Es necesario puntualizar que existen circuitos cuya utilización o ubicación a variado en los últimos años como es el circuito C9 para la alimentación del aire acondicionado. En un principio estaba ideado para la colocación de equipos independientes en cada una de las estancias o en las más importantes, pero en la actualidad este tipo de instalación se ha transformado en la colocación de un solo equipo para toda la vivienda ubicado en el falso techo de los baños, aseos o lavaderos y una serie de conductor que llevan el aire a cada una de las estancias. En este caso la ubicación de este circuito ya no va a ser en el salón sino que será en los locales que se indicado anteriormente.

En el apéndice B, se pueden encontrar algunos ejemplos de dotación en cada una de las estancias que nos encontramos en la vivienda, siendo siempre susceptible de modificaciones por parte del proyectista.

Características de la distribución y tipos de materiales para las instalaciones interiores

En el caso de los circuito interiores la distribución se puede realizar de las siguientes formas:

- Conductores aislados bajo tubo superficial o empotrado.
- Conductores aislados bajo molduras o rodapiés.
- Conductores bajo canales protectoras o bandejas.
- Conductores aislados en huecos de la construcción.

En el caso de ser una canalización bajo tubos, estos pueden ser o no metálicos e incluso combinación de ambos materiales, pero deberán de ser de alguno de los siguientes tipos (figura 4.45):

- a. Tubos rígidos: Requieren de técnicas especiales para ser curvado. Se utiliza en conducción superficial y se utilizan diferentes tipos de accesorios para realizar los cambios de dirección o la distribución.
- b. Tubos curvables: Pueden ser curvados de forma manual pero no están pensados para utilizarse en movimiento aunque tienen un grado de flexibilidad.
- c. Tubos flexibles: Tiene una gran resistencia a la flexión y se puede utilizar en partes de la instalación en que exista movimiento o parte móviles (maquinaria).
- d. Tubos enterrados: Deben soportar la corrosión y deben tener un alto grado de resistencia.

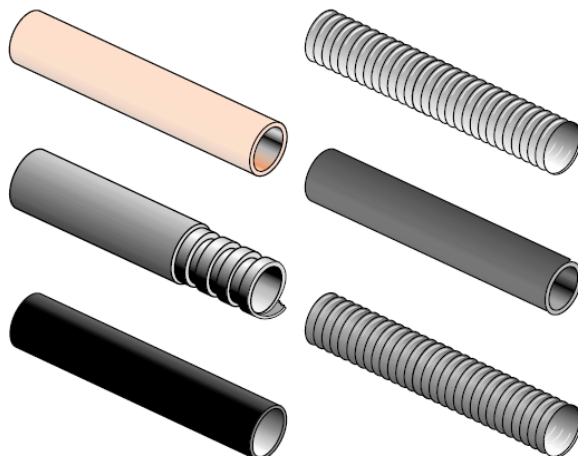


Figura 4.45: Tipos de tubos para canalización de cables eléctricos [11]

Las dimensiones y características que deben cumplir tanto los tubos, como canales protectoras están definidas en la ITC-BT 21. En las canalizaciones empotradas se utilizarán los tubos: rígidos, curvables o flexibles, mientras que en las superficiales serán preferentemente rígidos o curvables. Siendo sus uniones roscadas o mediante presión.

Conductores para circuitos interiores Los conductores utilizados en la instalación interior, serán rígidos o flexibles de cobre, con una tensión nominal de aislamiento de 750 V para los primeros y de 450 V para los segundos. Pudiendo ser estos tanto unipolares como multipolares.

Se utiliza los códigos de color ya indicados para las fases, los neutros y los conductores de protección (figura 4.46)



Figura 4.46: Colores para los conductores de las fases, neutro y protección.

Los conductores serán de cobre y se utilizará una nomenclatura diferente a la utilizada para los conductores de la LGA y las DI. Un ejemplo de dicha nomenclatura sería: **H07VZ1-K**.

- La primera letra H designa que es un cable armonizado (homologado).
- Los números indican el valor de tensión nominal de aislamiento asignada; 07=750 V y 05=450V.
- La letra siguiente a los número define al material aislante del conductor:

- V = PVC.
- B = EPR (Etileno-propileno).
- X = XLPE (Polietileno-reticulado).
- Si existe otra letra como es el caso del ejemplo define a la cubierta, utilizándose los mismos designaciones que para los aislantes además de Z1 = Poliofelina. item Por último la letra tras el guión se refiere a la clase de cable:
 - -K = Flexible.
 - -U = Rígido.
 - -R = Trenzado.
 - -F = Muy flexible

En la tabla de la figura 4.47 aparecen algunos ejemplos con los cables más utilizados en los circuitos interiores.

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 unipolar 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 unipolar 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)

Figura 4.47: Tipos de cables utilizados en circuitos interiores [2].

Recomendaciones a tener en cuenta en la ejecución en los circuitos interiores

Es necesario realizar una serie de recomendaciones con respecto al trazado y características de los circuitos interiores que se van a exponer a continuación:

- No es deseable que el trazado de las conducciones sea bajo el pavimento (figura 4.48), por los posibles conflictos con otras instalaciones canalizadas, por los perjuicios que producen en aislamientos térmicos y acústicos, y la creación de posibles servidumbres. Se intentara, por tanto, lograr un trazado lo más directo posible y preferentemente siguiendo las zonas de uso común (pasillos,escaleras, portales, etc) sin olvidar los registros pertinentes.

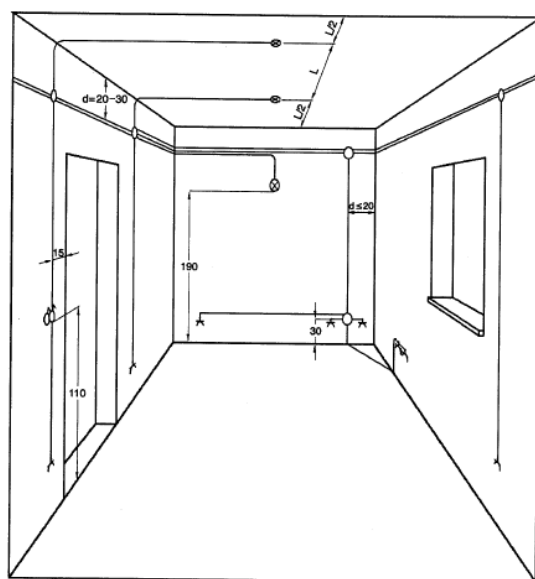


Figura 4.48: Distribución en el interior de local, evitando conducciones enterradas [9].

- Los cambios de dirección y las derivaciones deben realizarse con cajas de registro o derivación, y nunca debe realizar esta función una caja de mecanismo. Permitiendo en todo momento el acceso directo a las líneas, fundamentalmente en las puntos más estratégicos. Estas cajas son elementos preparados para recibir dos o más tubos protectores y poder efectuar en su interior las conexiones precisas de empalmes o derivaciones (figura 4.49). Pueden ser de distintas formas o tamaños,

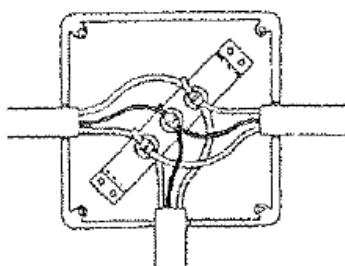


Figura 4.49: Caja de derivación y bornes de conexión [13].

aunque siempre su profundidad debe ser superior en un 50 % al diámetro del tubo, y como mínimo de 40mm. Asimismo, el lado mínimo (en el caso de ser rectangular) serán superiores o iguales a 80 mm. Las cajas más usuales son de tipo termoplástico, y en el interior de ellas se encuentran las conexiones entre conductores se deben realizar mediante regletas o bornes de conexión, quedando prohibido el antiguo sistema de empalme y encintado.

- No se utilizarán el mismo conductor de neutro y de protección para todos los circuitos, de hecho partirá de la CGMP un conductor inde-

pendiente para cada circuito.

- Las instalaciones interiores suelen discurrir bajo de tubos de protección aislantes y flexibles normalmente empotrados por las paredes excepto en los puntos de luz cenital para los cuales el tendido se realiza por los falsos techos de escayola o bovedillas de los forjados.

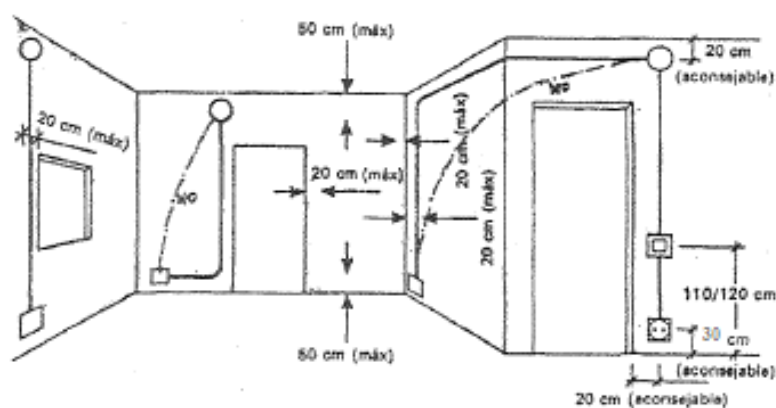


Figura 4.50: Ejemplo de distribución para instalación interior [13].

- En edificios que no se destinan a uso residencial se encuentra en progresivo aumento de los tendidos superficiales en tubos de plástico rígidos o, de acero con galvanizado electrolítico exterior y protección interior a base de pinturas anticorrosivas. Su precio es superior pero posibilita una total accesibilidad y, reposición exterior de los diferentes circuitos así como un excelente mantenimiento de la instalación.

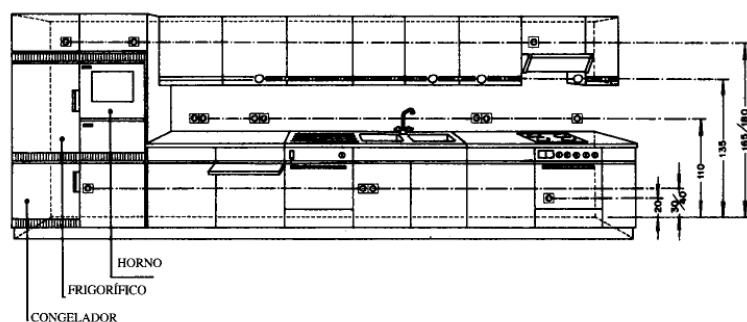


Figura 4.51: Distribución de mecanismos en cocina [13].

- Se procurará que los circuitos lleguen a los locales que deben suministrar de la forma más directa posible, pasando si se puede por los locales menos privados (pasillos y distribuidores), evitando recorridos innecesarios.

- En cocinas hay que atenerse a las necesidades funcionales del local, procurando prever puntos de luz sobre los bancos de trabajo y las tomas necesarias para los distintos electrodomésticos.
- En baños y aseos se cumplirán las normas de protección reglamentarias, en cuanto al alejamiento respecto a la bañera a ducha, colocando los interruptores fuera de dicho local.
- En las habitaciones se deben conmutar los puntos de luz con un interruptor a la entrada de esta y otro junto a la cama, y colocar al menos 2 tomas de corriente, situando una de ellas junto al lecho.
- En general, los mecanismos de accionamiento se situarán a una altura cómoda para su uso (interruptores a una altura de 80 a 130 cm del suelo) y las bases o tomas de corriente pueden situarse a 15-30 cm del suelo; en otros casos es aconsejable situarlas altas (130- 150 cm del suelo) para evitar el acceso a niños, salvar algún mueble, puntos de utilización en baños y aseos, etc) (figura 4.52)

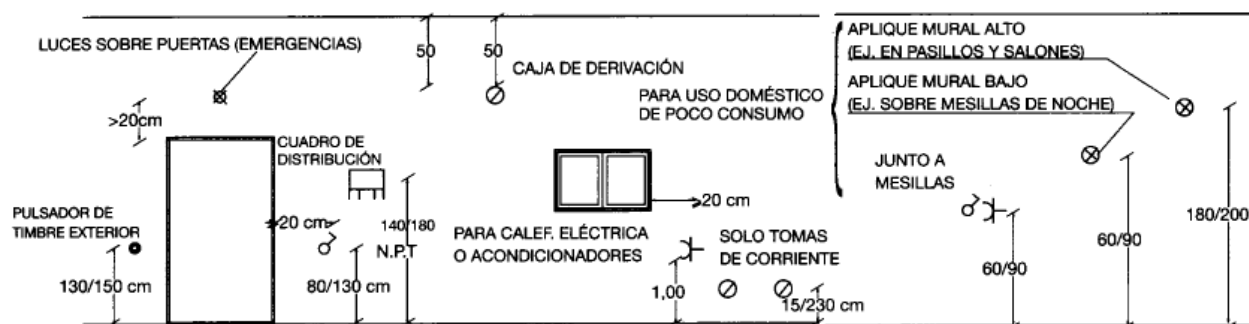


Figura 4.52: Distancias de mecanismos al suelo y a paredes y techos [3].

- Se debe de procurara que las tomas de corriente, en una misma habitación, estén conectadas a la misma fase. Evitando también la utilización de puntos múltiples sobre una misma base o toma de corriente.
- La distribución a cada una de las zonas o habitaciones de la vivienda se debe realizar a través de las cajas de derivación y nunca alimentar más de dos zonas con el mismo conductor.
- La conexión a los mecanismos de la instalación eléctrica se debe realizar a través de cajas y no forma directa. Y en el caso de que el mecanismo sea un interruptor, el conductor con el que se debe hacer la conexión a de ser el de fase y no el conductor del neutro.

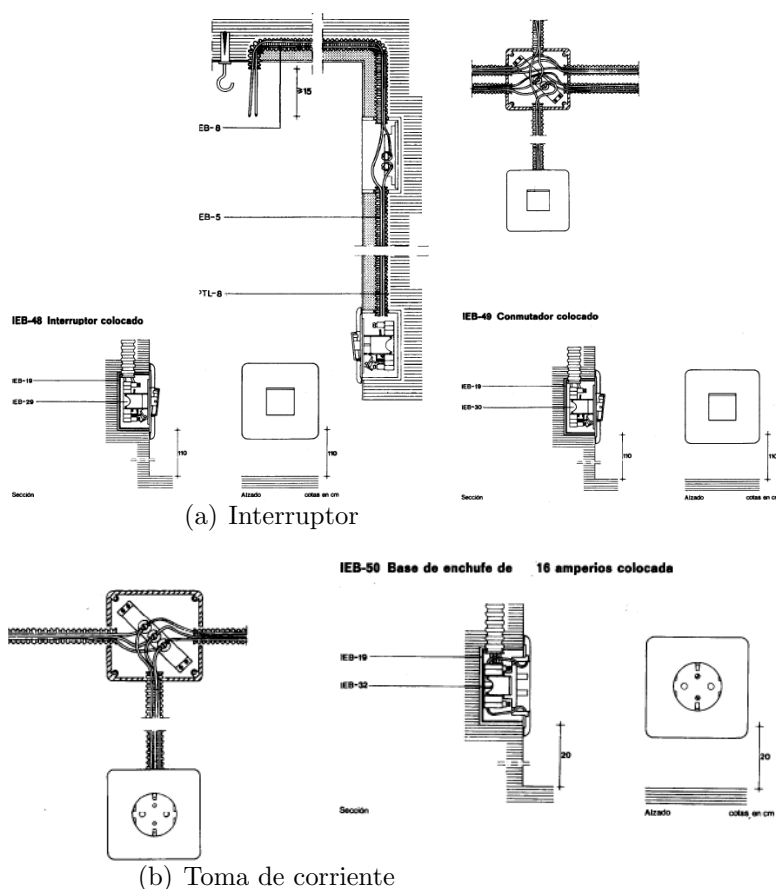


Figura 4.53: Conexiones a mecanismos(Fuente: NTE)

Volúmenes de protección en locales húmedos en el interior de vivienda.

En la ITC-BT 27 se define los diferentes volúmenes de protección que existen en el interior de locales en los que existan bañera o ducha. En la figura 4.54 se puede ver las diferentes zonas que existen en un baño, creando esta zonas cuatro volúmenes de riesgo de van desde el volumen 0 hasta el volumen 3.

En la tabla de la figura 4.55 se especifican los tipos de mecanismos y elementos que se permiten instalar en cada uno de dichos volúmenes y el grado de protección que deben de cumplir los mecanismos que ocupen cada uno de ellos. No se designa ningún grado de protección frente a la entrada de cuerpos sólidos, por esa razón se deja indicado con una X.

Por último en las figuras 4.56, 4.57 y 4.58, se ven las disposiciones de los volúmenes según los tipos de construcción utilizados para las bañeras y las duchas.

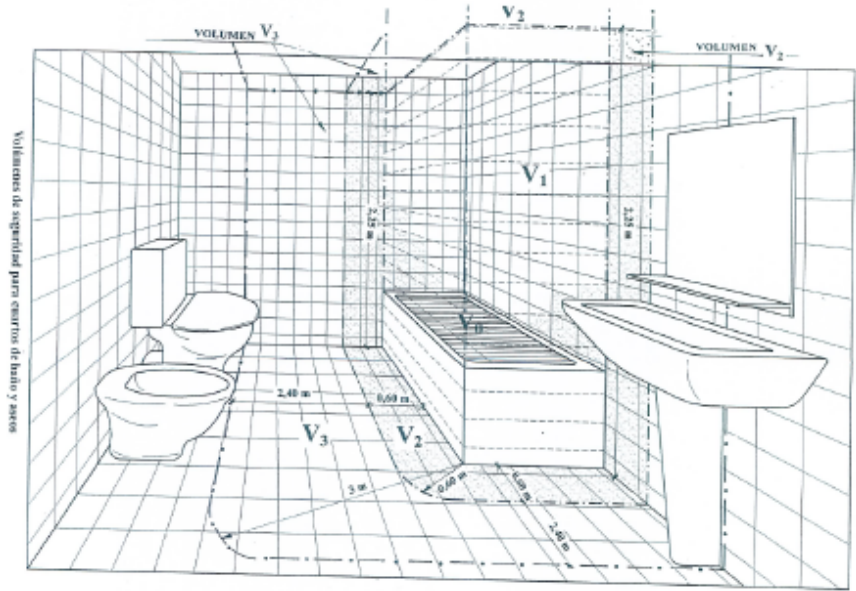


Figura 4.54: Volúmenes de protección de un local con bañera [13].

	Grado de Protección	Cableado	Mecanismos ⁽¹⁾	Otros aparatos fijos ⁽²⁾
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. IPX5, en equipo eléctrico de bañeras de hidromasaje y en los baños comunes en los que se puedan producir chorros de agua durante la limpieza de los mismos ⁽³⁾	Limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en los volúmenes 0 y 1	No permitida, con la excepción de interruptores de circuitos MBTS alimentados a una tensión nominal de 12V de valor eficaz en alterna o de 30V en continua, estando la fuente de alimentación instalada fuera de los volúmenes 0, 1 y 2.	Aparatos alimentados a MBTS no superior a 12 V ca ó 30 V cc Calentadores de agua, bombas de ducha y equipo eléctrico para bañeras de hidromasaje que cumplan con su norma aplicable, si su alimentación está protegida adicionalmente con un dispositivo de protección de corriente diferencial de valor no superior a los 30 mA, según la norma UNE 20.460 -4-41.
Volumen 2	IPX4 IPX2, por encima del nivel más alto de un difusor fijo. IPX5, en los baños comunes en los que se puedan producir chorros de agua durante la limpieza de los mismos ⁽¹⁾	Limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en los volúmenes 0, 1 y 2, y la parte del volumen 3 situado por debajo de la bañera o ducha.	No permitida, con la excepción de interruptores o bases de circuitos MBTS cuya fuente de alimentación este instalada fuera de los volúmenes 0, 1 y 2. Se permiten también la instalación de bloques de alimentación de afeitadoras que cumplan con la UNE-EN 60.742 o UNE-EN 61558-2-5	Todos los permitidos para el volumen 1. Luminarias, ventiladores, calefactores, y unidades móviles para bañeras de hidromasaje que cumplan con su norma aplicable, si su alimentación está protegida adicionalmente con un dispositivo de protección de corriente diferencial de valor no superior a los 30 mA, según la norma UNE 20.460 -4-41.
Volumen 3	IPX5, en los baños comunes, cuando se puedan producir chorros de agua durante la limpieza de los mismos.	Limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en los volúmenes 0, 1, 2 y 3.	Se permiten las bases sólo si están protegidas bien por un transformador de aislamiento, o por MBTS; o por un interruptor automático de la alimentación con un dispositivo de protección por corriente diferencial de valor no superior a los 30 mA, todos ellos según los requisitos de la norma UNE 20.460 -4-41.	Se permiten los aparatos sólo si están protegidos bien por un transformador de aislamiento; o por MBTS; o por un dispositivo de protección de corriente diferencial de valor no superior a los 30 mA, todos ellos según los requisitos de la norma UNE 20.460 -4-41.

⁽¹⁾. Los baños comunes comprenden los baños que se encuentran en escuelas, fábricas, centros deportivos, etc. e incluyen todos los utilizados por el público en general.
⁽²⁾. Los cordones aislantes de interruptores de tirador están permitidos en los volúmenes 1 y 2, siempre que cumplan con los requisitos de la norma UNE-EN 60.669-1.
⁽³⁾. Los calefactores bajo suelo pueden instalarse bajo cualquier volumen siempre y cuando debajo de estos volúmenes estén cubiertos por una malla metálica puesta a tierra o por una cubierta metálica conectada a una conexión equipotencial local suplementaria según el apartado 2.2.

Figura 4.55: Elección e instalación de material eléctrico en función de los volúmenes de protección.



Figura 4.56: Croquis para local con bañeras y bañeras con pared de obra [2].

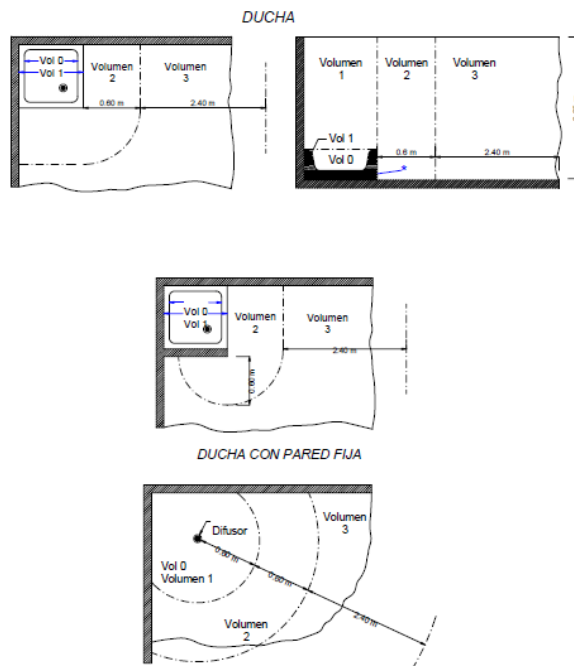


Figura 4.57: Croquis para local con duchas. Parte 1 [2].

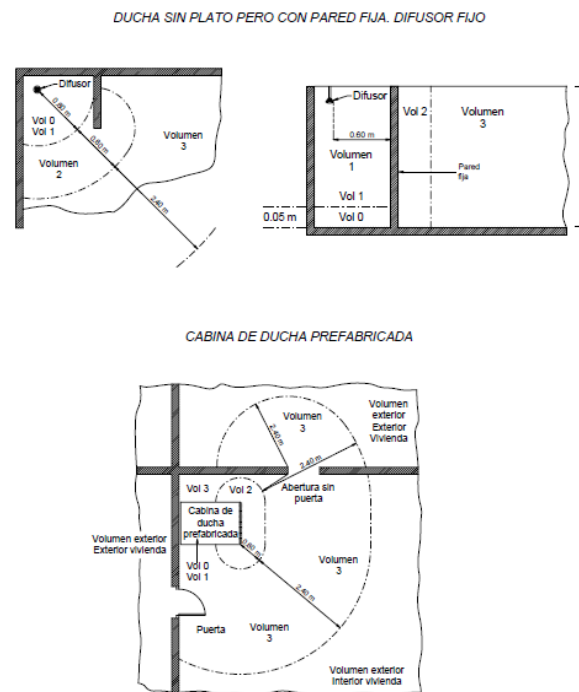


Figura 4.58: Croquis para local con duchas. Parte 2 [2].

Apéndice A

Esquemas unifilares.

A.1. Esquemas unifilares y multifilares de servicios generales

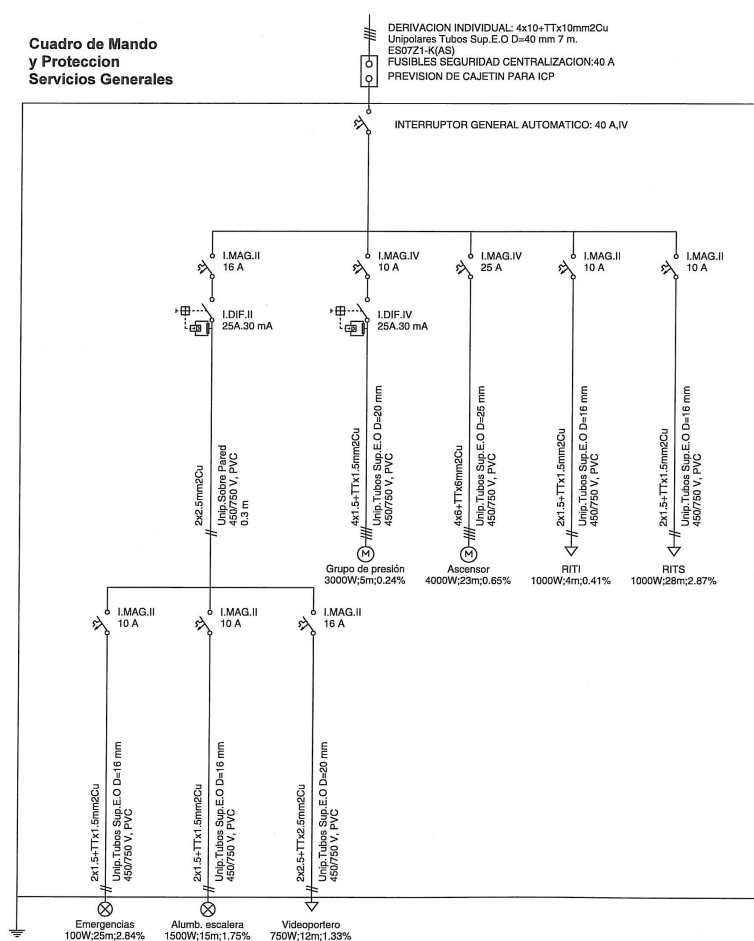


Figura A.1: Esquema unifilar de la instalación de enlace un edificio de viviendas [12].

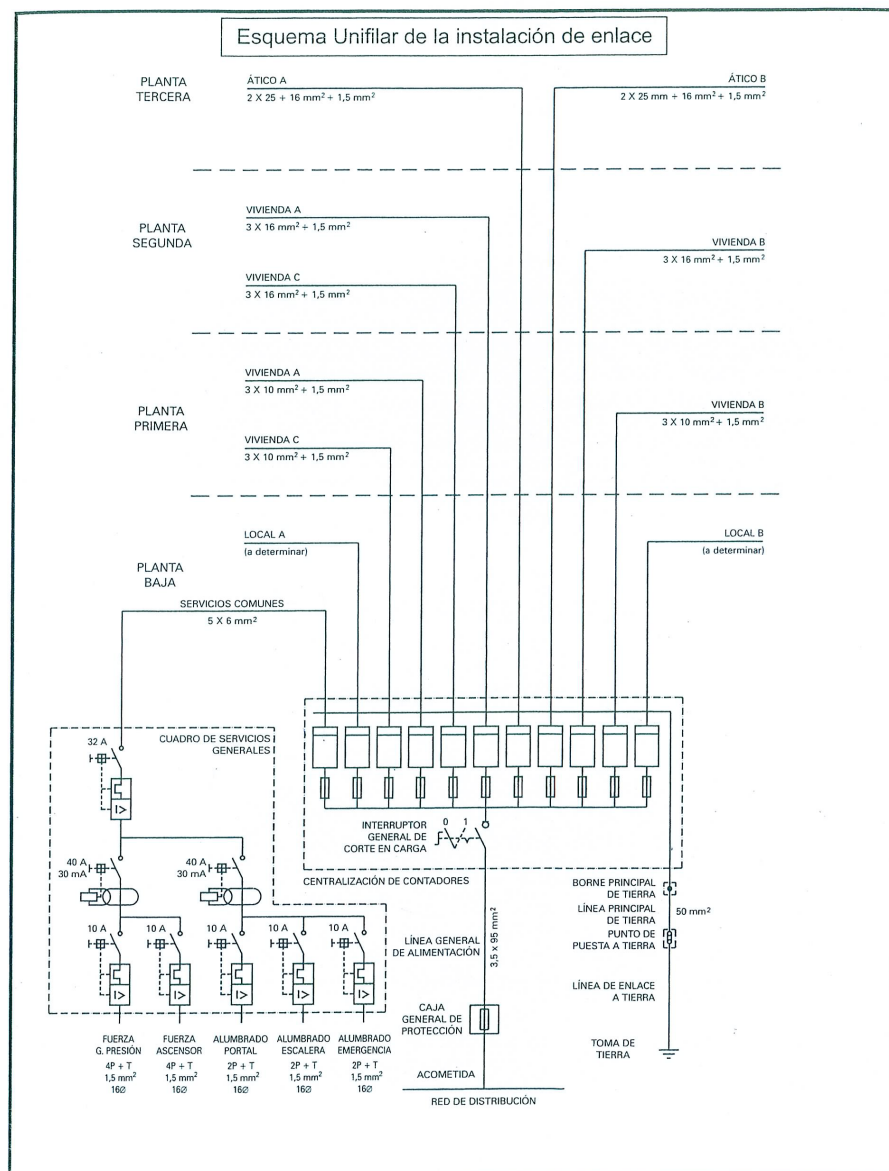


Figura A.2: Esquema unifilar de la instalación de enlace perteneciente a una memoria técnica de diseño para un edificio de viviendas [2].

ESQUEMA GENERAL UNIFILAR

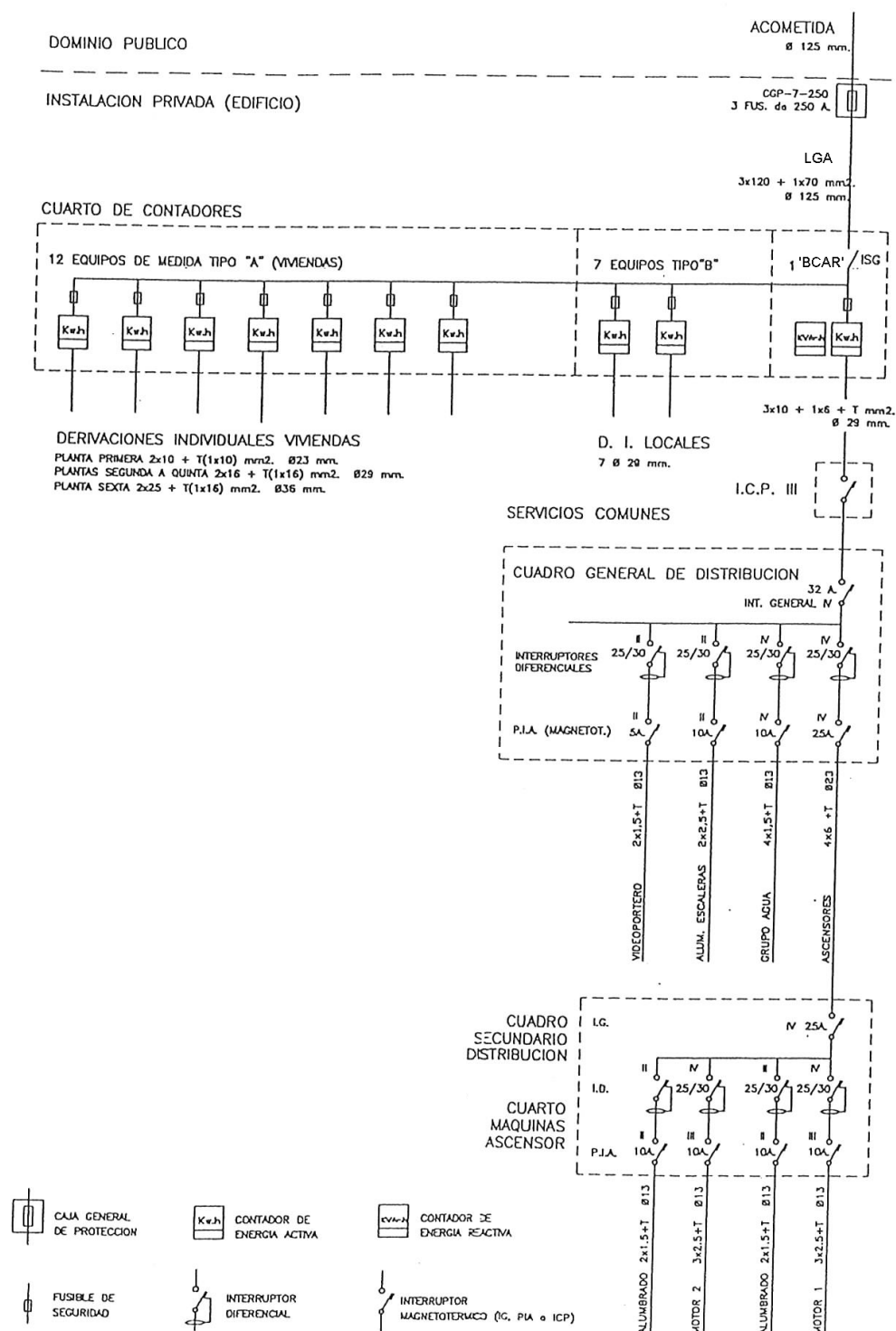


Figura A.3: Esquema unifilar de la instalación de enlace un edificio de viviendas.

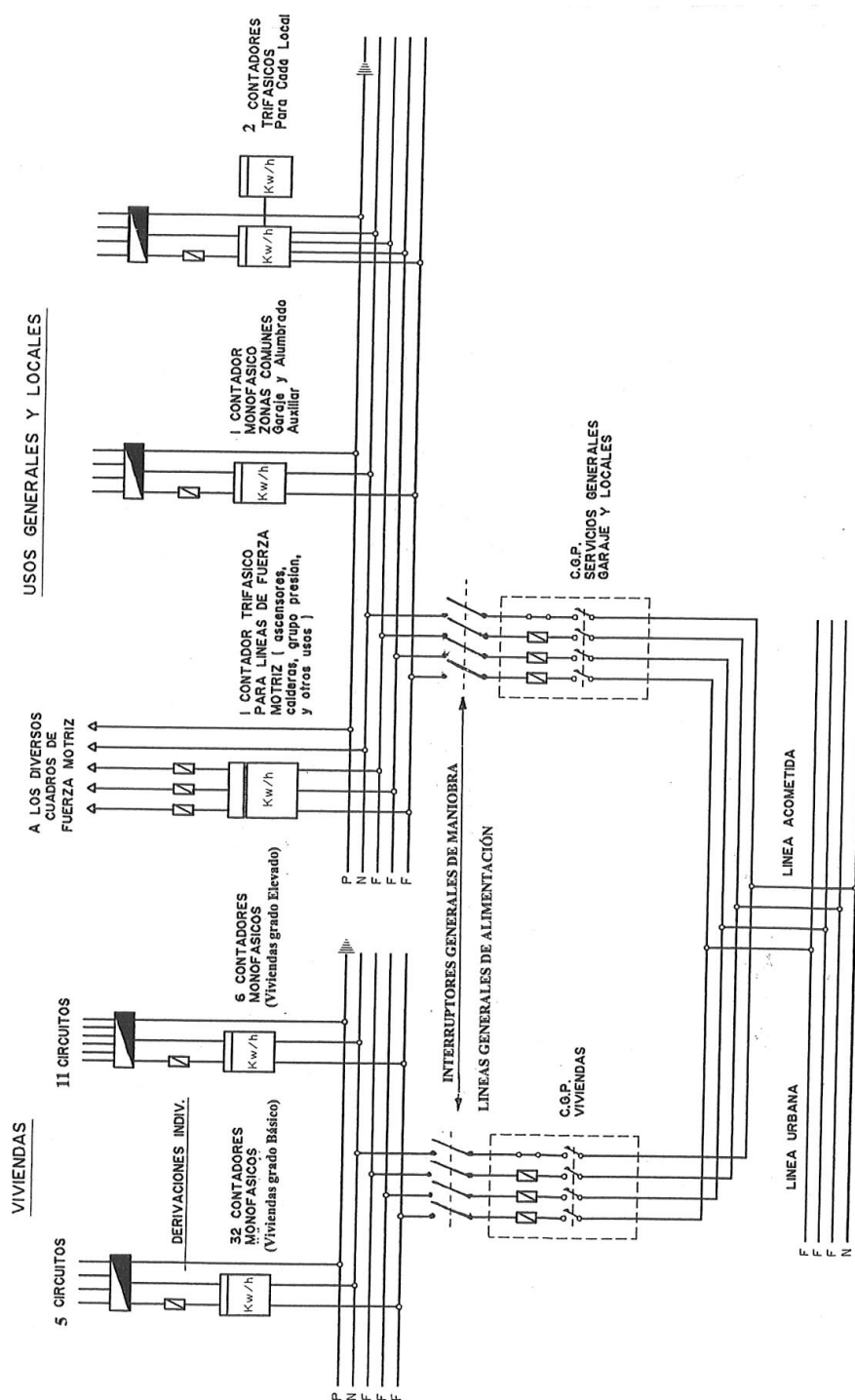


Figura A.4: Esquema multifilar instalación del enlace [13].

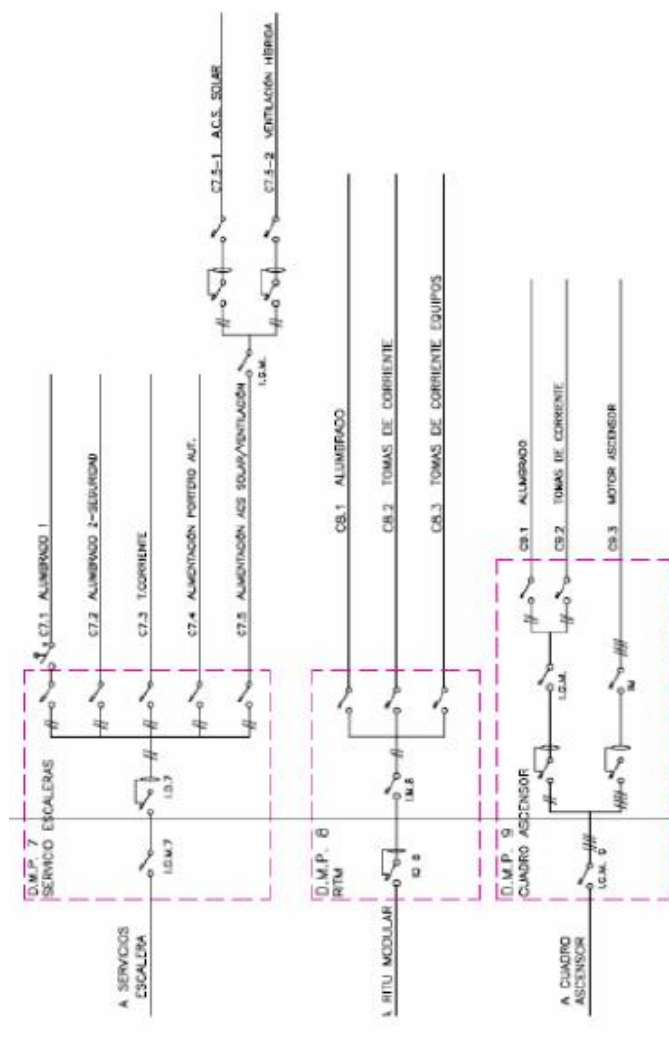


Figura A.5: Esquemas unifilares de cuadros secundarios de servicios generales de un edificio de viviendas [2].

CUADRO ASCENSOR

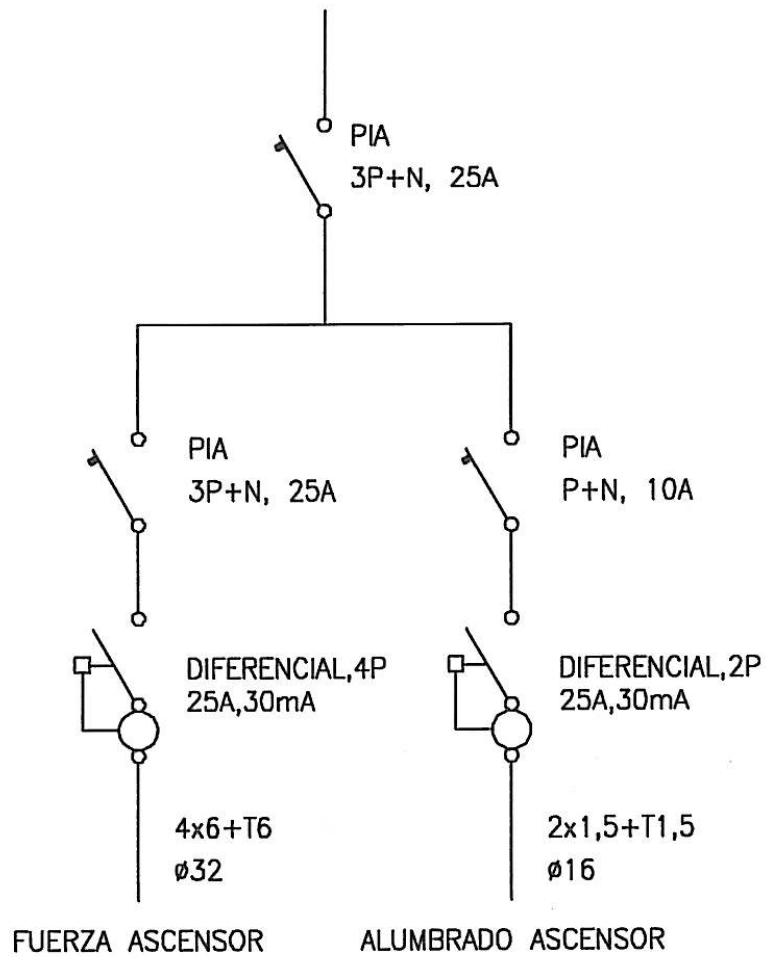


Figura A.6: Esquema unifilar de un cuadro secundario de ascensor [12].

CUADRO GARAJE

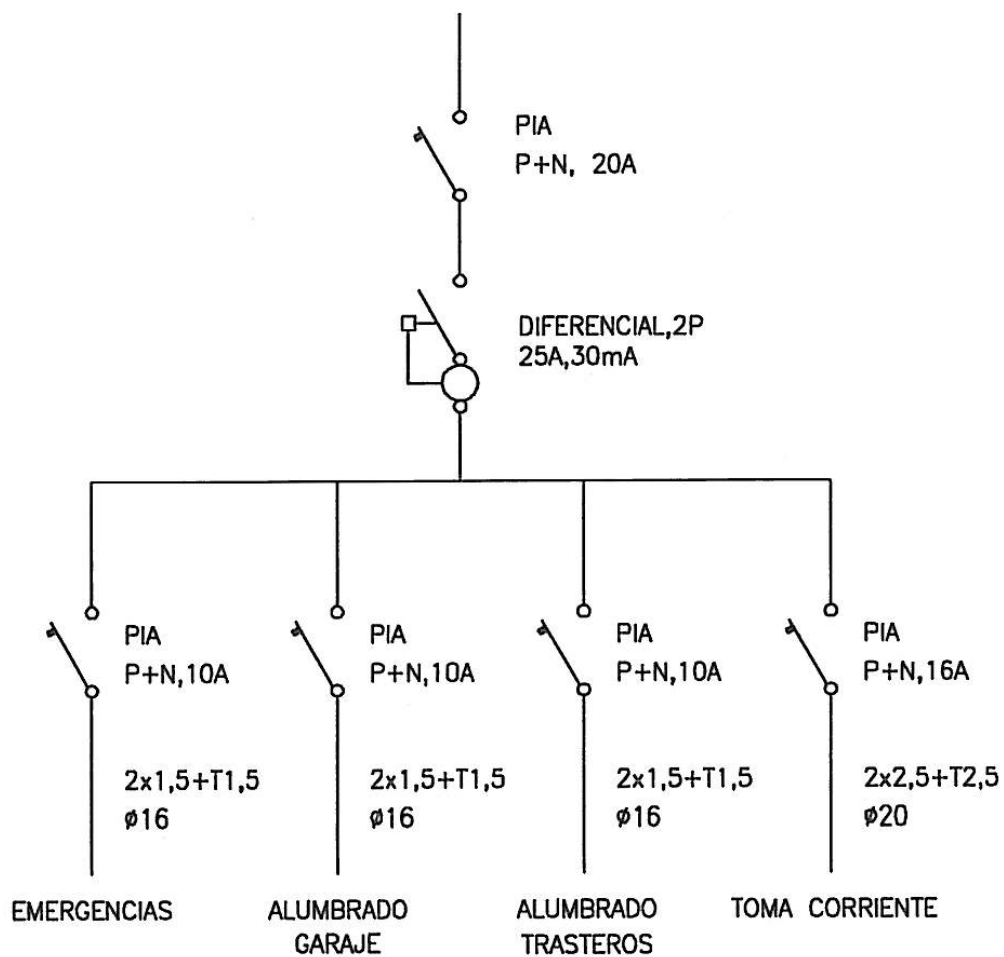


Figura A.7: Esquema unifilar para un cuadro de garaje [12].

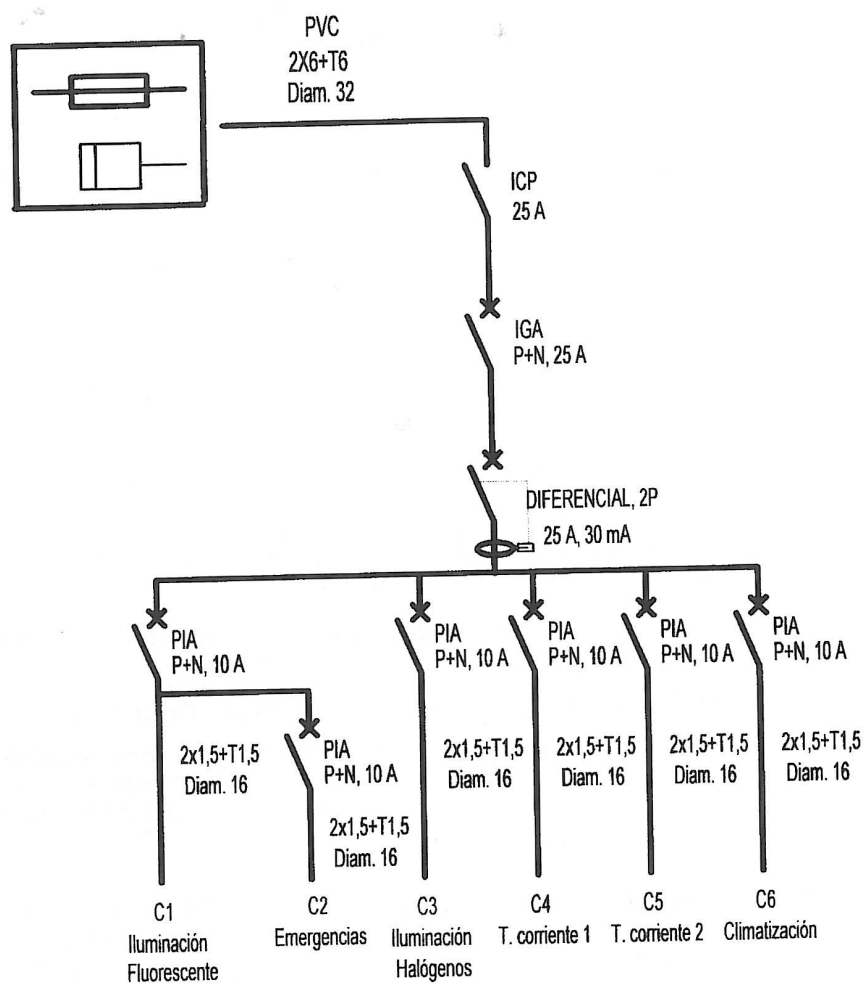


Figura A.8: Esquema unifilar para un local comercial [12].

A.2. Esquemas unifilares para vivienda

A.2.1. Esquemas unifilares para un grado de electrificación básico

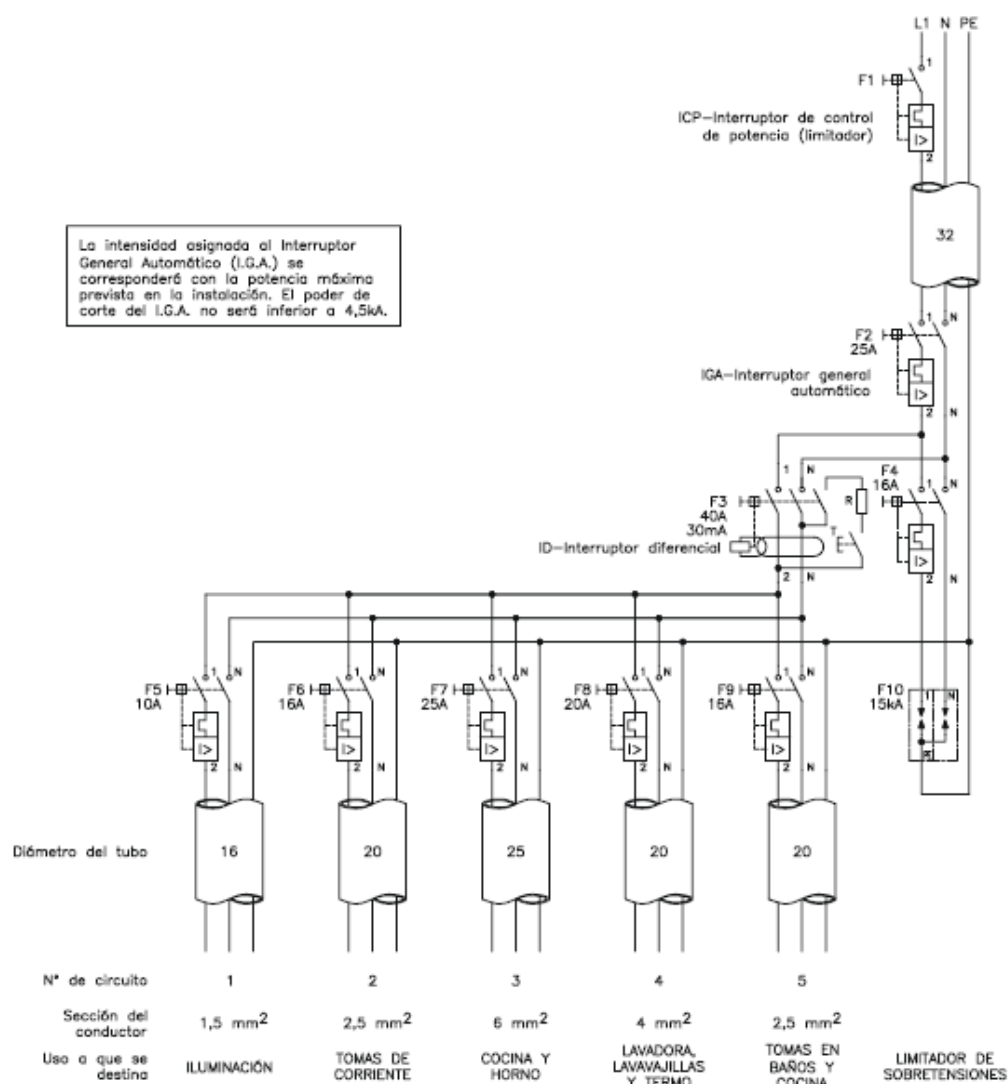
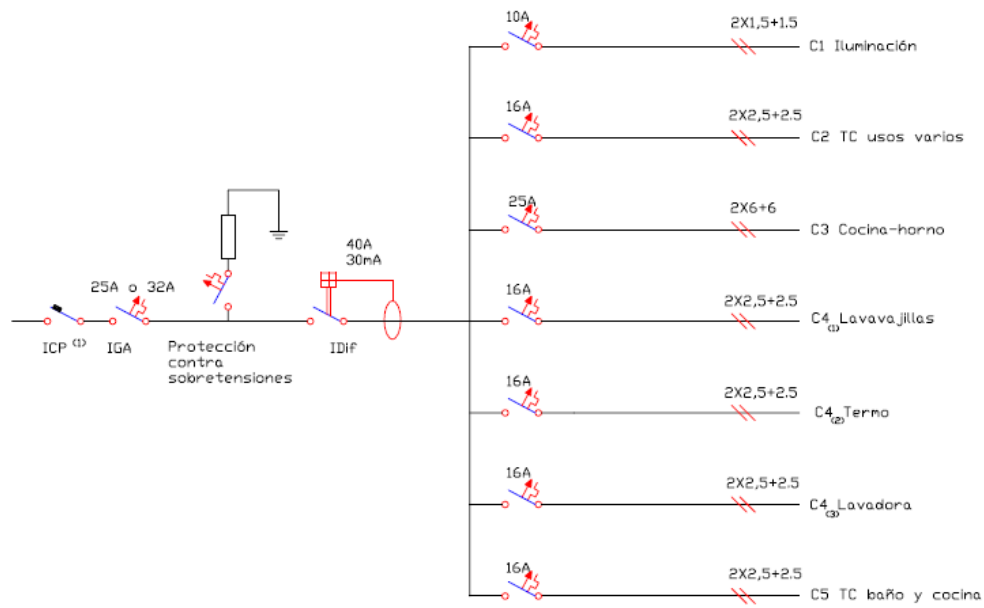


Figura A.9: Esquema unifilar para vivienda con GEB [9].



⁽¹⁾ Según la potencia contratada

Figura A.10: Esquema unifilar para vivienda con GEB desdoblado el circuito C4 [12].

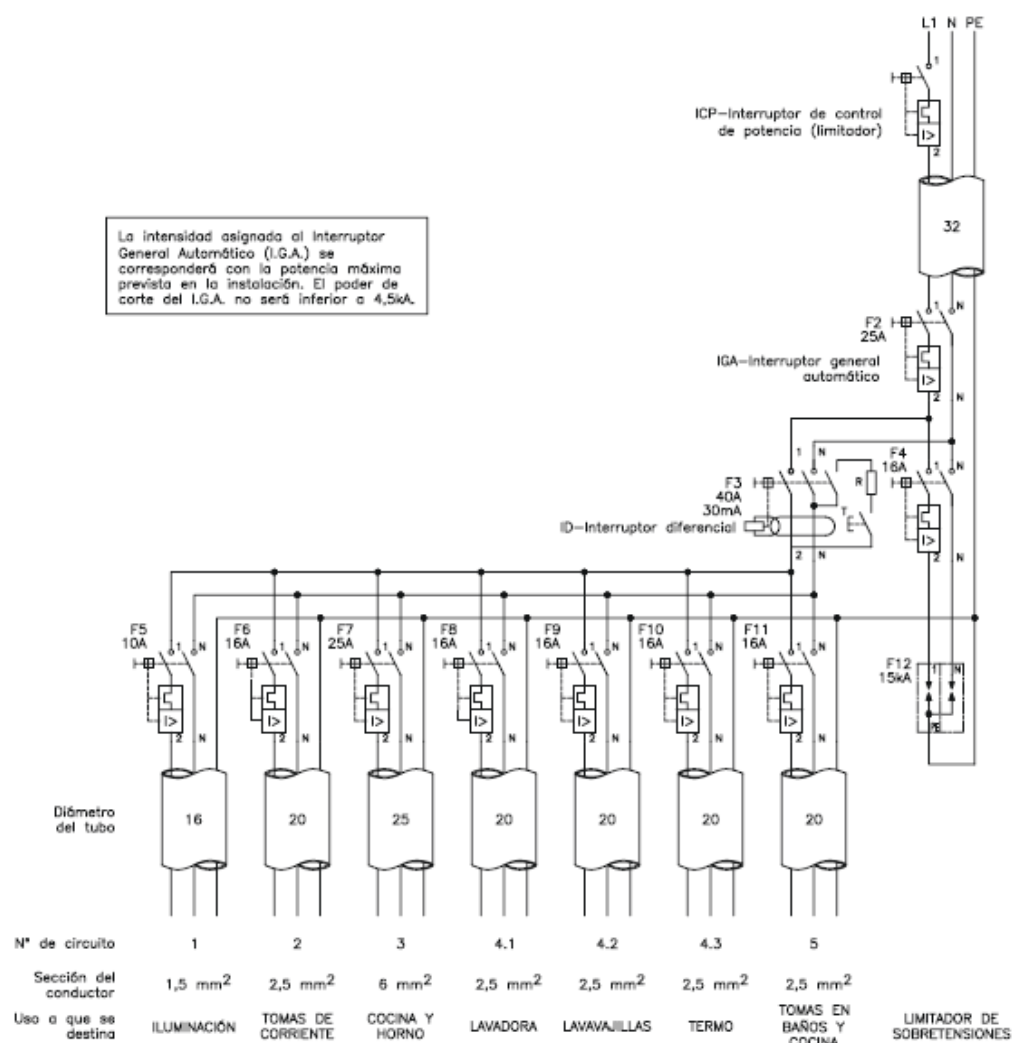


Figura A.11: Esquema unifilar para vivienda con GEB desdoblado el circuito C4 [9].

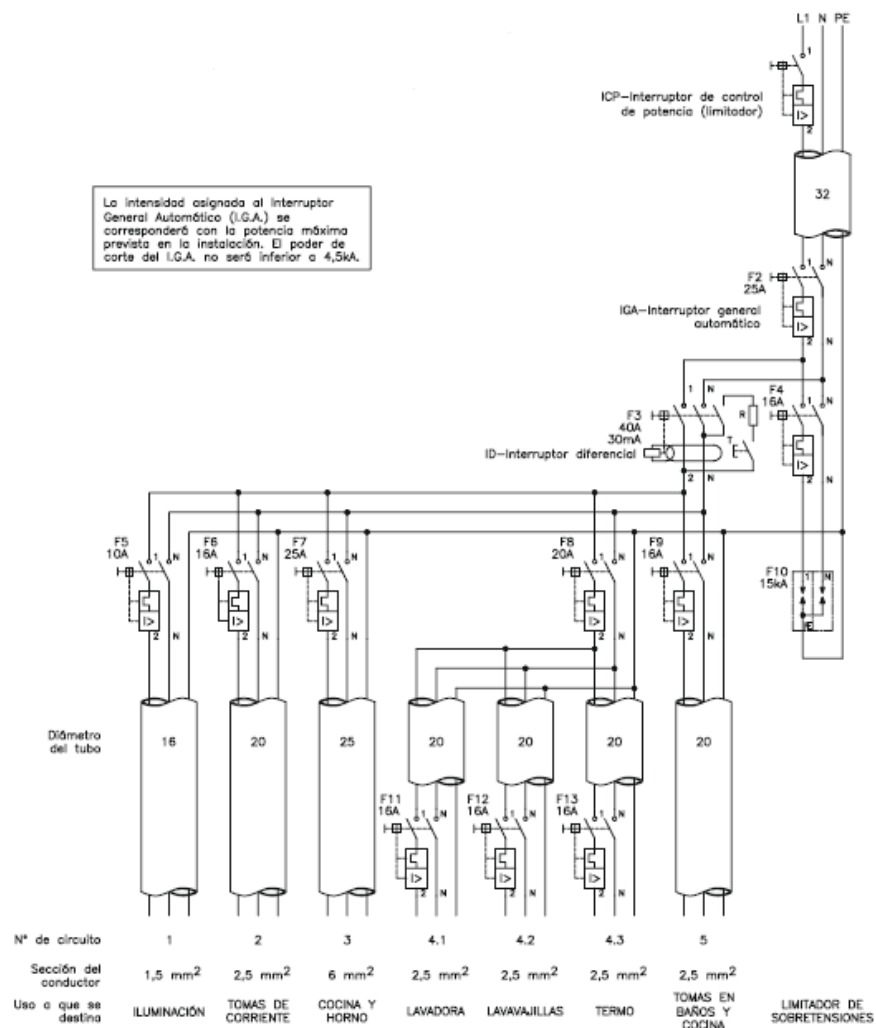


Figura A.12: Esquema unifilar para vivienda con GEB desdoblado el circuito C4 y manteniendo el PIA de 20A de dicho circuito [9].

A.2.2. Esquemas unifilares para un grado de electrificación elevado

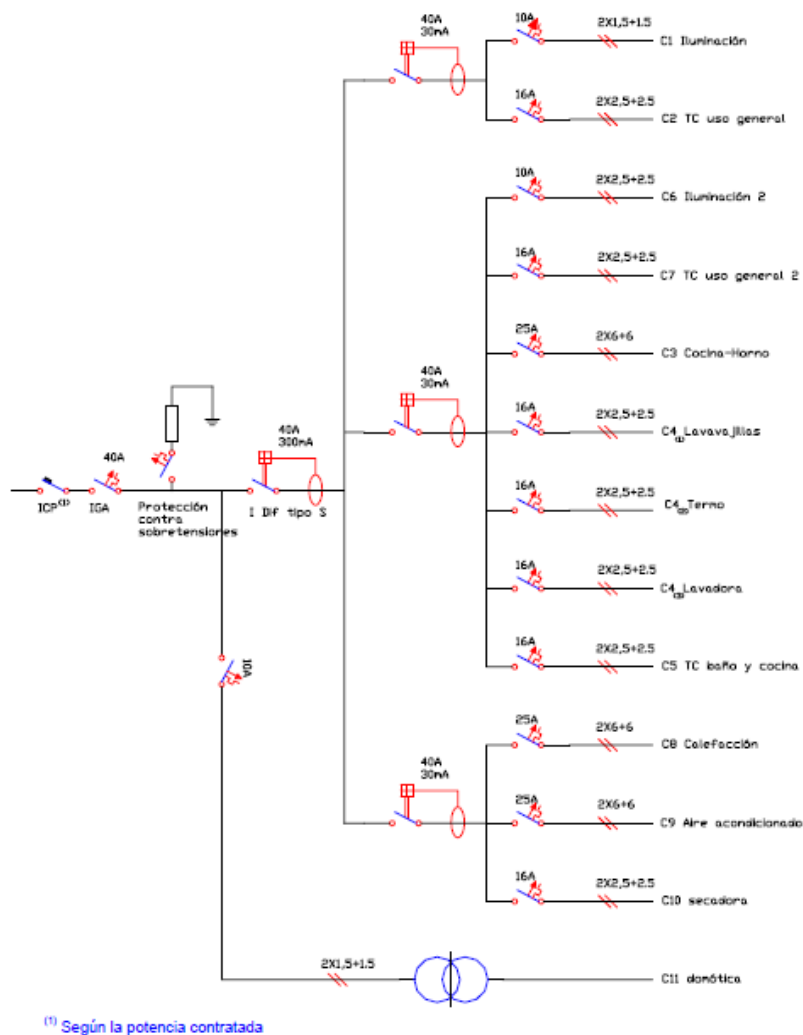


Figura A.13: Esquema unifilar para vivienda con GEE [12].

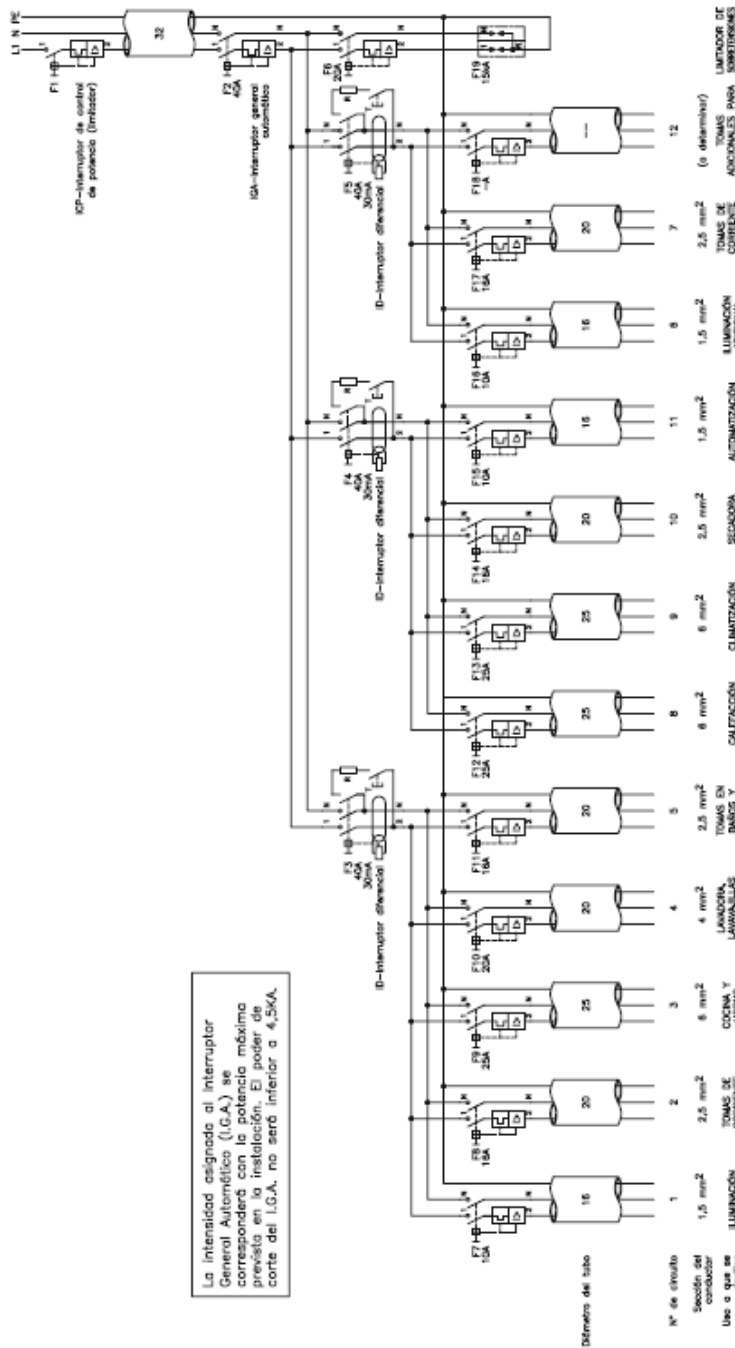


Figura A.14: Esquema unifilar para vivienda con GEE [9].

Apéndice B

Ejemplos de dotación.

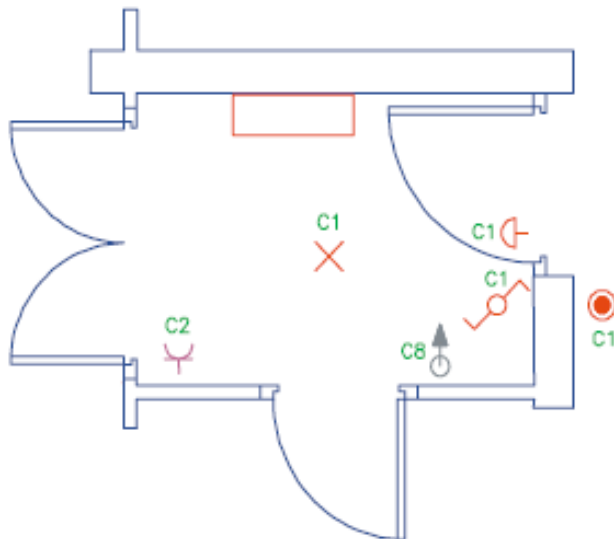


Figura B.1: Posible dotación en vestíbulo [9].

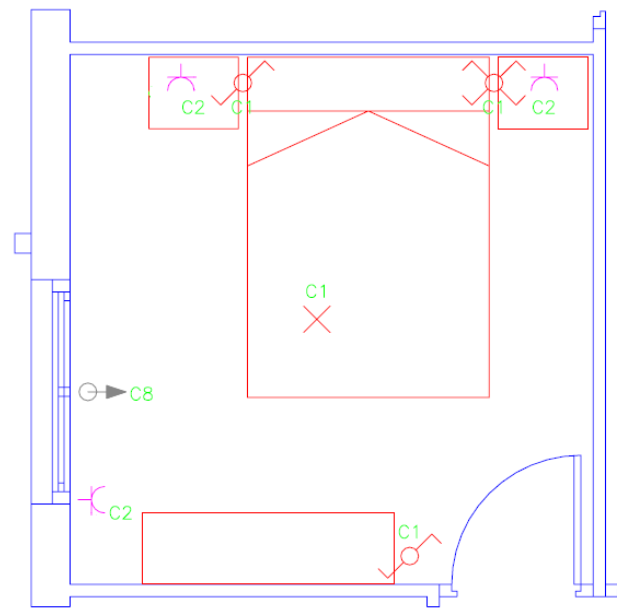


Figura B.2: Posible dotación en habitación doble [9].

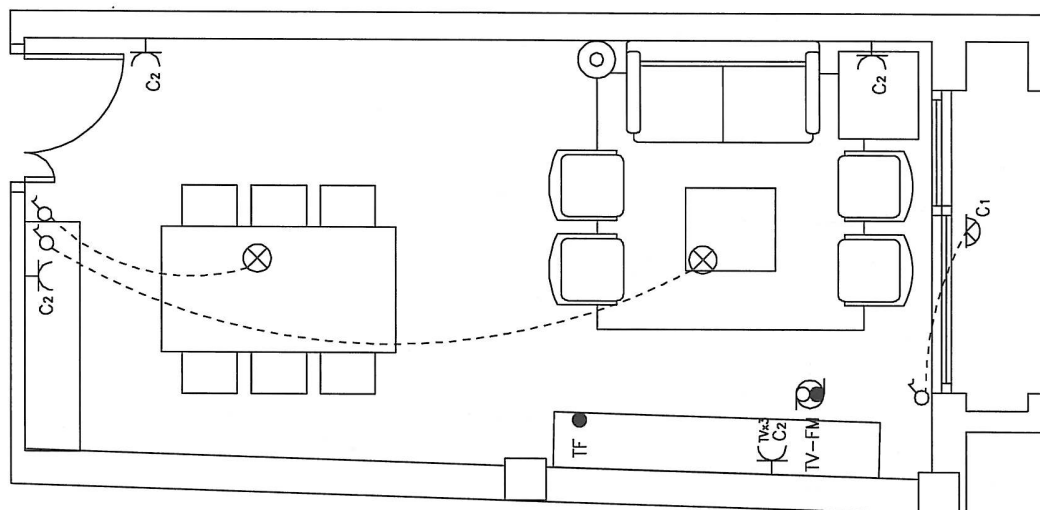


Figura B.3: Posible dotación en salón [9].

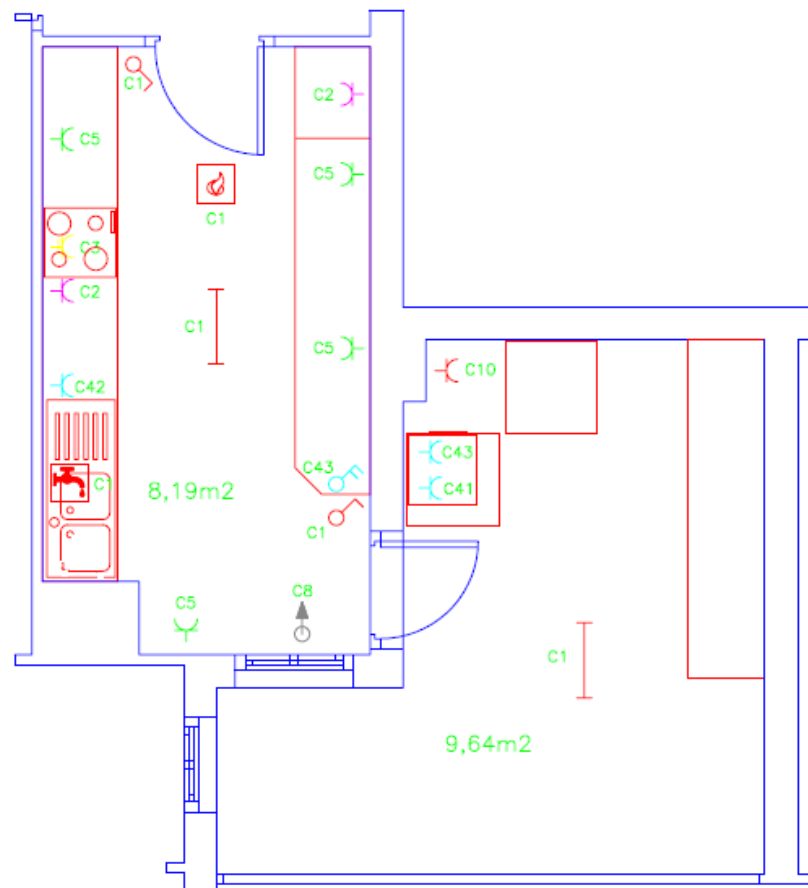


Figura B.4: Posible dotación en cocina [9].

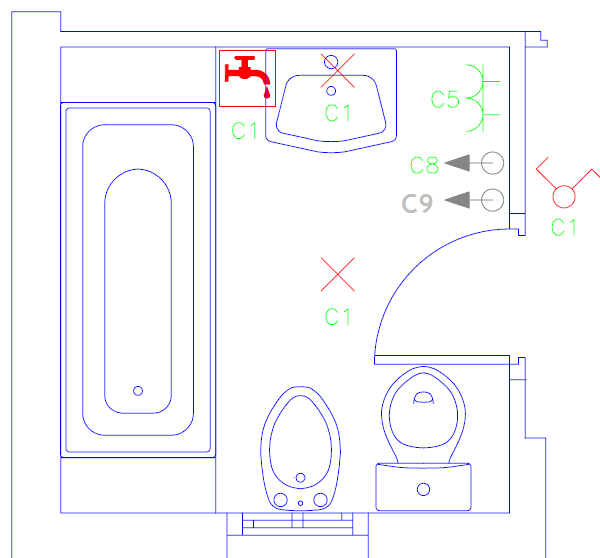


Figura B.5: Posible dotación en baño [9].

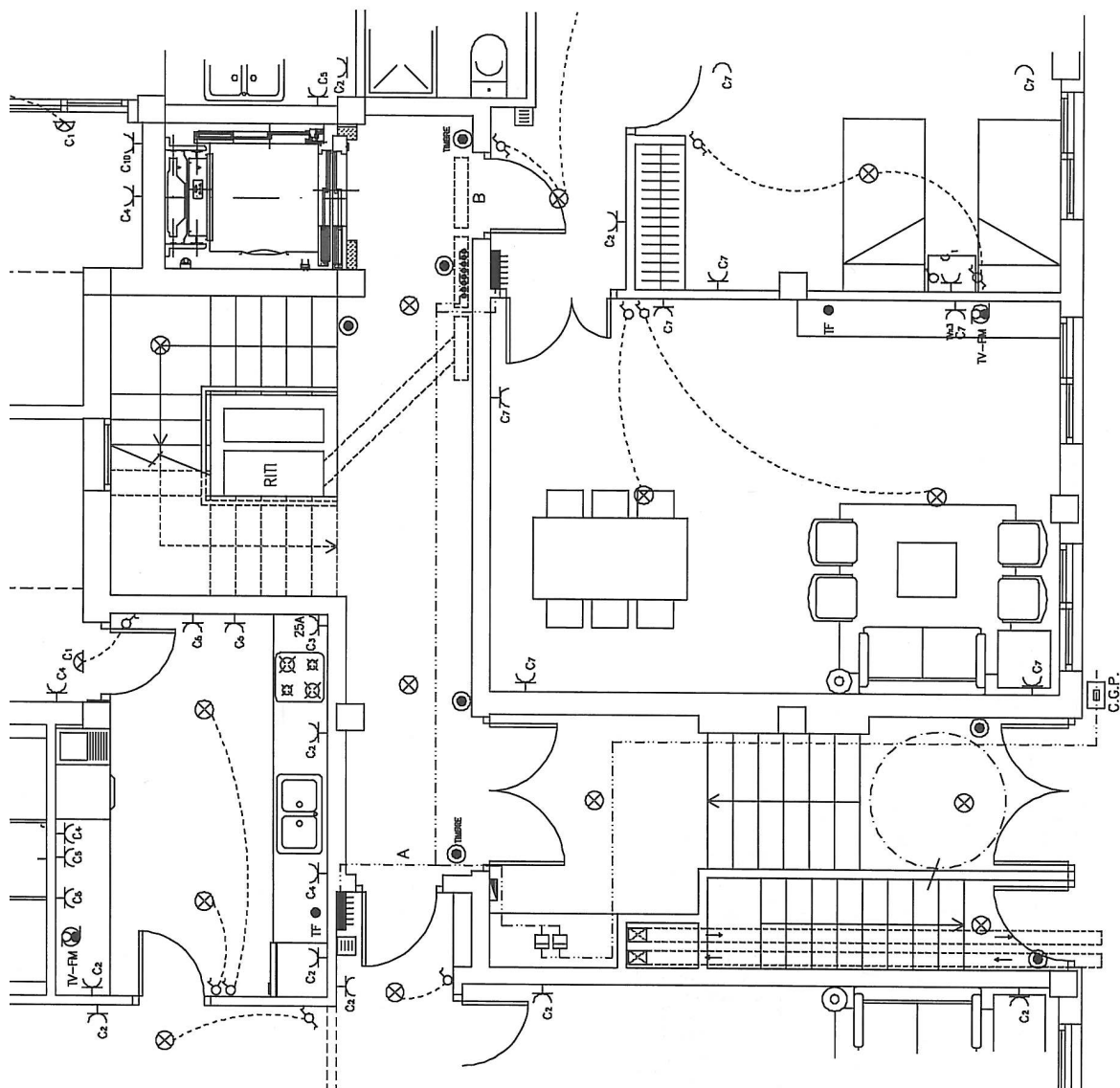


Figura B.6: Posible dotación en planta baja de un edificio de viviendas para los servicios generales [12].

Apéndice C

Índice de Protección IP e IK.

Protección contra cuerpos sólidos

IP

0		Sin protección
1		Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 50 mm (ej.: contactos involuntarios de la mano)
2		Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 12,5 mm (ej.: dedos de la mano)
3		Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 2,5 mm (ej.: herramientas, cables)
4		Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 1 mm (ej.: alambres, pequeños cables)
5		Protegido contra la penetración de polvo
6		Totalmente protegido contra la penetración de polvo

Protección contra agua

IP

0		Sin protección
1		Protegido contra la caída vertical de gotas de agua (condensación)
2		Protegido contra la caída de gotas de agua hasta 15° de la vertical
3		Protegido contra la caída de agua de lluvia hasta 60° de la vertical
4		Protegido contra las proyecciones de agua en todas las direcciones
5		Protegido contra el chorro de agua en todas las direcciones
6		Protegido contra el chorro de agua similar a los golpes de mar
7		Protegido contra los efectos de la inmersión
8		Protegido contra los efectos de la inmersión prolongada bajo presión

Protección contra impactos mecánicos

IK

00		Sin protección
01		Energía de choque 0,150 J
02		Energía de choque 0,200 J
03		Energía de choque 0,350 J
04		Energía de choque 0,500 J
05		Energía de choque 0,700 J
06		Energía de choque 1,00 J
07		Energía de choque 2,00 J
08		Energía de choque 5,00 J
09		Energía de choque 10,00 J
10		Energía de choque 20,00 J

Índices de Protección IP e IK

Definen el grado de protección contra el polvo, humedades e impactos mecánicos según las normas IEC 60529, EN 60529 y EN 50102

Figura C.1: Grados de protección para mecanismos y armarios.

Bibliografía

- [1] *Normativa Específica Iberdrola*. Compañía Eléctrica Iberdrola.
- [2] *Guía Técnica de Aplicación REBT*. Consultoría y documentación Digital S.L., Valencia, 2004.
- [3] J.L. Arizmendi Barnes. *Cálculo y Normativa de las Instalaciones en la Edificación*. Ed. Tebar, 2000.
- [4] J. A. Sánchez Carrasco. *Instalaciones eléctricas*. Arquitecto.
- [5] Catálogos comerciales. Legrand, Merlin Gerin, Cahor Española, GE Electric.
- [6] Ministerio de Ciencia y Tecnología. *Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión*. Ed. Paraninfo, Madrid, ministerio de ciencia y tecnología edition, 2002.
- [7] Universidad Nacional de Ingeniería de Perú.
<http://intercon2011.blogspot>.
- [8] UNESA. Asociación Española de la Industria Eléctrica.
- [9] C. Monzón Merencio J. Moreno Gil, C. Fernández García. *Manual Técnico del Electricista*. PLC Madrid, 2004.
- [10] Uriarte Enclosures s.a. *Catálogo Uriarte Safybox*. www.safybox.com.
- [11] Schneider Electric. *Manual teórico-práctico Schneider. Instalaciones en Baja Tensión*.
- [12] E. Carrasco Sánchez. *Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión en Edificios de Viviendas*. Ed. Tebar, Madrid, 2008.
- [13] F. Martín Sánchez. *Nuevo Manual de Instalaciones Eléctricas*. Ed. A. Madrid Vicente, Madrid, 2003.

*Infraestructura común de
telecomunicaciones (ICT)
en edificios de viviendas*



Índice

	<u>Pág.</u>
1. Introducción	109
1.1 Legislación vigente	110
1.2 Condiciones mínimas de la instalación en vivienda	112
2. Descripción de la instalación	113
2.1 Tipología de la ICT	114
2.2 Definiciones	119
2.3 ICT para conjuntos de viviendas unifamiliares	129
2.4 Emplazamientos de antenas	133
3. Dimensionado	134
3.1 Arqueta de entrada	134
3.2 Canalización externa	135
3.3 Punto de entrada general	135
3.4 Canalización de enlace	136
3.4.1 Entrada inferior	136
3.4.2 Entrada superior	137
3.5 Recinto de instalaciones de telecomunicaciones	138
3.5.1 Dimensiones	138
3.5.2 Características constructivas	140
3.5.3 Ubicación del recinto	141
3.6 Registros principales	141
3.7 Canalización principal	142
3.7.1 Canalización con tubos	143
3.7.2 Canalización con canales o galerías	144
3.8 Registros secundarios	145
3.9 Canalizaciones secundarias	148
3.10 Registros de paso	149
3.11 Registros de terminación de red	150
3.12 Canalización interior de usuario	151

3.13 Registro de toma	151
4. Requisitos de seguridad entre instalaciones	153
5. Dotación en vivienda	153
BIBLIOGRAFÍA.....	159

INFRAESTRUCTURA COMÚN DE TELECOMUNICACIONES EN EDIFICIOS DE VIVIENDAS

1. INTRODUCCIÓN

En un edificio, que hasta ahora no posea una Infraestructura Común de Telecomunicaciones (ICT), se ha visto como cada operador ofrece sus servicios de telecomunicaciones mediante una infraestructuras propia creada al efecto; así los operadores de cable ponen sus arquetas en las aceras y cablean por las fachadas de los edificios hasta los hogares de los vecinos; los que ofrecen servicios de TV por satélite suelen hacer lo mismo, instalando una antena parabólica para la captación de la señal y distribuyéndola por medio de cables tirados por los patios de las casas o por los huecos de las escaleras o de los ascensores y cada vez que un nuevo vecino se abona al servicio se requiere una nueva tirada de cable. Todo ello tiene que convivir con la instalación de TV (UHF y VHF) de la comunidad y con la red telefónica del operador. Si aparece un nuevo servicio, por ejemplo para acceso de Internet por satélite, o cualquier otro que no sea soportado por las instalaciones existentes, pues hay que montar otras nuevas. En fin, toda una maraña de cables, redes, registros y tomas con pocas garantías de poder ofrecer un servicio de calidad y a prueba de futuras innovaciones, con un mantenimiento difícil y caro.

Pues bien, con la instalación de una ICT se pretende dar solución a esta problemática. La reglamentación surgida hace poco años (Real Decreto 401/2.003 de 4 de abril) y de aplicación para todos los edificios de nueva construcción o rehabilitados íntegramente, pretende hacer que las redes de telecomunicaciones que se instalan en el interior de los edificios vengán a ser, una prolongación de las redes de acceso que están desplegando los operadores y que cumplan unas especificaciones técnicas mínimas, que faciliten a los usuarios de los inmuebles el acceso a los diferentes servicios de telecomunicación disponibles: telefonía, acceso a Internet, servicios de banda ancha por cable, radio y televisión, etc.

Por tanto la Infraestructura Común de Telecomunicaciones (ICT), ha supuesto un avance decisivo para la incorporación de las viviendas de las nuevas tecnologías de forma económica y transparente para los usuarios.

1.1 Legislación vigente

- Real Decreto Ley 1/1998, de 27 de febrero (BOE 28.2.98), sobre infraestructuras comunes en los edificios para el acceso a los servicios de telecomunicación.
- Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (BOE 6.11.99).
- Real Decreto 401/2003 de 4 de abril, por el que se aprueba el Reglamento Regulator de las Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones en el interior de los edificios y de la actividad de instalación de equipos y sistemas de telecomunicaciones. (BOE 14.5.03), este real decreto deroga el Real Decreto 279/1999 (Reglamento Regulator para el acceso de los servicios de telecomunicaciones en el interior de los edificios).
- Orden 1296/2003 de 14 de Mayo de 2003 desarrollando el Reglamento aprobado por el Real Decreto 401/2003 de 4 de Abril.

Las características principales de cada una de estas legislaciones son:

❖ REAL DECRETO LEY 1/1998 (BOE 28.2.98), nos dice:

- o Un usuario puede acceder a cualquier servicio.
- o Un operador puede ofrecer sus servicios a cualquier usuario.
- o En nueva edificación, obliga a la redacción de un proyecto de ICT para obtener la Licencia de Obras.
- o En viviendas ocupadas, regula las relaciones entre copropietarios para instalar un ICT.
- o Establece un régimen sancionador.

Además establece:

- o El ámbito de aplicación:
 - Art. 2 a) A todos los edificios y conjuntos inmobiliarios en los que exista continuidad en la edificación, de uso residencial o no, que estén acogidos, o deban acogerse al régimen de propiedad horizontal regulado por la Ley 49/1960, modificada por la ley 8/1999.
 - Art. 2 b) A todos lo edificios que en todo o en parte, hayan sido o sean objeto de arrendamiento por plazo superior a un año.
- o La obligación de ICT.

- Toda edificación que haya sido construida después de transcurridos ocho meses desde su entrada en vigor (1.11.98), y deberá contar con las infraestructuras comunes de acceso a servicios de telecomunicaciones.
 - o Necesidad de proyecto.
 - A partir de la entrada en vigor, no se concederá autorización para la construcción o rehabilitación integral de ningún edificio, si al correspondiente proyecto arquitectónico no se le une el que prevea la instalación de una infraestructura común propia.
 - o Deroga toda legislación que se oponga a este R.D.L
 - o Funciones mínimas que debe cumplir la ICT:
 - Captar, procesar y distribuir Radio y Televisión Terrenal.
 - Distribuir radio y televisión por satélite
 - Acceso al servicio de telefonía básica.
 - Proporcionar acceso al servicio de telecomunicaciones por cable (TLCA) y al servicio de acceso fijo inalámbrico (SAFI).
- ❖ LEY 38/1999, de 5 de noviembre, de ORDENACIÓN DE LA EDIFICACIÓN (BOE 6.11.99)
- o Incluye entre las instalaciones fijas y obligatorias de un edificio, el acceso a los servicios de telecomunicación.
 - o Indica que la ICT se regirá por su propia legislación.
- ❖ REAL DECRETO 401/2003 por el que se regulan las instalaciones de Telecomunicación y el registro de instaladores y empresas instaladoras de telecomunicación (Reglamento de Instalaciones Comunes de Telecomunicación).
- o Regula las Normas, Especificaciones, Parámetros y Dimensionado mínimo que debe cumplir una ICT.
 - o Deberán contar con el correspondiente **proyecto técnico**, firmado por un **ingeniero de telecomunicación o un ingeniero técnico de telecomunicación** de la especialidad correspondiente que, en su caso, actuará en coordinación con el autor del proyecto de edificación. En el proyecto técnico, visado por el colegio profesional correspondiente, se describirán, detalladamente, todos los elementos que componen la instalación y su ubicación y dimensiones, con mención de las normas que cumplen.
 - o Serán necesario definir a un **director de obra de ICT** (Ingeniero Técnico de Telecomunicaciones o Ingeniero en Telecomunicaciones) y la realización

además del proyecto de un **certificado de ICT**, expedido por el director de obra y visado en el colegio correspondiente, cuando sean más de 20 viviendas o existan elementos activos en la Red de Distribución, y en Inmuebles no Residenciales.

- o Finalizados los trabajos de ejecución del proyecto técnico, se presentará, en la Jefatura Provincial de Inspección de Telecomunicaciones que corresponda, un **boletín** de instalación expedido por la empresa instaladora que haya realizado la instalación, o bien el **boletín y un certificado de ICT**, dependiendo de la complejidad de la instalación, según se ha indicado en el punto anterior.
- o Es necesario realizar en todos los casos, un **protocolo de pruebas** firmado por la empresa instaladora y por el director de obra cuando exista.

❖ ORDEN MINISTERIAL 1296/2003 de 14 de Mayo desarrollando el Reglamento (BOE 27.5.03)

Esta orden establece:

- o La estructura y contenido de los proyectos y certificados de ICT. (Ambos redactados y firmados por Ingenieros o Ingenieros Técnicos de Telecomunicaciones)
- o La definición de la complejidad de las instalaciones de ICT.
- o Un protocolo de pruebas que debe cumplir una ICT al final de su ejecución.
- o Para inmuebles de menos de 20 viviendas es suficiente el boletín del instalador, sin necesidad de ir acompañado del certificado firmado por el técnico (Director de Obra).

1.2 Condiciones mínimas de la instalación en vivienda.

Después de desarrollar toda la legislación, y a modo de resumen, se van a indicar cuales son los servicios mínimos que van a llegar a una vivienda de nueva construcción y los elementos que nos proporcionan dicho servicio dentro de ella:

- ✓ Servicios mínimos: RTV, Telefonía, Telecomunicaciones por cable)
- ✓ De cada servicio, vamos a encontrar dentro de la vivienda: 1 toma por cada 2 estancias o fracción, excluyendo baños y trasteros con un mínimo de 2 tomas.

- ✓ Existirá una caja de registro con tapa ciega para ser utilizada por cualquier servicio.

2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.

A grandes rasgos, se trata de prever una instalación que posibilite la prestación de una serie de servicios de telecomunicaciones. Los servicios preceptivos son^{1,2,5}:

- Telefonía Básica (TB). Sistema completo para acceder al servicio de telefonía disponible al público. Tendrá un número mínimo de pares o líneas, que será: 2 por vivienda; 1 línea por cada 5 puesto de oficina con un mínimo de 3; y 3 por local comercial.
- Red Digital de Servicios Integrados (RDSI). La mayoría de los servicios de telefonía proporcionan el servicio a través de la telefonía básica, se preverá al un mínimo de 1 toma cada 2 estancias, con un total no inferior a 2 por vivienda; y un mínimo de 1 toma por local u oficina.
- Radiodifusión sonora y televisión terrenales (RTV). Sistema completo para recibir en las viviendas, locales y oficinas todas las señales autorizadas terrenales que se capten en el ámbito territorial del emplazamiento del edificio. Estas señales llegarán a cada usuario a través de dos cables coaxiales comunes para todo el edificio, de 75 Ω de impedancia y un ancho de banda entre 47 y 2150 MHz. En viviendas se preverá un mínimo de 1 toma cada 2 estancias, con un total no inferior a 2. También se preverá un mínimo de 1 toma por local u oficina.
- Radiodifusión sonora y televisión satélite (RTV). Sistema completo para recibir en las viviendas señales procedentes de satélites, salvo los elementos de captación que, de no contemplarse en el proyecto, habrá que prever el espacio físico suficiente libre de obstáculos para la instalación de parábolas. Las señales llegarán al usuario mediante los mismos dos coaxiales que la radiodifusión sonora y televisión anteriores.

- Telecomunicación por cable (TLCA). Forma parte de los servicios de banda ancha, y permite poder enlazar, las tomas de los usuarios con la red exterior de los distintos operadores del servicio. Del articulado del reglamento se deduce una previsión de un coaxial exclusivo por usuario de 75 Ω de impedancia y un ancho de banda entre 86 y 862 MHz. (con canal de retorno entre 5 y 55 MHz.). El número mínimo de tomas cumplirá el mismo criterio que en RTV. En la red interior, se preverá la canalización oportuna, siendo su terminación responsabilidad del operador oportuno.
- Servicios de acceso fijo inalámbrico (SAFI). También forma parte de los servicios de banda ancha. En principio solo se tiene en cuenta en edificios destinados a servicios públicos, ya que las empresas de servicio, aportan sus propios dispositivos de acceso inalámbrico. En este tema no lo vamos a tener en cuenta.

El objetivo de este tema será de establecer los requisitos mínimos que han de cumplir las canalizaciones, recintos y elementos complementarios que alberguen la infraestructura común de telecomunicaciones (ICT) para facilitar su despliegue, mantenimiento y reparación, contribuyendo de esta manera a posibilitar el que los usuarios finales accedan a los servicios de telefonía disponible al público y red digital de servicios integrados (TB + RDSI), telecomunicaciones de banda ancha [telecomunicaciones por cable (TLCA) y servicios de acceso fijo inalámbrico (SAFI)] y radiodifusión y televisión (RTV).

2.1 Topología de la ICT

La infraestructura que soporta el acceso a los servicios de telecomunicación responderá a los esquemas 1 y 2 siguientes.

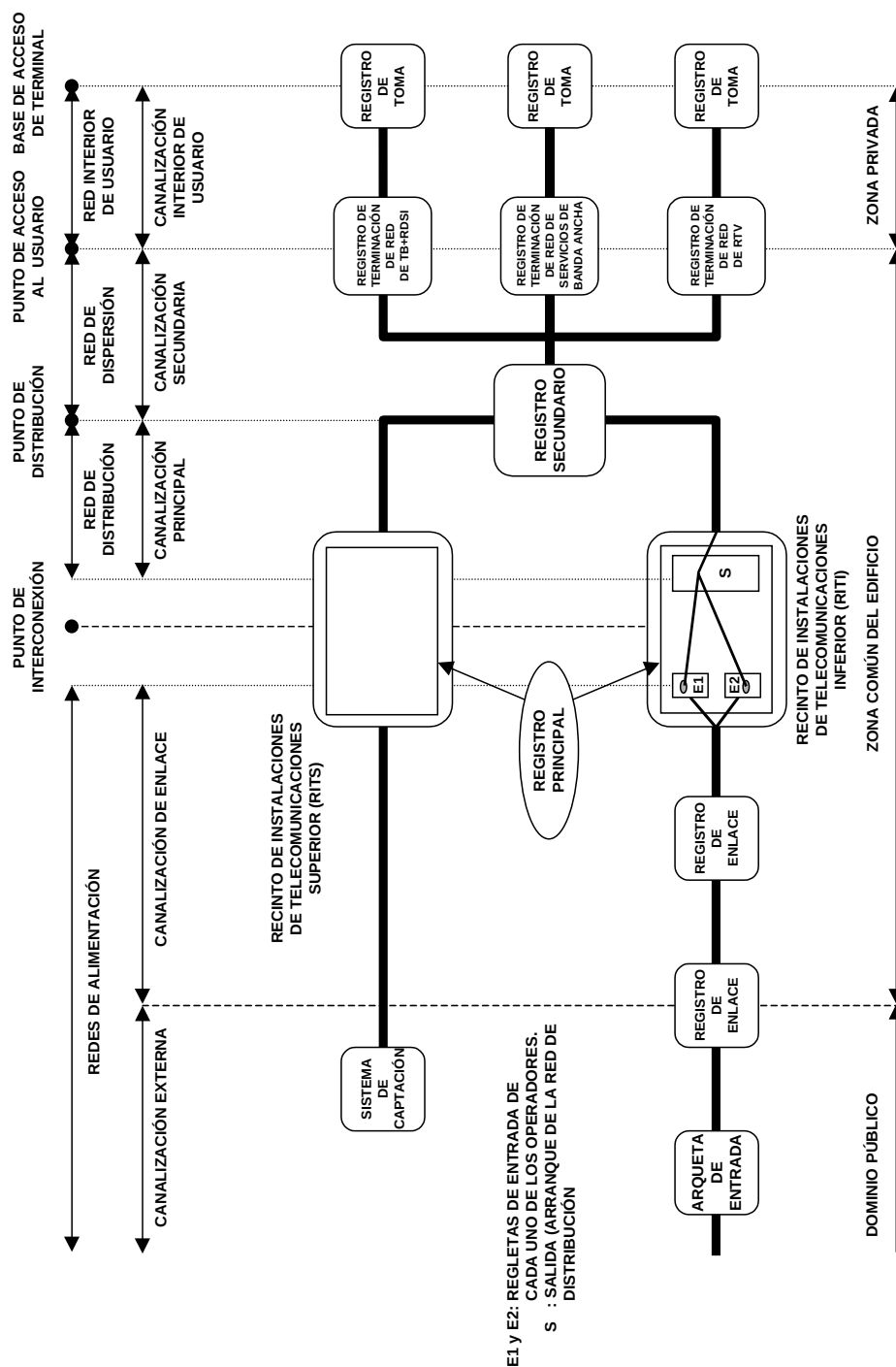


FIGURA 1: Esquema General de una ICT¹

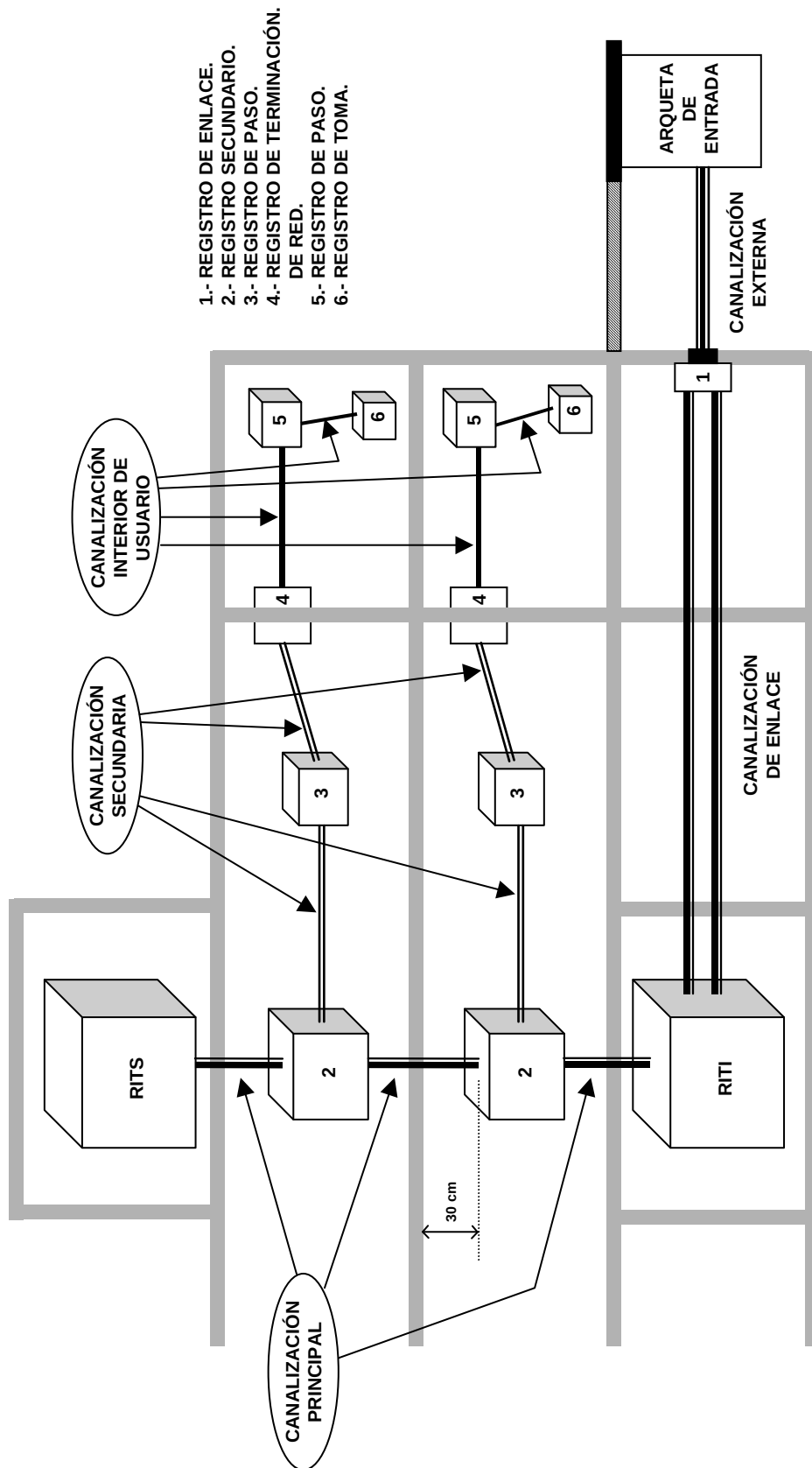
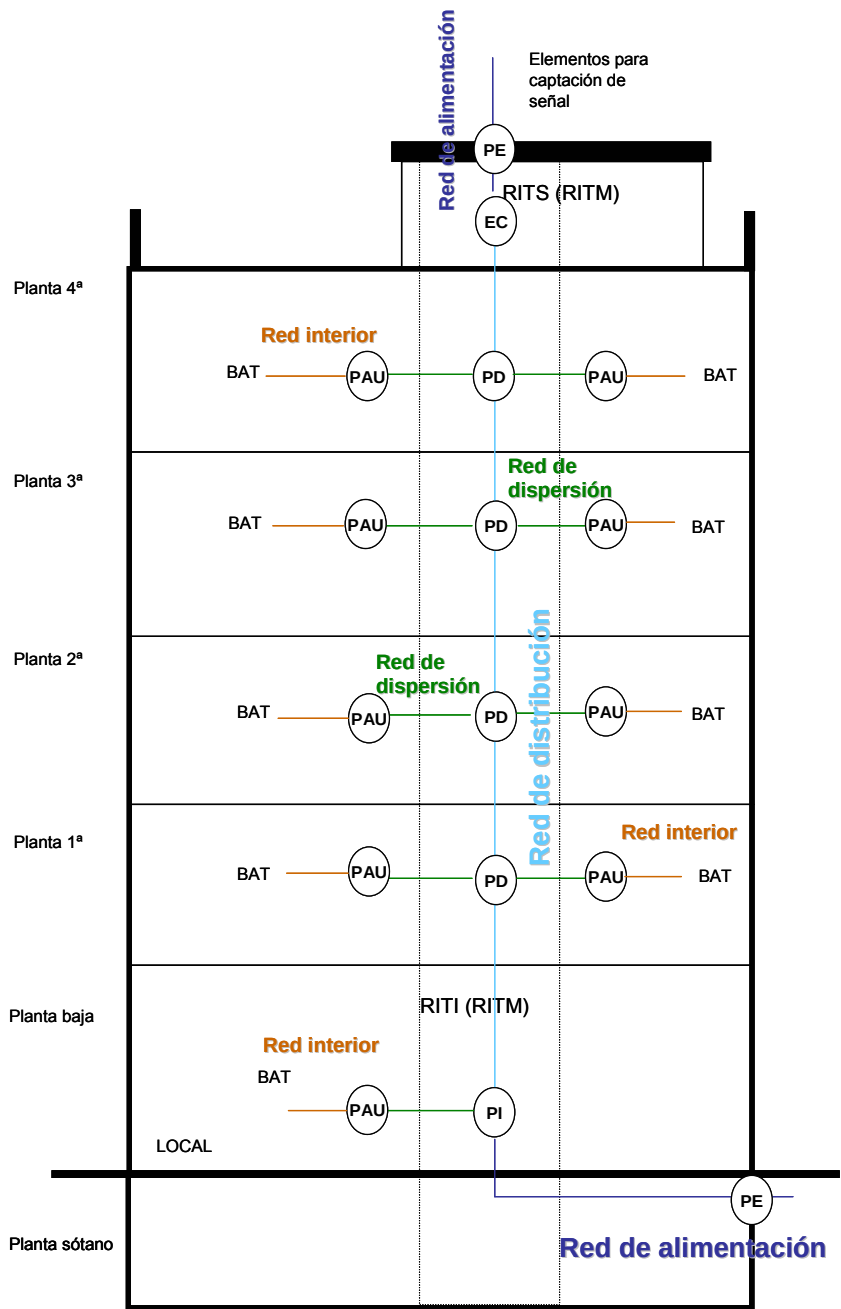


FIGURA 2: Esquema de Canalizaciones para Inmuebles de Pisos¹.

Dicho esquema obedece a la necesidad de establecer de manera clara los diferentes elementos que conforman la ICT del inmueble y que permiten soportar los distintos servicios de telecomunicación.

- ❖ Las redes de alimentación de los distintos operadores se introducen en la ICT, por la **parte inferior** del inmueble a través de la arqueta de entrada y de las canalizaciones externa y de enlace, atravesando el punto de entrada general (PE) del inmueble y además, por su **parte superior**, a través del pasamuro o punto de entrada (PE) y de la canalización de enlace; en ambos casos llegarán hasta los registros principales situados en los recintos de instalaciones de telecomunicaciones, donde se produce la interconexión con la red de distribución de la ICT.
- ❖ La red de distribución tiene como función principal llevar a cada planta del inmueble las señales necesarias para alimentar la red de dispersión. La infraestructura que la soporta la red de distribución está compuesta por la canalización principal, que une los recintos de instalaciones de telecomunicaciones inferior y superior (RITI, RITS) y por los registros principales.
- ❖ La red de dispersión se encarga, dentro de cada planta del inmueble, de llevar las señales de los diferentes servicios de telecomunicación hasta los PAU (Puntos de Acceso a Usuario) de cada usuario. La infraestructura que la soporta está formada por la canalización secundaria y los registros secundarios.
- ❖ La red interior de usuario tiene como función principal distribuir las señales de los diferentes servicios de telecomunicación en el interior de cada vivienda o local, desde los PAU hasta las diferentes bases de toma de cada usuario (BAT). La infraestructura que la soporta está formada por la canalización interior de usuario y los registros de terminación de red y de toma.



PE: Punto de entrada
EC: Equipamiento de cabecera
RITI: Recinto de instalaciones de telecomunicación inferior.
RITS: Recinto de instalaciones de telecomunicación superior.
RITM: Recinto de instalaciones de telecomunicación modular.
PD: Punto de distribución
PAU: Punto de acceso a usuario.
BAT: Base de acceso terminal.
PI: Punto de interconexión.

FIGURA 3: Esquema Infraestructuras Comunes De Telecomunicación.

Así, con carácter general, pueden establecerse como referencia los siguientes puntos de la ICT:

- a) Punto de interconexión o de terminación de red: es el lugar donde se produce la unión entre las redes de alimentación de los distintos operadores de los servicios de telecomunicación con la red de distribución de la ICT del inmueble. Se encuentra situado en el interior de los recintos de instalaciones de telecomunicaciones.
- b) Punto de distribución: es el lugar donde se produce la unión entre las redes de distribución y de dispersión de la ICT del inmueble. Habitualmente se encuentra situado en el interior de los registros secundarios.
- c) Punto de acceso al usuario (PAU): es el lugar donde se produce la unión de las redes de dispersión e interiores de cada usuario de la ICT del inmueble. Se encuentra situado en el interior de los registros de terminación de red.
- d) Base de acceso terminal (BAT): es el punto donde el usuario conecta los equipos terminales que le permiten acceder a los servicios de telecomunicación que proporciona la ICT del inmueble. Se encuentra situado en el interior de los registros de toma.

Desde el punto de vista del dominio en el que están situados los distintos elementos que conforman la ICT, puede establecerse la siguiente división:

- a) Zona exterior del inmueble: en ella se encuentran la arqueta de entrada y la canalización externa.
- b) Zona común del inmueble: donde se sitúan todos los elementos de la ICT comprendidos entre el punto de entrada general del inmueble y los puntos de acceso al usuario.
- c) Zona privada del inmueble: la que comprende los elementos de la ICT que conforman la red interior de los usuarios.

2.2 Definiciones

Red de Alimentación. En el caso de operadores de cable, es el tramo que une los cableados urbanos de distribución de los distintos servicios con el punto de

interconexión en el interior del inmueble; y en el caso de señales radioeléctricas, es el tramo que une las antenas con el equipo de cabecera.

Arqueta de entrada. Forma parte de la red de alimentación. Es la que permite la unión entre las redes urbanas de los distintos operadores con la infraestructura común de telecomunicaciones del inmueble. Se encuentra en la zona exterior del inmueble y a ella confluyen, por un lado, las canalizaciones de los distintos operadores y, por otro, la canalización externa de la ICT del inmueble. Su construcción corresponde a la propiedad del inmueble.

Canalización externa. Es el tramo de conductos de la red de alimentación entre la arqueta de entrada y el punto de entrada al edificio. Discurren por la zona exterior del inmueble, y su construcción corresponde a la propiedad del inmueble.

Punto de Entrada (PE). Es el lugar en el que la red de alimentación se introduce en el inmueble. Existirá un punto de enlace en la parte inferior del inmueble y otro en la parte superior.

Registro de Enlace. Es el que se coloca en punto de entrada dentro del edificio para facilitar la maniobrabilidad de los conductores. Puede que exista o que no.

Canalización de enlace. Es el tramo de conductos de la red de alimentación que unen el punto de entrada al inmueble con el registro principal. Para el caso de inmuebles de viviendas, y teniendo en cuenta los servicios que soporta y el lugar por el que se acceda al inmueble, se define como:

- a) Para la entrada al inmueble por la parte inferior, es la que soporta los cables de la red de alimentación desde el punto de entrada general hasta el registro principal ubicado en el recinto de instalaciones de telecomunicaciones inferior o modular si es el caso (RITI o RITM).
- b) Para la entrada al inmueble por la parte superior, es la que soporta los cables que van desde los sistemas de captación hasta el recinto de instalaciones de telecomunicaciones superior o modular si es el caso (RITS o RITM), entrando en el inmueble mediante el correspondiente elemento pasamuro o punto de entrada (PE).

- c) Para el caso de conjuntos de viviendas unifamiliares, se define como la que soporta los cables de la red de alimentación de los diferentes servicios de telecomunicación desde el punto de entrada general hasta los registros principales, y desde los sistemas de captación hasta el elemento pasamuro, situados en el recinto de instalaciones de telecomunicaciones único (RITU).

Punto de Interconexión: es el lugar donde se ubican los elementos de gestión de las señales procedentes de los operadores de cable. Se encuentran en el interior del registro principal.

Registro principal. Es el que contiene el punto de interconexión de los distintos operadores con los abonados. Se encontrará en el interior de los recintos interiores de telecomunicaciones.

Equipamiento de Cabecera: es el conjunto de equipos de tratamiento de las señales radioeléctricas de las antenas.

Recintos de Instalaciones de Telecomunicación: son los distintos tipos de recintos donde se ubican los puntos de interconexión o registros principales para los accesos por cable, o los equipos de cabecera para los accesos por las antenas. Se establecen los siguientes cuatro tipos de recintos:

- a Inferior (RITI): Es el local o habitáculo donde se instalarán los registros principales correspondientes a los distintos operadores de los servicios de telecomunicación de TB + RDSI, TLCA y SAFI, y los posibles elementos necesarios para el suministro de estos servicios. Asimismo, de este recinto arranca la canalización principal de la ICT del inmueble. El registro principal para TB + RDSI es la caja que contiene el punto de interconexión entre las redes de alimentación y la de distribución del inmueble. En el caso particular de que la red de distribución conste de un número de pares igual o inferior a 30, puede contener directamente el punto de distribución. Los registros principales para TLCA y SAFI son las cajas que sirven como soporte del equipamiento que constituye el punto de interconexión entre la red de alimentación y la de distribución del inmueble.
- b Superior (RITS): Es el local o habitáculo donde se instalarán los elementos necesarios para el suministro de los servicios de RTV (equipamiento de cabecera) y, en el caso que fuera necesario, elementos de los servicios SAFI

y de otros posibles servicios. De esta partirá la red de distribución por la ICT del inmueble.

- c Único (RITU): Para el caso de edificios o conjuntos inmobiliarios de hasta tres alturas y planta baja y un máximo de diez PAU y para conjuntos de viviendas unifamiliares, se establece la posibilidad de construir un único recinto de instalaciones de telecomunicaciones (RITU), que acumule la funcionalidad de los dos descritos anteriormente.
- d Modular (RITM): Para los casos de inmuebles de pisos de hasta cuarenta y cinco PAU y de conjuntos de viviendas unifamiliares de hasta diez PAU, los recintos superior, inferior y único podrán ser realizados mediante armarios de tipo modular no propagadores de la llama.

Red de Distribución: es el tramo de la instalación que une los recintos de las instalaciones de telecomunicación con las redes de dispersión.

Canalización principal. Son las canalizaciones o tubos que soporta la red de distribución de la ICT del inmueble, conecta el RITI y el RITS entre sí y éstos con los registros secundarios. Podrá estar formada por galerías, tuberías o canales.

Red de Dispersión: es cada uno de los tramos que unen la red de distribución con los puntos de acceso al usuario.

Registro secundario. Pertenece a la red de dispersión y es el punto de donde parte la canalización secundaria. En él se puede emplazar material auxiliar de la instalación.

Canalización secundaria. Red de tubos y canalizaciones que soporta la red de dispersión del inmueble. Une el registro secundario con el registro de terminación de red, y en ocasiones con algún registro de paso si fuera necesario.

Red interior de usuario. Tiene como función principal distribuir las señales de los diferentes servicios de telecomunicación en el interior de cada vivienda o local, desde los puntos de acceso al usuario PAU.

Registros de terminación de red. Son los elementos que conectan las canalizaciones secundarias con las canalizaciones interiores de usuario. En estos registros se alojan los correspondientes puntos de acceso a los usuarios; en el caso de RDSI, el PAU podrá ir superficial al lado de este registro. Estos registros se ubicarán siempre en el

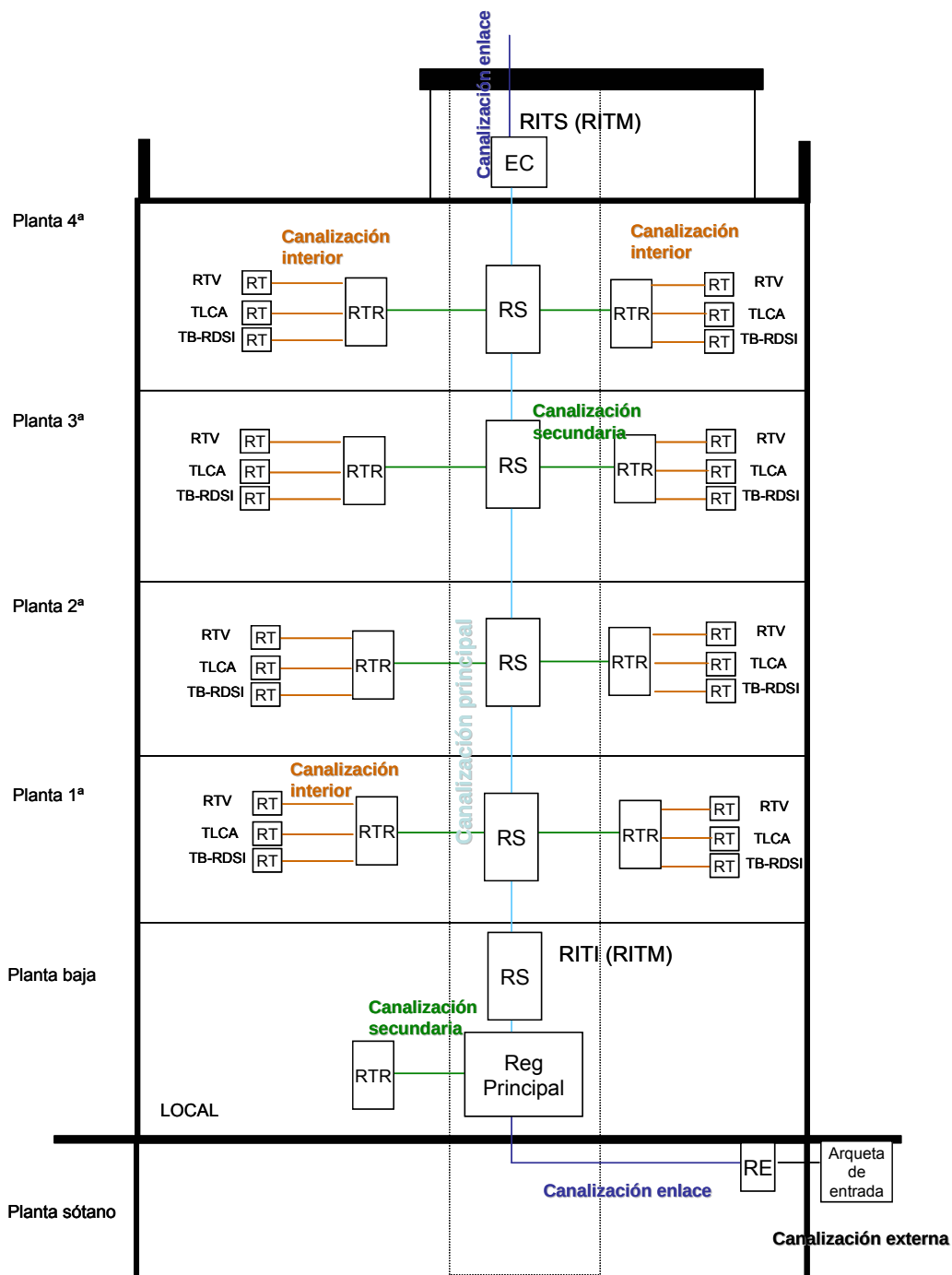
interior de la vivienda, oficina o local comercial y los PAU que se alojan en ellos podrán ser suministrados por los operadores de los servicios previo acuerdo entre las partes.

Punto de Acceso al Usuario (PAU): es el punto, dentro de la vivienda, local u oficina, donde se establece el final de la red de dispersión y comienza la red interior.

Canalización Interior: Es la que soporta la red interior de usuario, conecta los registros de terminación de red y los registros de toma., o lo que es lo mismo los PAU con las bases de acceso terminal (BAT). En ella se intercalan los registros de paso que son los elementos que facilitan el tendido de los cables de usuario.

Los registros de toma. Son los elementos que alojan las bases de acceso terminal (BAT), o tomas de usuario, que permiten a este efectuar la conexión de los equipos terminales de telecomunicación o los módulos de abonado con la ICT, para acceder a los servicios proporcionados por ella.

Base de Acceso Terminal (BAT). Es el mecanismo que sirve de toma de señal del servicio correspondiente, constituyendo el final de la red interior. Los conectores concretos son el tipo CEI para RTV y TLCA y el tipo RJ-11 ó RJ-12 para TB y RDSI



RE: Registro de enlace
 EC: Equipamiento de cabecera
 RITI: Recinto de instalaciones de telecomunicación inferior.
 RITS: Recinto de instalaciones de telecomunicación superior.
 RITM: Recinto de instalaciones de telecomunicación modular.
 RS: Registro secundario
 RTR: Registro de terminación de red.
 RT: Registro de toma.

FIGURA 4: Esquema de canalizaciones de: Telefonía básica y Red de servicios integrados (TB+RDSI), Radiodifusión sonora y Televisión Terrenal y Satélite (RTV), Telecomunicaciones por cable (TLCA).

Con independencia de los esquemas y definiciones comunes se han realizado anteriormente, existen funcionalmente tres redes específicas correspondientes a cada uno de los tres servicios ya comentados.

1. TB + RDSI. (Telefonía Básica y Red Digital de Servicios Integrados)
2. RTV (Radiodifusión sonora y Televisión Terrenal y Satélite).
3. TLCA (Telecomunicaciones por Cable).

De sus particularidades dan muestra los tres gráficos siguientes relativos a telefonía básica y red digital de servicios integrados, radiodifusión sonora y televisión terrenal y satélite, y telecomunicaciones por cable.

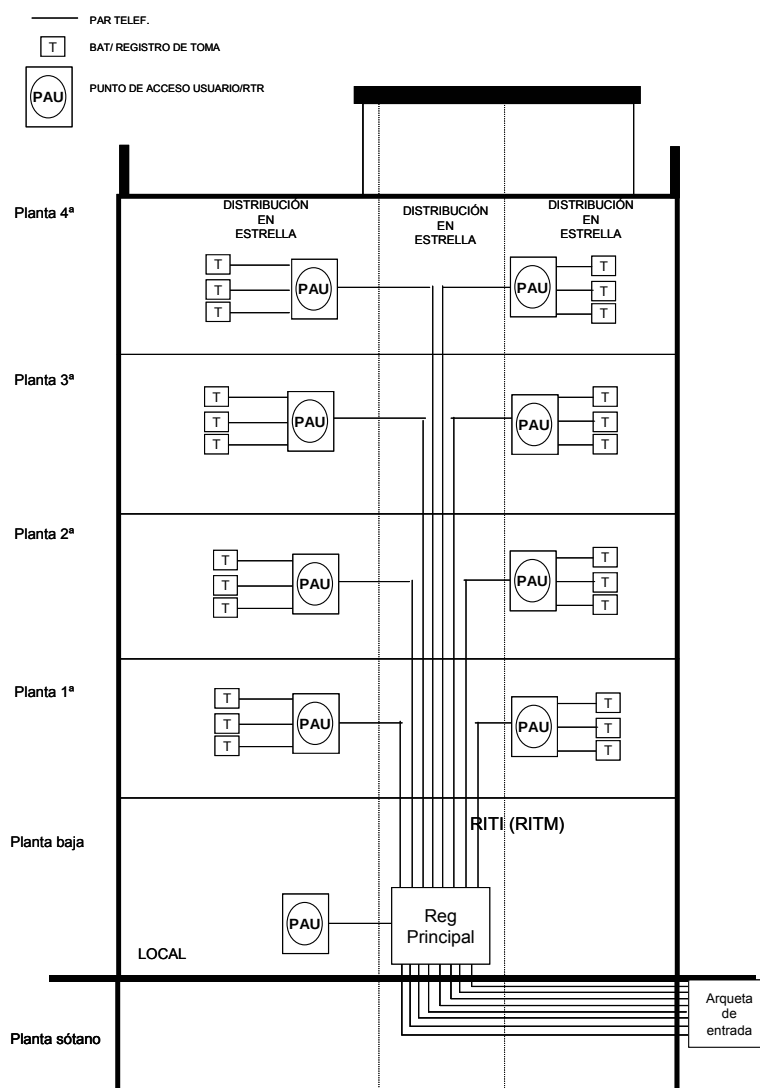


FIGURA 5. Esquema de Telefonía Básica y Red Digital de Servicios Integrados (TB+RDSI).

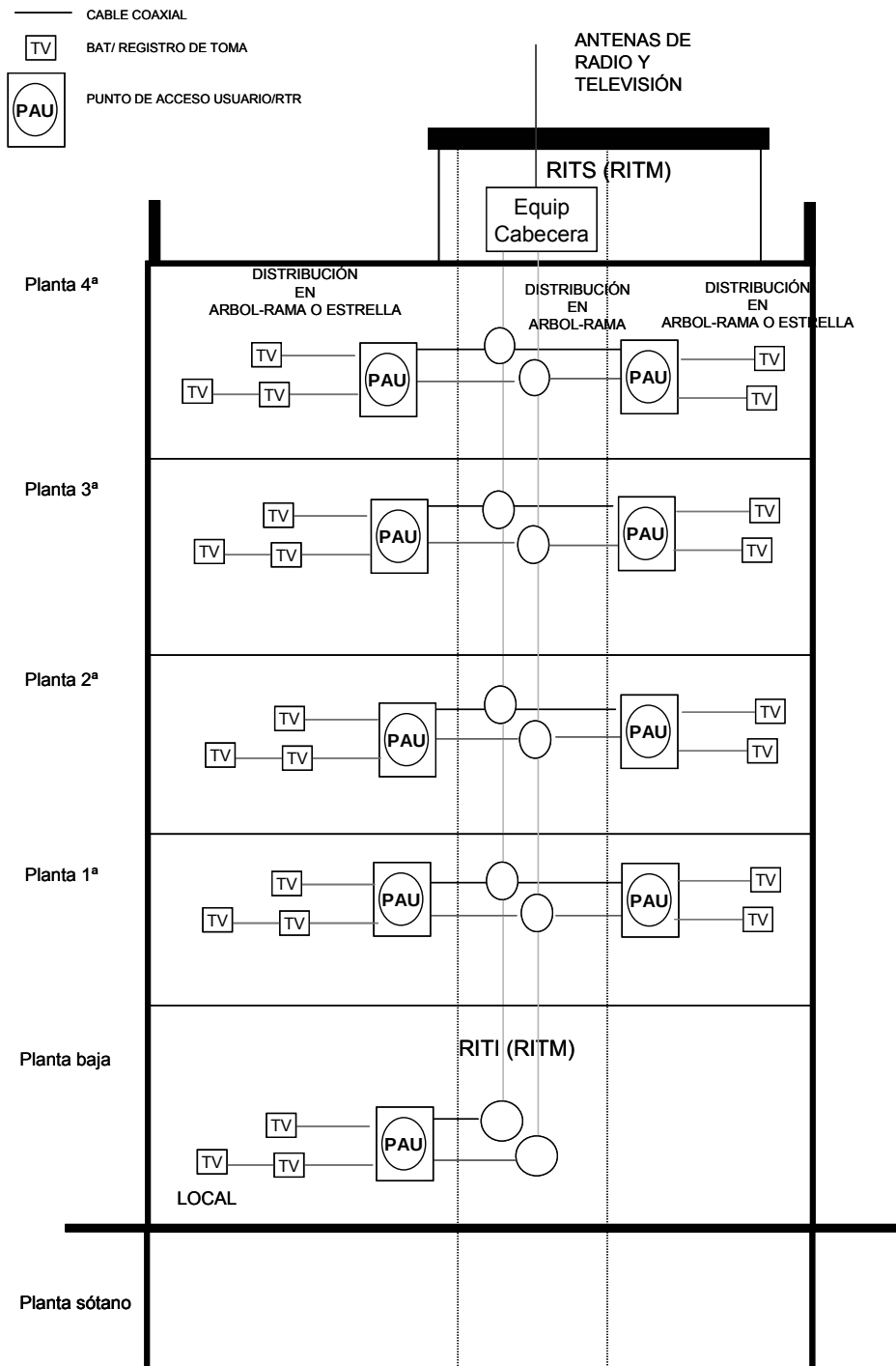


FIGURA 6: Esquema de Radiodifusión sonora y Televisión Terrenal y Satélite (RTV).

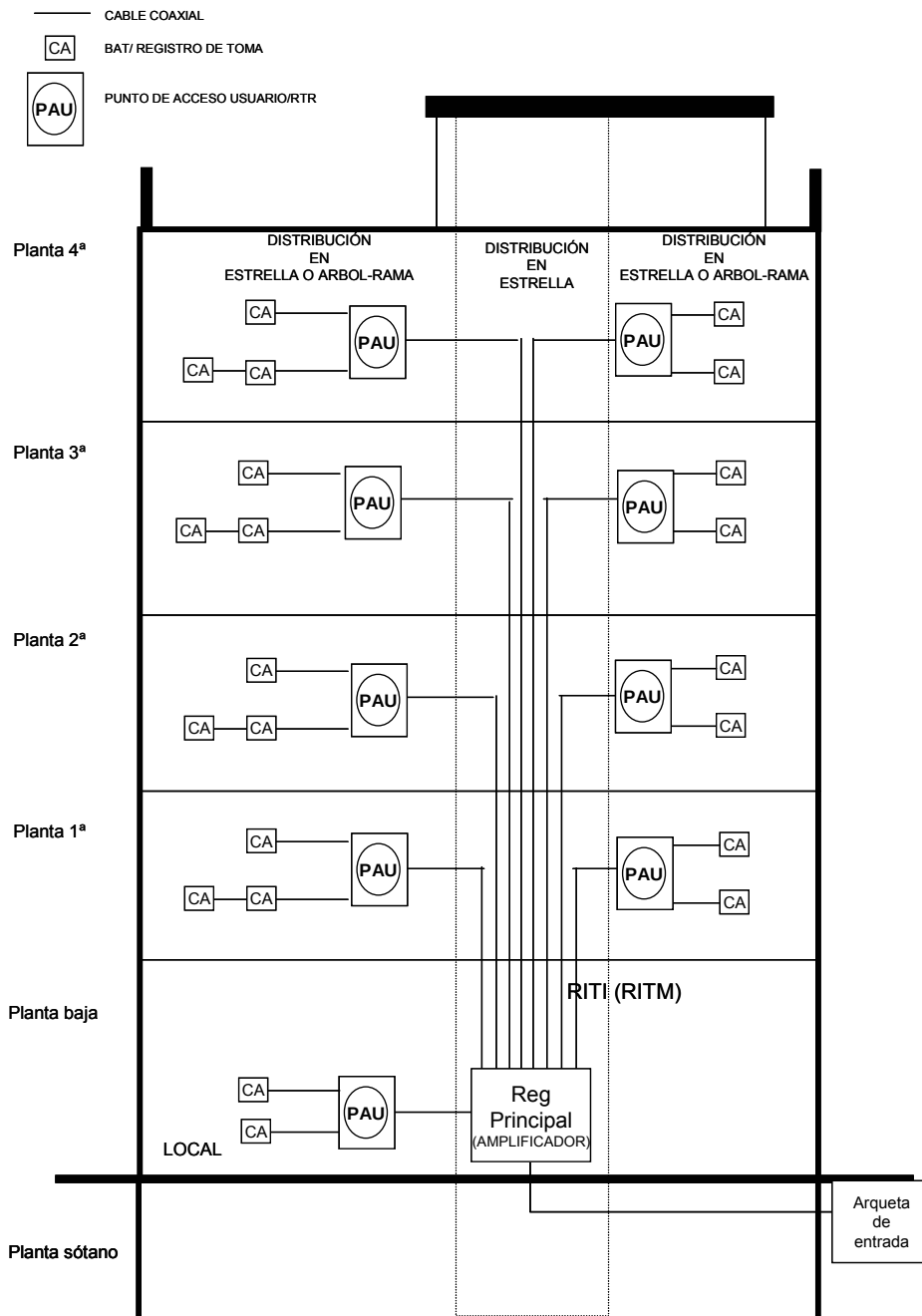


FIGURA 7: Esquema de Telecomunicaciones por Cable (TLCA).

A continuación mostraremos un esquema de la distribución de una Instalación Comunes de Telecomunicaciones (ICT), para un edificio que tiene una distribución en planta con gran longitud y por tanto la ICT debe distribuirse en varias verticales, en esta figura 8, vemos como sigue existiendo un único recinto de instalaciones de telecomunicación interior (RITI), mientras que aparece un nuevo registro que se llamará registro de cambio de dirección que estará en la base de cada una de las

verticales.

CANALIZACION CON VARIAS VERTICALES

EDIFICIO PLURIFAMILIAR

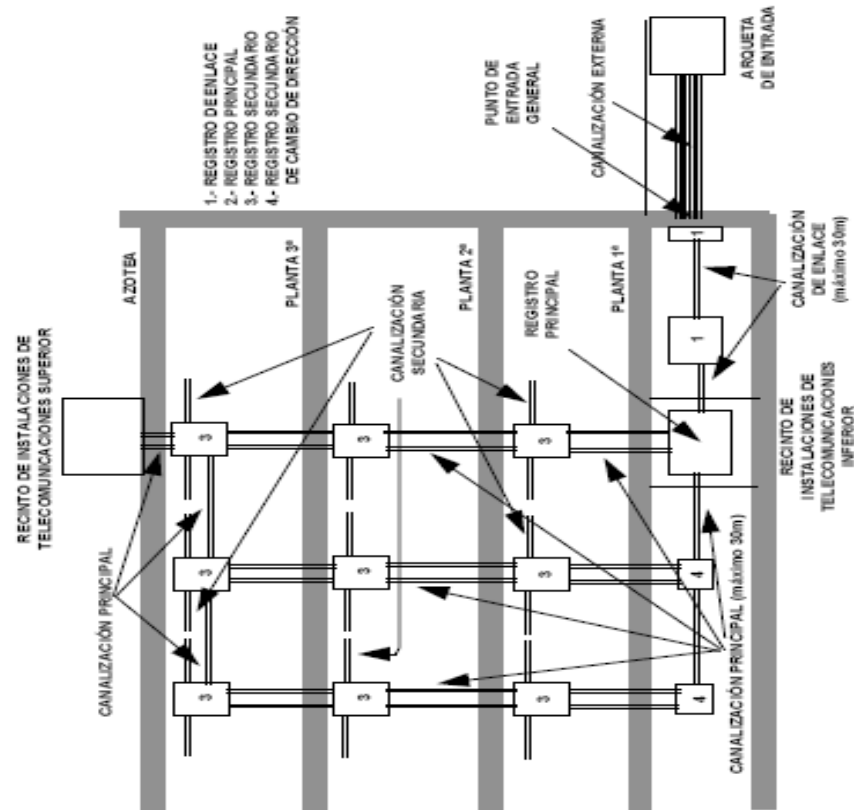
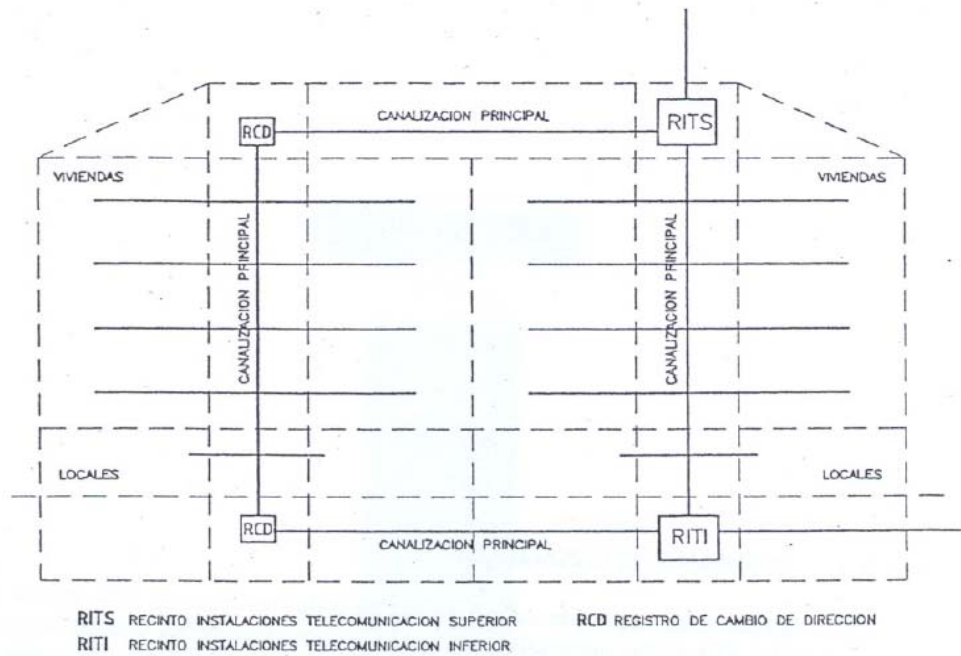


FIGURA 8: Esquema De Canalización Con Varias Verticales^{1,5}.

En la figura 9, podemos ver la distribución de la red urbana para la alimentación de diferentes edificios de viviendas.

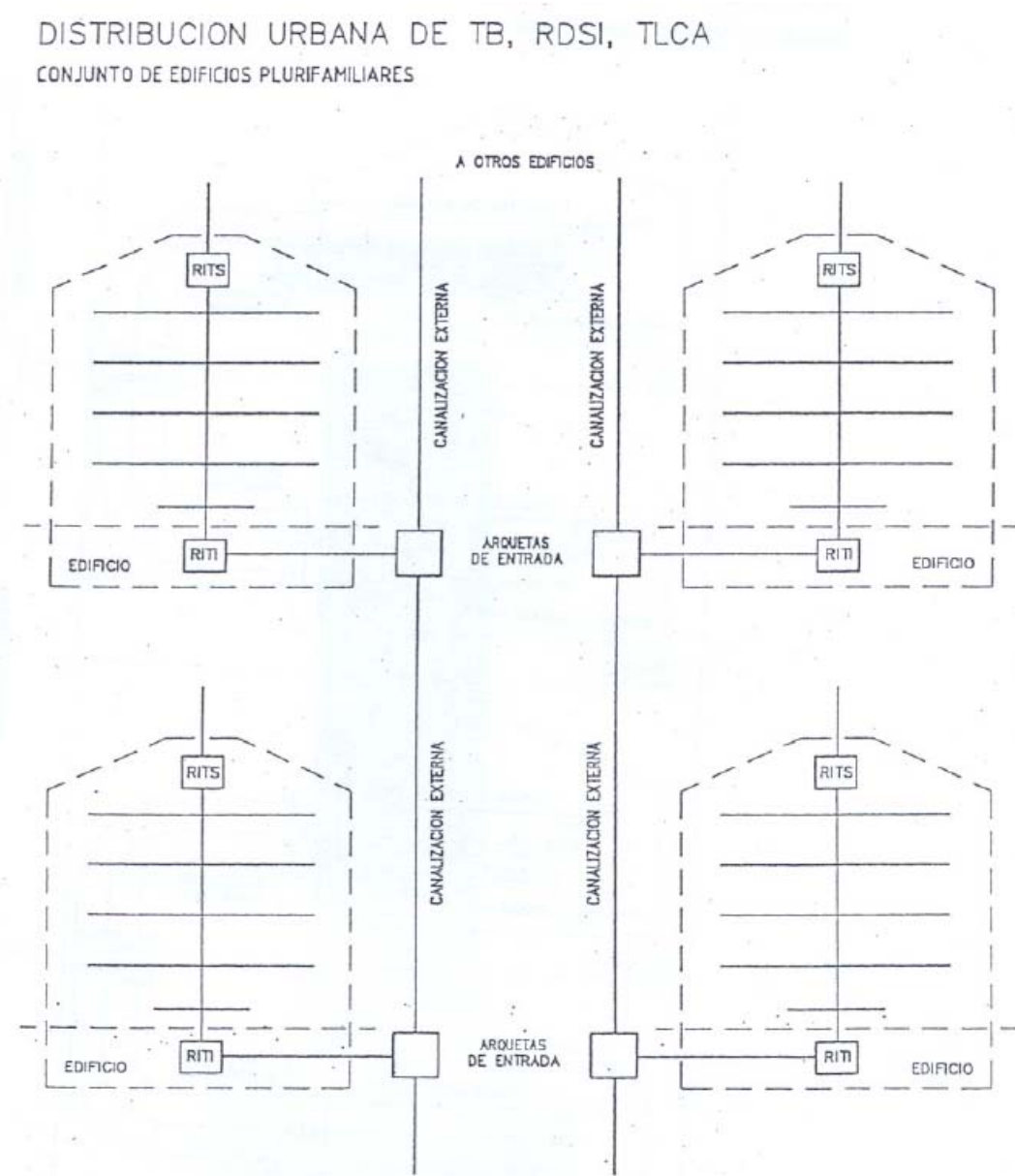


FIGURA 9.⁵

2.3 Instalación Común de Telecomunicaciones (ICT) para conjuntos de viviendas unifamiliares

Para el caso de conjuntos de viviendas unifamiliares, la topología de la ICT responderá a los esquemas reflejados en los diagramas o planos tipo incluidos como figuras 10 y 11. En ellos se observa que, como consecuencia del tipo de construcción,

la red de dispersión y la de distribución se simplifican de manera notable. Los servicios de telecomunicación se introducen a partir de un único recinto común de instalaciones de telecomunicaciones, y son válidos en general los conceptos y descripciones efectuadas para el otro tipo de inmuebles.

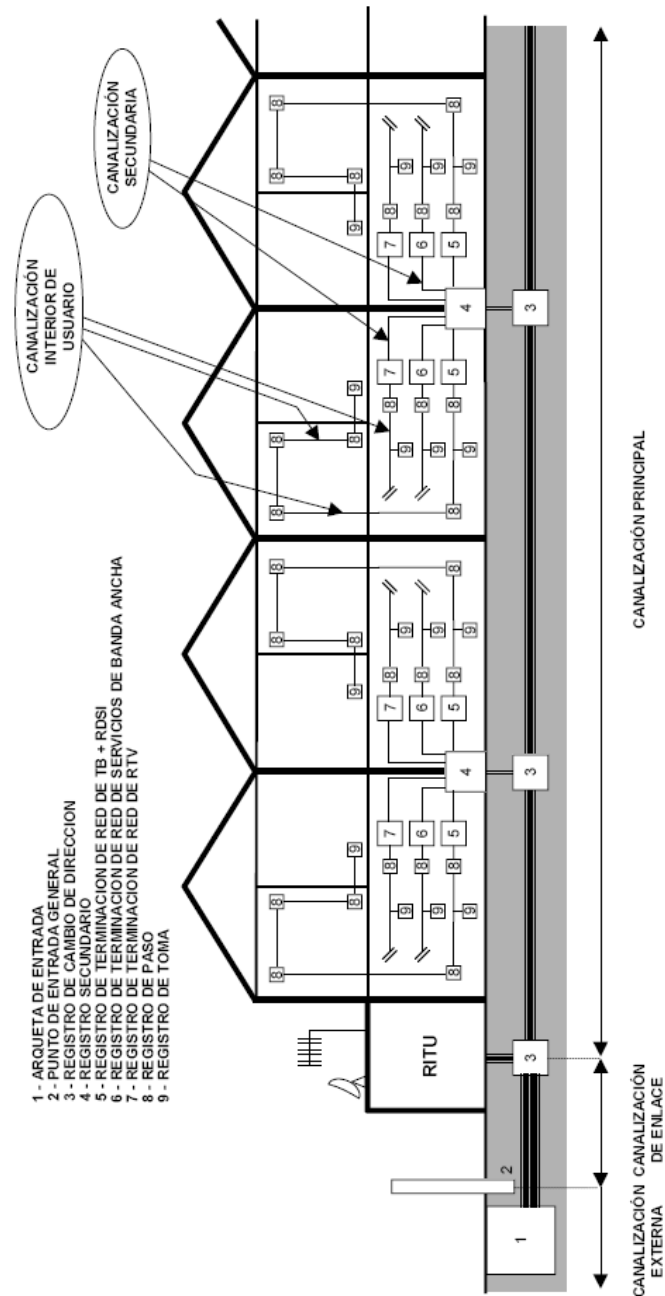


FIGURA 10 (a)¹

CONJUNTO VIVIENDAS UNIFAMILIARES

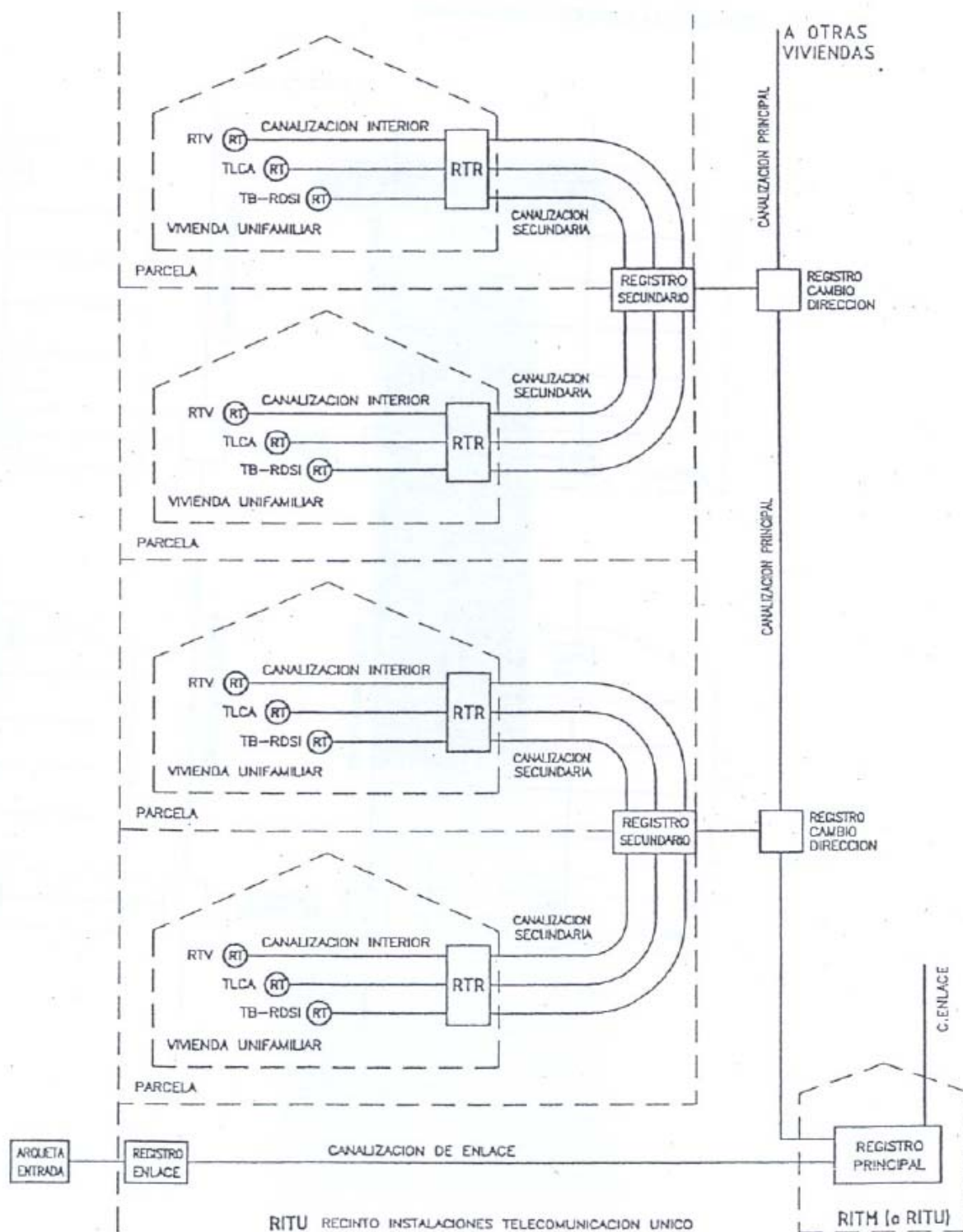
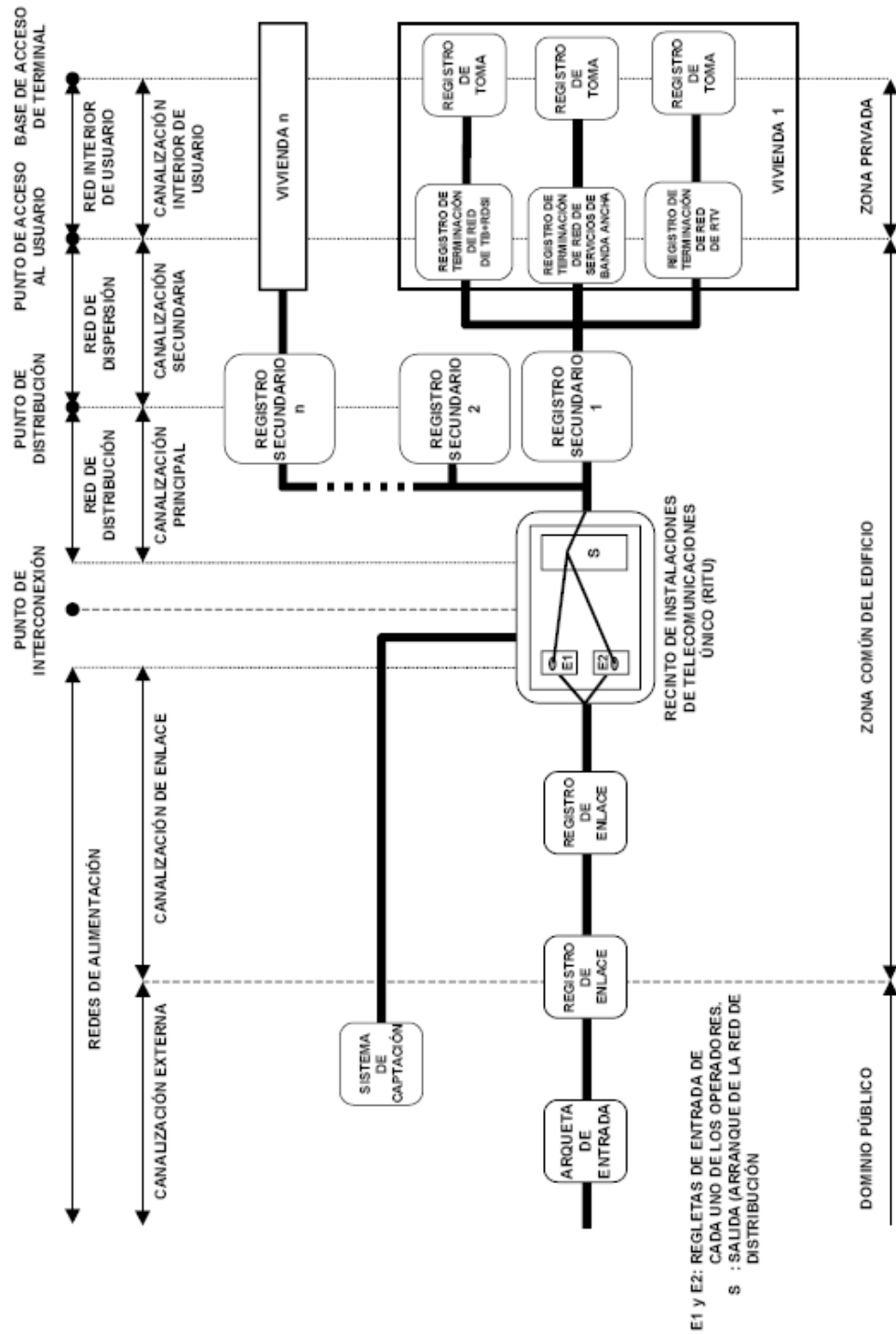


FIGURA 10 (b)⁵

FIGURA 11. Esquema general de ICT para viviendas unifamiliares¹.

2.4 Emplazamiento de las antenas.

Un buen proyecto arquitectónico requiere también una óptima ubicación de su sistema de antenas, tanto para su objetivo primordial que es la buena captación de las señales radio-eléctricas, como el necesario mantenimiento de la instalación sin riesgos personales. Por lo tanto deben conjugarse los dos criterios, de modo que la prominencia de su emplazamiento despejado, debe compatibilizarse con un buen diseño global e integrador en la composición del edificio. El acceso debe preverse siempre a través del núcleo de escaleras correspondiente.

El tamaño y disposición de la posible plataforma dependerá directamente del número y tamaño de las antenas a colocar. En general existirá un único repetidor terrenal de televisión que debe estar en contacto visual con nuestro sistema de captación. Esta condición será determinante para la altura de la antena.

Hasta 6 metros se podría solucionar con mástil metálico, y a partir de esa cifra sería inevitable la torreta. El primero simplemente se encuentra anclado a algún muro de la cubierta, y la segunda sobre una bancada o forjado de cubierta. Ambos casos se complementan con triangulaciones de vientos de acero y tensores para alturas superiores a 3m.

La ubicación de las antenas parabólicas no necesita ninguna altura dominante, lo que hace falta es que esté despejada la dirección entre aquellas y los satélites correspondientes. Tampoco es obligada su instalación inicialmente, pero al menos hay que prever el espacio y los soportes suficientes para que los usuarios puedan colocarlas en un futuro. Las mejores condiciones de recepción actuales consiguen buenas señales con parábolas tipo "off-set" de diámetros relativamente pequeños, entre 60 y 80 cm., lo que simplifica su sujeción, ya que pueden colocarse directamente sobre las propias torres -o mástiles de las terrenales, o directamente sobre un muro.

En general todos los sistemas de captación, sean terrenales o satélite, deben soportar la acción del viento sin deformaciones según la altura de su emplazamiento. Así para conjuntos de antenas hasta 20 m. del suelo la velocidad a aguantar será de 130 km/h, y para emplazamientos a más de 20 m la velocidad debería llegar a 150 km/h. sin correr

peligro su integridad. También hay que tener en cuenta una separación mínima de 5 m. a otros conjuntos de antenas u otros obstáculos, y la prescripción de conectar mástiles y torres con red de tierra del edificio con una sección de conductor mínima de 6 mm.de diámetro. (35 mm².de sección)

3. DIMENSIONADO

Como norma general, las canalizaciones deberán estar, como mínimo, a 100 mm de cualquier encuentro entre dos paramentos.

3.1.- Arqueta de entrada.

En función del número de puntos de acceso a usuario del inmueble, la arqueta de entrada deberá tener las siguientes dimensiones interiores mínimas:

Número de PAU del inmueble	Dimensiones en mm (longitud x anchura x profundidad)
Hasta 20	400 x 400 x 600
De 21 a 100	600 x 600 x 800
Mas de 100	800 x 700 x 820

Todas ellas tendrán la forma indicada en el figura siguiente. Se recomienda consultar su ubicación con los posibles operadores de servicio.

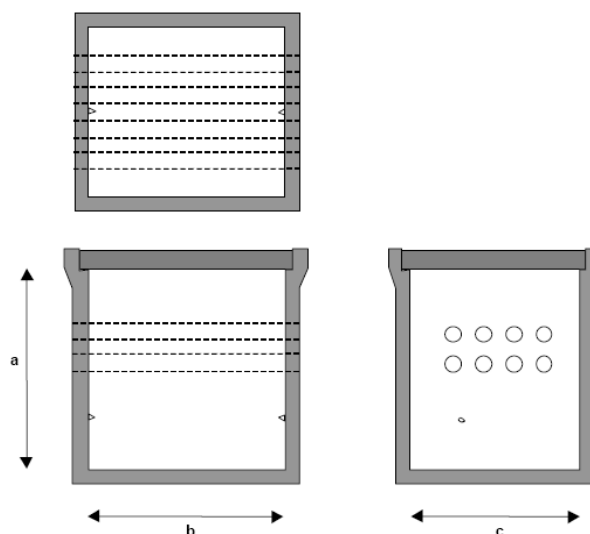


FIGURA 12. Dimensiones mínimas de la arqueta en función del número de PAU del inmueble¹.

En aquellos casos excepcionales en que, por insuficiencia de espacio en acera o prohibición expresa del organismo competente, la instalación de este tipo de arquetas no fuera posible, se habilitará un punto general de entrada formado por:

- a) Registro de acceso en la zona limítrofe de la finca de dimensiones capaces de albergar los servicios equivalentes a la arqueta de entrada; en todo caso, sus dimensiones mínimas serán de 400 x 600 x 300 mm (altura x anchura x profundidad); o
- b) Pasamuros que permita el paso de la canalización externa en su integridad. Dicho pasamuros coincidirá en su parte interna con el registro de enlace, y deberá quedar señalizada su posición en su parte externa.

Será responsabilidad del operador el enlace entre su red de servicio y la arqueta o el punto de entrada general del inmueble.

3.2.- Canalización externa.

La canalización externa que va desde la arqueta de entrada hasta el punto de entrada general al inmueble; estará constituida por conductos de **63 mm** de diámetro Ø, en un número mínimo, según la utilización fijada en la siguiente tabla, en función del número de PAU del inmueble:

Nº de PAU	Nº de conductos	Utilización de los conductos
Hasta 4	3	1 TB+RDSI, 1 TLCA, 1 reserva
De 5 a 20	4	1 TB+RDSI, 1 TLCA, 2 reserva
De 21 a 40	5	2 TB+RDSI, 1 TLCA, 2 reserva
Más de 40	6	3 TB+RDSI, 1 TLCA, 2 reserva

3.3.- Punto de entrada general.

Es el elemento pasamuro que permite la entrada al inmueble de la canalización externa, capaz de albergar los conductos de 63 mm de diámetro exterior que provienen de la arqueta de entrada.

El punto de entrada general terminará por el lado interior del inmueble en un registro de enlace de las dimensiones indicadas en el apartado 3.4.1, para dar continuidad

hacia la canalización de enlace.

3.4.- Canalización de enlace.

3.4.1.- ***Para la entrada inferior:*** esta canalización estará formada bien por tubos, en número igual a los de la canalización externa, bien por canales, que alojarán únicamente redes de telecomunicación. En ambos casos, podrán instalarse empotrados o superficiales, o en canalizaciones subterráneas.

❖ Cuando la canalización sea mediante tubos, el diámetro mínimo de estos será de **40mm** de diámetro Ø, tanto para el tubo de TB+RDSI, el de TLCA y los de reserva :

Se colocarán registros de enlace (armarios o arquetas) en los siguientes casos:

- a) Cada 30 m de longitud en canalización empotrada o 50 m en canalización por superficie.
- b) Cada 50 m de longitud en canalización subterránea.
- c) En el punto de intersección de dos tramos rectos no alineados, a una distancia menor de 60 cm antes de la intersección en un solo tramo de los dos que se encuentren. En este último caso, la curva en la intersección tendrá un radio mínimo de 35 cm y no presentará deformaciones en la parte cóncava del tubo.

Las dimensiones mínimas de estos registros de enlace en este caso, serán **450 x 450 x 120 mm** (altura x anchura x profundidad) para registros en pared. Para arquetas las dimensiones interiores mínimas serán **400 x 400 x 400 mm**.

❖ En los casos en que parte de la canalización de enlace sea subterránea, será prolongación de la canalización externa, eliminándose el registro de enlace asociado al punto de entrada general.

❖ En el caso de canales se dispondrán cuatro espacios independientes, en una o varias canales, y se asignará cada espacio de la siguiente forma:

- Dos para servicios de TB + RDSI.
- Dos para servicios de TLCA.

Para seleccionar la canal o canales a instalar, se tendrá en cuenta que la dimensión interior menor de cada espacio será 1,3 veces el diámetro del cable mayor a instalar en él teniendo, un diámetro mínimo el canal de 18 mm.

En los puntos de encuentro en tramos no alineados se colocarán accesorios de cambio de dirección con un radio mínimo de 35 cm.

❖ En el caso de que discorra por el techo de plantas subterráneas, la canalización de enlace inferior puede constituirse mediante bandejas o canales que partan del registro de enlace que incorpore el punto de entrada general, dimensionadas de acuerdo con los criterios antes indicados para el cálculo de canales.

3.4.2.- **Para la entrada superior:** en esta canalización, los cables irán sin protección entubada entre los elementos de captación (antenas) y el punto de entrada al inmueble (pasamuro). A partir de aquí la canalización de enlace estará formada por tubos o canales, empotrados o superficiales, cuyo número y dimensiones en mm serán los siguientes:

- a) Tubos: 4 Ø 40 mm.
- b) Canal de 6000 mm² con 4 compartimentos

Las fijaciones superficiales de los tubos serán las mismas del apartado anterior 3.4.1.

Los **registros de enlace** se colocarán en los mismos casos que en el apartado anterior y sus dimensiones mínimas serán **360 x 360 x 120 mm** (altura x anchura x profundidad).

3.5.- Recintos de instalaciones de telecomunicaciones.

Los recintos dispondrán de espacios delimitados en planta para cada tipo de servicio de telecomunicación. Estarán equipados con un sistema de escalerillas o canales horizontales para el tendido de los cables oportunos. La escalerilla o canal se dispondrá en todo el perímetro interior a 300 mm del techo. Las características citadas no serán de aplicación a los recintos de tipo modular (RITM).

En cualquier caso tendrán una puerta de acceso metálica, con apertura hacia el exterior y dispondrán de cerradura con llave común para los distintos usuarios autorizados. El acceso a estos recintos estará controlado y la llave estará en poder del presidente de la comunidad de propietarios o del propietario del inmueble, o de la persona o personas en quien deleguen, que facilitarán el acceso a los distintos operadores para efectuar los trabajos de instalación y mantenimiento necesarios.

3.5.1.- **Dimensiones:** los recintos de instalaciones de telecomunicaciones tendrán las dimensiones mínimas siguientes, y deberá ser accesible toda su anchura:

Nº de PAU	Altura (mm)	Anchura (mm)	Profundidad (mm)
Hasta 20	2000	1000	500
De 21 a 30	2000	1500	500
De 31 a 45	2000	2000	500
Más de 45	2300	2000	2000

En el caso de RITU las medidas mínimas, serán de:

Nº de PAU (nota 1)	Altura (mm)	Anchura (mm)	Profundidad (mm)
Hasta 10	2000	1000	500

Nº de PAU (nota 1)	Altura (mm)	Anchura (mm)	Profundidad (mm)
Mas de 10	2300	2000	2000

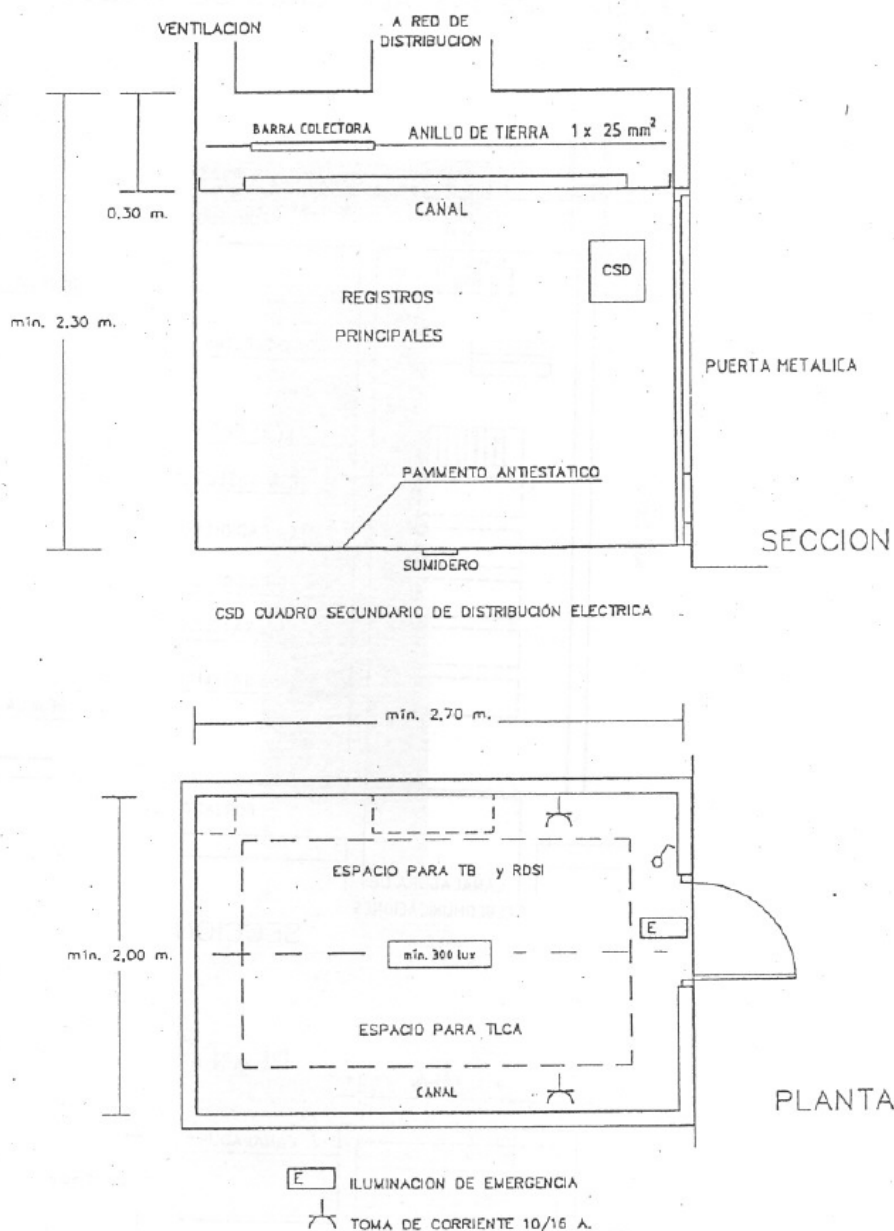


FIGURA 13. Recinto de Instalaciones Interiores de Telecomunicaciones Inferior(RITI) a partir de 45 viviendas⁵.

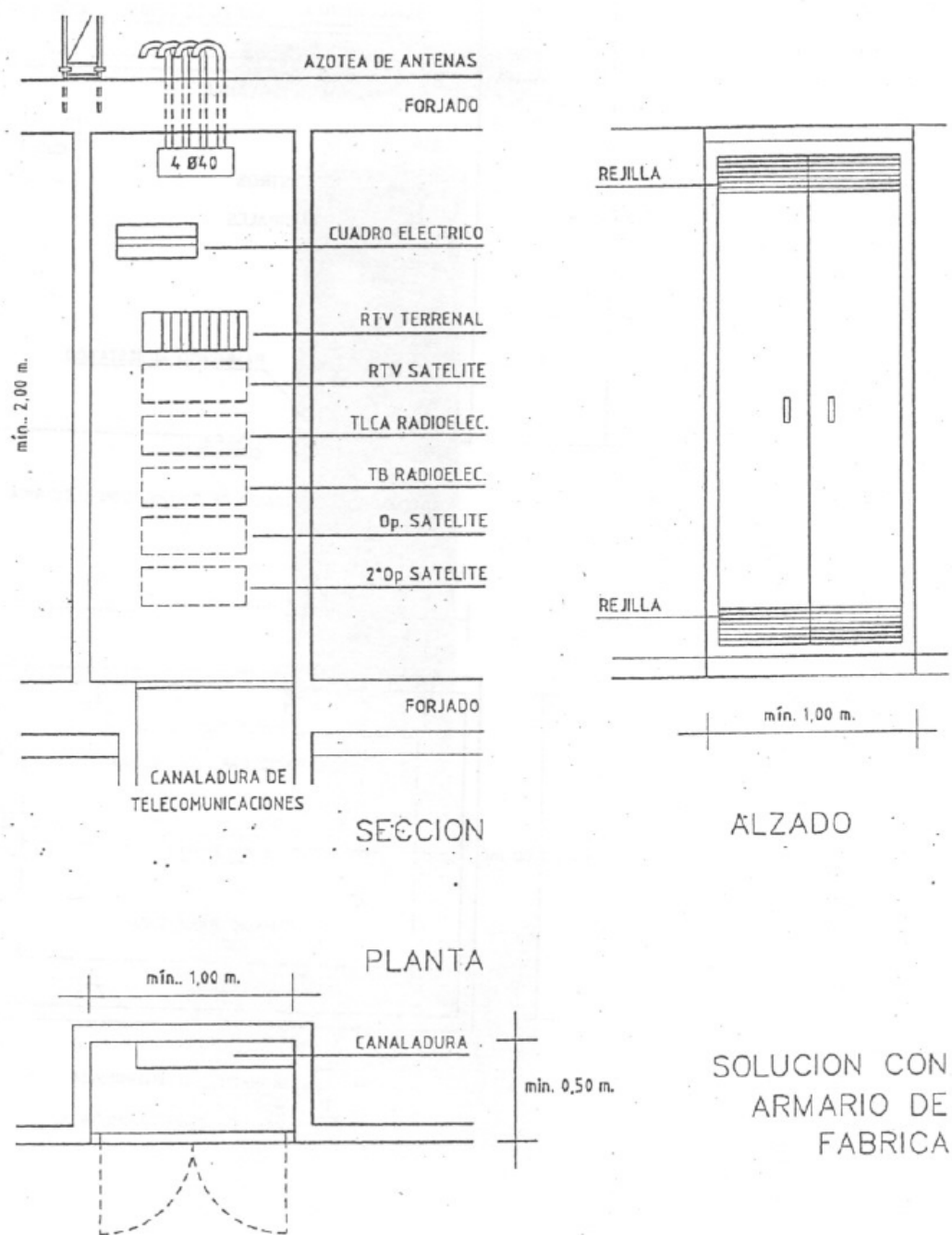


FIGURA 14: Recinto Interior de Telecomunicaciones Modular (RITM), hasta 10 viviendas⁵.

3.5.2.- **Características constructivas:** los recintos de instalaciones de telecomunicación, excepto los RITM, deberán tener las siguientes características constructivas mínimas:

- a) Solado: pavimento rígido que disipe cargas electrostáticas.
- b) Paredes y techo con capacidad portante suficiente
- c) Se realizará un sistema de toma de tierra.
- d) Dispondrán de un cuadro eléctrico (en este caso si lo tendrán los RITM)

3.5.3.- **Ubicación del recinto:** los recintos estarán situados en zona comunitaria. El RITI (o el RITU, en los casos que proceda) estará a ser posible sobre la rasante; de estar a nivel inferior, se le dotará de sumidero con desagüe que impida la acumulación de aguas. El RITS estará preferentemente en la cubierta o azotea y nunca por debajo de la última planta del inmueble. En los casos en que pudiera haber un centro de transformación de energía próximo, caseta de maquinaria de ascensores o maquinaria de aire acondicionado, los recintos de instalaciones de telecomunicaciones se distanciarán de éstos un mínimo de 2 metros, o bien se les dotará de una protección contra campo electromagnético. Se evitará, en la medida de lo posible, que los recintos se encuentren en la proyección vertical de canalizaciones o desagües y, en todo caso, se garantizará su protección frente a la humedad.

3.6.- Registros principales.

Los registros principales se encuentran en el interior de los recintos interiores de telecomunicaciones. El registro principal para TB + RDSI debe tener las dimensiones suficientes para alojar las regletas del punto de interconexión, así como las guías y soportes necesarios para el encaminamiento de cables y puentes, teniendo en cuenta que el número de pares de las regletas de salida será igual a la suma total de los pares de la red de distribución y que el de las regletas de entrada será 1,5 veces el de salida, salvo en el caso de edificios o conjuntos inmobiliarios con un número de PAU igual o menor que 10, en los que será, como mínimo, dos veces el número de pares de las regletas de salida. En cuanto a los registros principales para TLCA, y SAFI, tendrán las dimensiones necesarias para albergar los elementos derivadores y distribuidores que proporcionan señal a los distintos usuarios.

Los registros principales de los distintos operadores estarán dotados con los mecanismos adecuados de seguridad que eviten manipulaciones no autorizadas de los mismos.

3.7.- Canalización principal.

En el caso de inmuebles de viviendas, la canalización principal deberá ser rectilínea, fundamentalmente vertical y de una capacidad suficiente para alojar todos los cables necesarios para los servicios de telecomunicación del inmueble. Cuando el número de usuarios (viviendas, oficinas o locales comerciales) por planta sea superior a 8, se dispondrá más de una distribución vertical, y atenderá cada una de ellas a un número máximo de 8 usuarios por planta. En inmuebles con distribución en varias verticales, cada vertical tendrá su canalización principal independiente, y partirán todas ellas del registro principal único tal y como se ha indicado anteriormente. Para una edificación o conjunto de edificios, con canalización principal compuesta de varias verticales, se garantizará la continuidad de los servicios a todo el inmueble o conjunto, desde la vertical que une directamente el RITI y el RITS.

En general, las canalizaciones principales deberán unir los recintos superior e inferior. No obstante, en el caso de varias escaleras o bloques de viviendas en las que se instale una ICT común para todas ellas y con características constructivas que supongan distintas alturas de las escaleras o bloques de viviendas, cubiertas inclinadas de teja, existencia de viviendas dúplex en áticos, azoteas privadas y, en general, condicionantes que imposibiliten el acceso y la instalación de la canalización principal de unión de los recintos, las canalizaciones principales que correspondan a escaleras donde no esté ubicado el RITS, finalizarán en el registro secundario de la última planta.

Podrán estar enterradas, empotradas o ir superficiales y materializarse mediante tubos, galería vertical o canales, alojándose, en estos dos últimos casos, en ellas exclusivamente redes de telecomunicación. La canalización discurrirá próxima al hueco de ascensores o escalera.

En el caso de viviendas unifamiliares, la canalización deberá ser lo mas rectilínea posible y con capacidad suficiente para alojar todos los cables necesarios para los servicios de telecomunicación, que incluirá la ICT. Cada canalización principal atenderá a un número de viviendas similar al del caso anterior. Podrán estar enterradas, empotradas o ir superficiales y materializarse mediante tubos, canales o galerías, alojándose, en estos dos últimos casos, en ellas exclusivamente redes de telecomunicación, y discurrirán, siempre que sea razonable, por la zona común y en cualquier caso por zonas accesibles.

3.7.1.- **Canalización con tubos:** su dimensionamiento irá en función del número de viviendas, oficinas o locales comerciales del inmueble (PAU). El número de canalizaciones dependerá de la configuración de la estructura propia de la edificación. Se realizará mediante tubos de **50 mm** de diámetro y de pared interior lisa. El número de cables por tubo será tal que la suma de las superficies de las secciones transversales de todos ellos no superará el 40% de la superficie de la sección transversal útil del tubo.

Su dimensionamiento mínimo será como sigue:

Nº de PAU	Nº de tubos	Utilización
Hasta 12	5	1 tubo RTV. 1 tubo TB + RDSI. 2 tubos TLCA y SAFI. 1 tubo de reserva.
De 13 a 20	6	1 tubo RTV. 1 tubo TB + RDSI. 2 tubos TLCA y SAFI. 2 tubos de reserva.
De 21 a 30	7	1 tubo RTV. 1 tubo TB + RDSI. 3 tubos TLCA y SAFI. 2 tubos de reserva.

Nº de PAU	Nº de tubos	Utilización
Más de 30	Cálculo específico* en el proyecto de ICT	*Cálculo específico: se realizará en varias verticales, o bien se proyectará en función de las características constructivas del edificio y en coordinación con el proyecto arquitectónico de la obra, garantizando en todo momento la capacidad mínima de: 1 tubo de RTV. 2 tubos de TB + RDSI. 1 tubo de TLCA y SAFI por cada 10 PAU (nota 1) o fracción, con un mínimo de 4. 1 tubo de reserva por cada 15 PAU (nota 1) o fracción, con un mínimo de 3.

Los tramos horizontales de la canalización principal que unen distintas verticales se dimensionarán con la capacidad suficiente para alojar los cables necesarios para los servicios que se distribuyan en función del número de PAU a conectar.

3.7.2.- **Canalización con canales o galerías:** su dimensionamiento irá en función del número de viviendas, oficinas o locales comerciales del inmueble (PAU) con un compartimento independiente para cada servicio. El número de canalizaciones dependerá de la configuración de la estructura de la edificación.

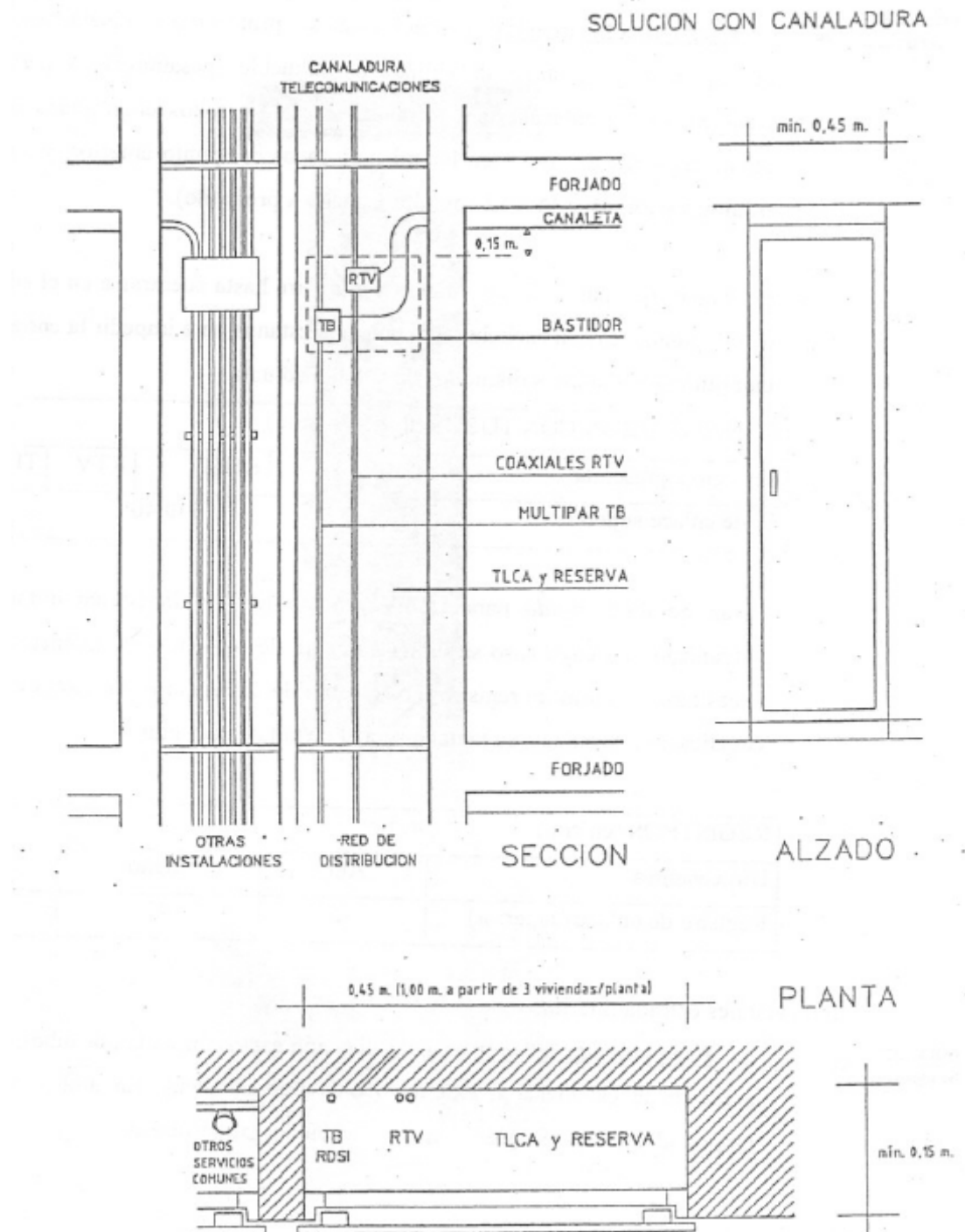


FIGURA 16. Canalización principal mediante canaladura⁵.

3.8.- Registros secundarios.

Los registros secundarios se ubicarán en zona comunitaria y de fácil acceso, y deberán estar dotados con el correspondiente sistema de cierre y, en los casos en los

que en su interior se aloje algún elemento de conexión, dispondrá de llave que deberá estar en posesión de la propiedad del inmueble.

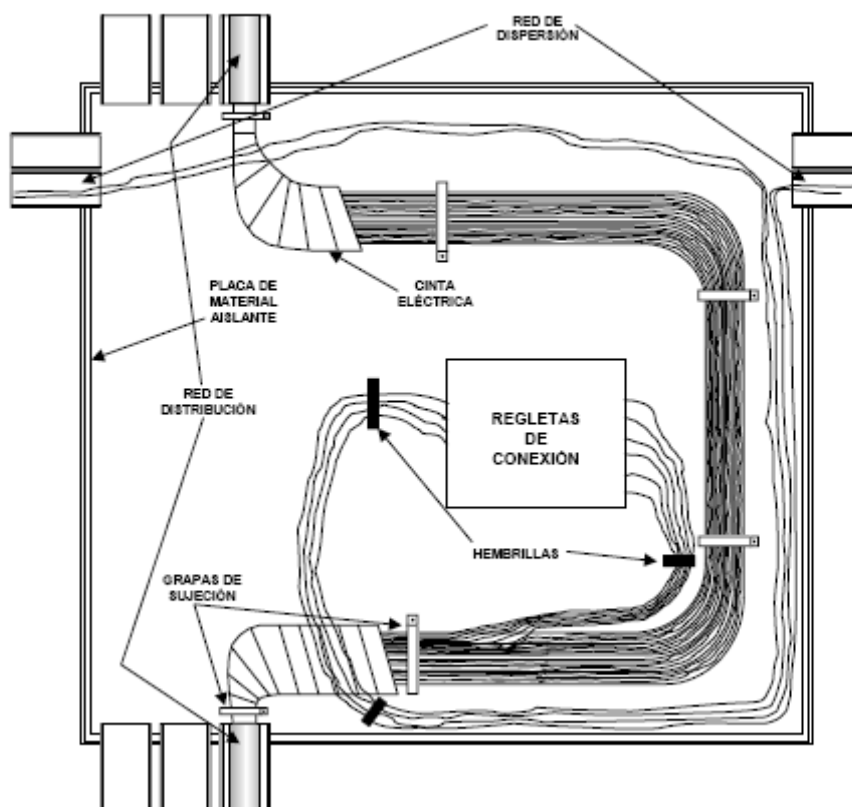


FIGURA 17. Punto de interconexión de TB+RDSI, en el interior de un registro secundario¹.

Se colocará un registro secundario en los siguientes casos:

- a)** En los puntos de encuentro entre una canalización principal y una secundaria en el caso de inmuebles de viviendas, y en los puntos de segregación hacia las viviendas, en el caso de viviendas unifamiliares. Deberán disponer de espacios delimitados para cada uno de los servicios. Alojarn, al menos, los derivadores de la red de RTV, así como las regletas que constituyen el punto de distribución de TB + RDSI y el paso de cables TLCA y SAFI.
- b)** En cada cambio de dirección o bifurcación de la canalización principal.

- c) En cada tramo de 30 m de canalización principal.
- d) En los casos de cambio en el tipo de conducción.

Las dimensiones mínimas serán:

- 1º) **450 x 450 x 150 mm** (altura x anchura x profundidad)
 - En inmuebles de pisos con un número de PAU por planta igual o menor que tres, y hasta un total de 20 en la edificación.
 - En inmuebles de pisos con un número de PAU por planta igual o menor que cuatro, y un número de plantas igual o menor que cinco.
 - En inmuebles de pisos, en los casos b) y c).
 - En viviendas unifamiliares.
- 2º) **500 x 700 x 150 mm** (altura x anchura x profundidad)
 - En inmuebles de pisos con un número de PAU comprendido entre 21 y 30.
 - En inmuebles de pisos con un número de PAU menor o igual a 20 en los que se superen las limitaciones establecidas en el apartado anterior en cuanto a número de viviendas por planta o número de plantas.
- 3º) **550 x 1000 x 150 mm** (altura x anchura x profundidad)
 - En inmuebles de pisos con número de PAU mayor de 30.
- 4º) **Arquetas de 400 x 400 x 400 mm** (altura x anchura x profundidad)
 - En el caso b), cuando la canalización sea subterránea.

Si en algún registro secundario fuera preciso instalar algún amplificador o igualador, se utilizarán registros complementarios como los de los casos b) ó c), sólo para estos usos.

Los cambios de dirección con canales se harán mediante los accesorios adecuados garantizando el radio de curvatura necesario de los cables.

En los casos en que se utilicen un RITI situado en la planta baja, o un RITS

situado en la última planta de viviendas, podrá habilitarse una parte de éste en la que se realicen las funciones de registro secundario de planta desde donde saldrá la red de dispersión de los distintos servicios hacia las viviendas y locales situados en dichas plantas.

3.9.- Canalizaciones secundarias.

Del registro secundario podrán salir varias canalizaciones secundarias que deberán ser de capacidad suficiente para alojar todos los cables para los servicios de telecomunicación de las viviendas a las que sirvan. Esta canalización puede materializarse mediante tubos o canales.

- ❖ Si es mediante tubos, en sus tramos comunitarios será como mínimo de 4 tubos, que se destinarán a lo siguiente:
 - Uno para servicios de TB + RDSI.
 - Uno para servicios de TLCA y SAFI
 - Uno para servicios de RTV.
 - Uno de reserva.

Su número para cada servicio y sus dimensiones mínimas se determinarán por separado de acuerdo con la siguiente tabla:

Diámetro exterior del tubo (mm)	Número de cables de acometida interior para TB + RDSI		Número de cables de acometida exterior para TB + RDSI	Número de acometidas de usuario para TLCA y SAFI	Número de acometidas de usuario para RTV
	De 1 par	De 2 pares			
25	1 - 5	1 - 5	2	2	2
32	6-12	6-11	4	6	6
40	13-18	12-16	6	8	8

Por tanto el diámetro mínimo será de **Ø25mm**.

- ❖ Si la canalización es mediante canales, en los tramos comunitarios tendrá 4 espacios independientes con la asignación antedicha y dimensionados según las reglas establecidas en el apartado 3.4.1 .

Para la distribución o acceso a las viviendas en inmuebles de pisos, se colocará en la derivación un registro de paso tipo A (está indicado en el siguiente apartado) del que saldrán a la vivienda **3 tubos de 25 mm** de diámetro exterior, con la siguiente utilización:

- a) Uno para servicios de TB+RDSI.
- b) Uno para servicios de TLCA y SAFI.
- c) Uno para servicios RTV.

Para el caso de inmuebles con un número de viviendas por planta inferior a seis o en el caso de viviendas unifamiliares, se podrá prescindir del registro de paso citado, por lo que las canalizaciones secundarias unirán directamente los registros secundario y de terminación de red mediante **3 tubos de 25 mm** de diámetro, o canales equivalentes con tres espacios delimitados, cuya utilización será la indicada en el párrafo anterior. Esta simplificación podrá ser efectuada siempre que la distancia entre dichos registros no supere los 15 metros; en caso contrario habrán de instalarse registros de paso que faciliten las tareas de instalación y mantenimiento.

3.10.- Registros de paso.

Los registros de paso son cajas con entradas laterales preiniciadas e iguales en sus cuatro paredes, a las que se podrán acoplar conos ajustables multidímetro para entrada de conductos. Se definen tres tipos de las siguientes dimensiones mínimas, número de entradas mínimas de cada lateral y diámetro de las entradas:

	Dimensiones (mm) (altura x anchura x profundidad)	Nº de entradas en cada lateral	Diámetro máximo del tubo (mm)
Tipo A	360 x 360 x 120	6	40

	Dimensiones (mm) (altura x anchura x profundidad)	Nº de entradas en cada lateral	Diámetro máximo del tubo (mm)
Tipo B	100 x 100 x 40	3	25
Tipo C	100 x 160 x 40	3	25

Además de los casos indicados en el apartado anterior, se colocará como mínimo un registro de paso cada 15 m de longitud de las canalizaciones secundarias y de interior de usuario y en los cambios de dirección de radio inferior a 120 mm para viviendas ó 250 mm para oficinas. Estos registros de paso serán del tipo A para canalizaciones secundarias en tramos comunitarios, del tipo B para canalizaciones secundarias en los tramos de acceso a las viviendas y para canalizaciones interiores de usuario de TB + RDSI, y del tipo C para las canalizaciones interiores de usuario de TLCA, RTV y SAFI.

3.11.- Registros de terminación de red.

Estarán en el interior de la vivienda, local u oficina y empotrados en la pared y en montaje superficial cuando sea mediante canal; dispondrán de las entradas necesarias para la canalización secundaria y las de interior de usuario que accedan a ellos. De manera opcional, podrán ser integrados en un único cuadro. Estos registros, cuando sean independientes para cada servicio, deberán tener tapa y unas dimensiones mínimas (altura x anchura x profundidad), en mm, de:

- a) El de **TB + RDSI**: **100 x 170 x 40**.
- b) El de **RTV** será una caja o registro de **200 x 300 x 60**.
- c) El de **TLCA y SAFI** será una caja o registro de **200 x 300 x 40**.

Cuando dos servicios de los anteriormente descritos se integren en un único registro, las medidas mínimas serán de **300 x 400 x 60 mm**, provisto de tapa. Cuando los tres servicios anteriormente descritos se integren en un único registro, las medidas mínimas serán de **300 x 500 x 60 mm**, provisto de tapa.

Estos registros se instalarán a más de 200 mm y menos de 2300 mm del suelo.

Los registros para RDSI, TLCA y RTV y SAFI dispondrán de toma de corriente o base de enchufe.

3.12.- Canalización interior de usuario.

Estará realizada con tubos o canales y utilizará configuración en estrella, generalmente con tramos horizontales y verticales. En el caso de que se realice mediante tubos, éstos serán de material plástico, corrugados o lisos, que irán empotrados por el interior de la vivienda, y unirán los registros de terminación de red con los distintos registros de toma, mediante al menos tres conductos de 20 mm de diámetro mínimo.

- o Para el caso de TB + RDSI acceso básico, se deberá tener en cuenta que se instalarán, como máximo, seis cables por cada conducto de **20 mm**, y se colocarán conductos adicionales en la medida necesaria. De Forma general tendremos.

Canalización con tubos (Ø en mm)				
Servicio a prestar	TB	RDSI	RTV	TLCA
Canalización interior	1Ø20	1Ø20	1Ø20	1Ø20

- o En el caso de que se realice mediante canales, éstas serán de material plástico, en montaje superficial o enrasado, uniendo los registros de terminación de red con los distintos registros de toma. Dispondrán, como mínimo, de 3 espacios independientes que alojarán únicamente servicios de telecomunicación, uno para TB+RDSI, otro para TLCA+SAFI y otro para RTV.

3.13.- Registros de toma.

Irán empotrados en la pared. Estas cajas o registros deberán disponer para la

fijación del elemento de conexión (BAT o toma de usuario) de, al menos, dos orificios para tornillos separados entre sí un mínimo de 60 mm, y tendrán, como mínimo, 42 mm de fondo y 64 mm en cada lado exterior.

En viviendas, habrá tres registros de toma diferentes: uno para TB + RDSI acceso básico; uno para TLCA (y SAFI); y uno para RTV, por cada dos estancias o fracción que no sean baños ni trasteros, con un mínimo de dos registros para cada servicio. Los de TLCA, SAFI y RTV de cada estancia estarán próximos.

En aquellas estancias, excluidos baños y trasteros, en las que no se instale BAT o toma, existirá un registro de toma, no específicamente asignado a un servicio concreto, pero que podrá ser configurado posteriormente por el usuario para disfrutar de aquel que considere más adecuado a sus necesidades.

En locales u oficinas, habrá un mínimo de tres registros de toma empotrados o superficiales, uno para cada servicio, y se fijará el número de registros definitivo en el proyecto de ICT, en función de la superficie o de la distribución por estancias.

Los registros de toma tendrán en sus inmediaciones (máximo 500 mm) una toma de corriente alterna, o base de enchufe.

BAT de exigencias mínimas			
Servicio:	TB+RDSI	RTV	TLCA (SAFI)
Vivienda:			
Toma cada 2 estancias	1	1	1
Nº de tomas mínimas/vivienda	2	2	2
Locales:	3	1	1
Oficinas:	3	1	1

En la figura 18 podemos ver una distribución en vivienda de la canalización secundaria y de la red interior de un vivienda.

4. REQUISITOS DE SEGURIDAD ENTRE INSTALACIONES

Como norma general, se procurará la máxima independencia entre las instalaciones de telecomunicación y las del resto de servicios.

La separación entre una canalización de telecomunicación y la de otros servicios, será como mínimo de 10 cm para trazados paralelos y de 3 cm para cruces.

En este último caso se procurará pasar la canalización de telecomunicaciones por encima de las del otro tipo.

Y si las canalizaciones secundarias se realizan con canaletas para la distribución conjunta con otros servicios que no sean de telecomunicación, cada uno de ellos se alojará en compartimentos diferentes.

5. DOTACIÓN EN VIVIENDA.

En las figuras siguientes se pueden ver ejemplos de dotación en el interior de la vivienda, y en el caso de la figura 18, de la canalización secundaria y la red interior.

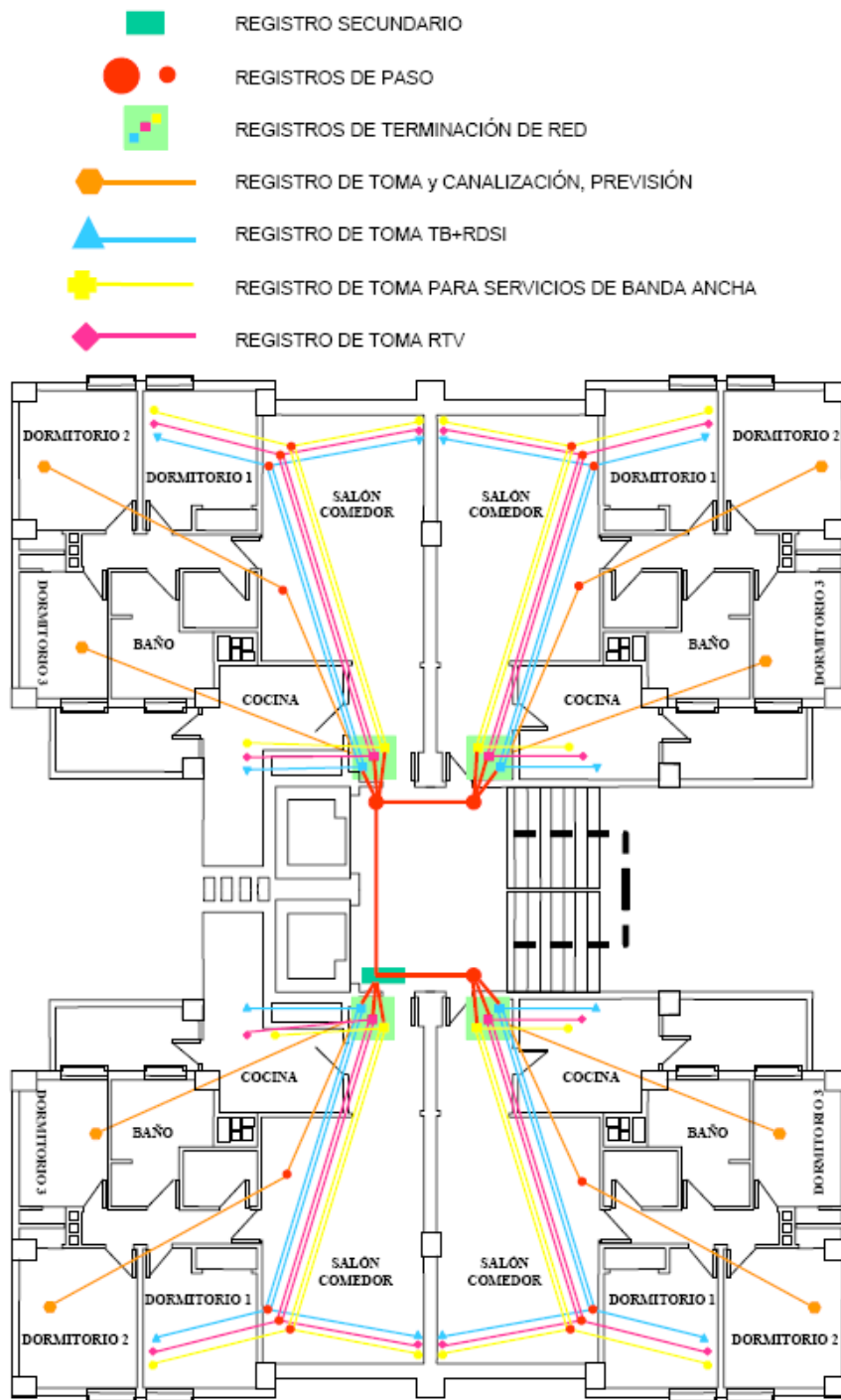


FIGURA 18. Canalización secundaria y red interior de usuario¹.

PLANTA DE TELECOMUNICACIONES (TB, RDSI, RTV, TLCA)

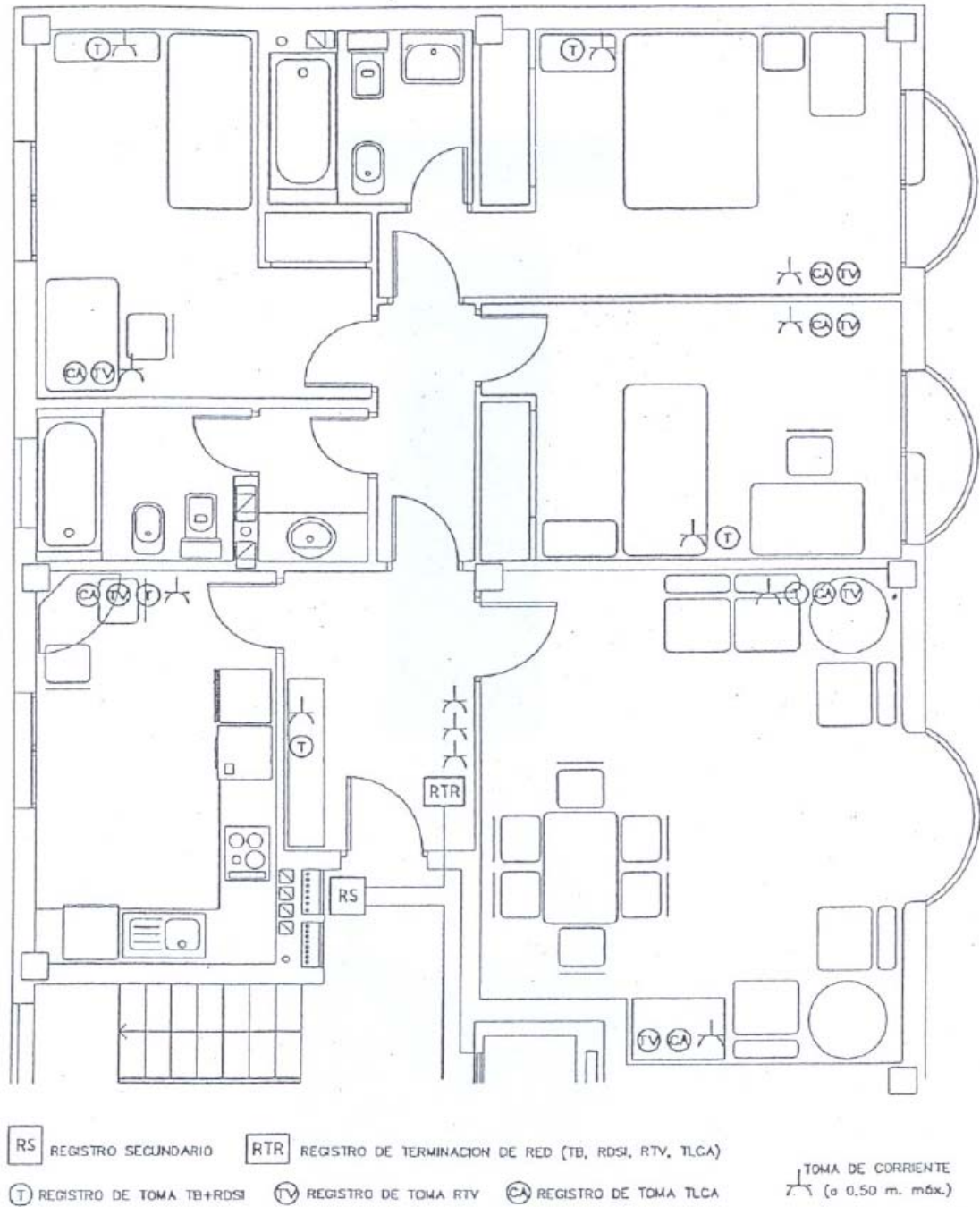


FIGURA 19⁵.

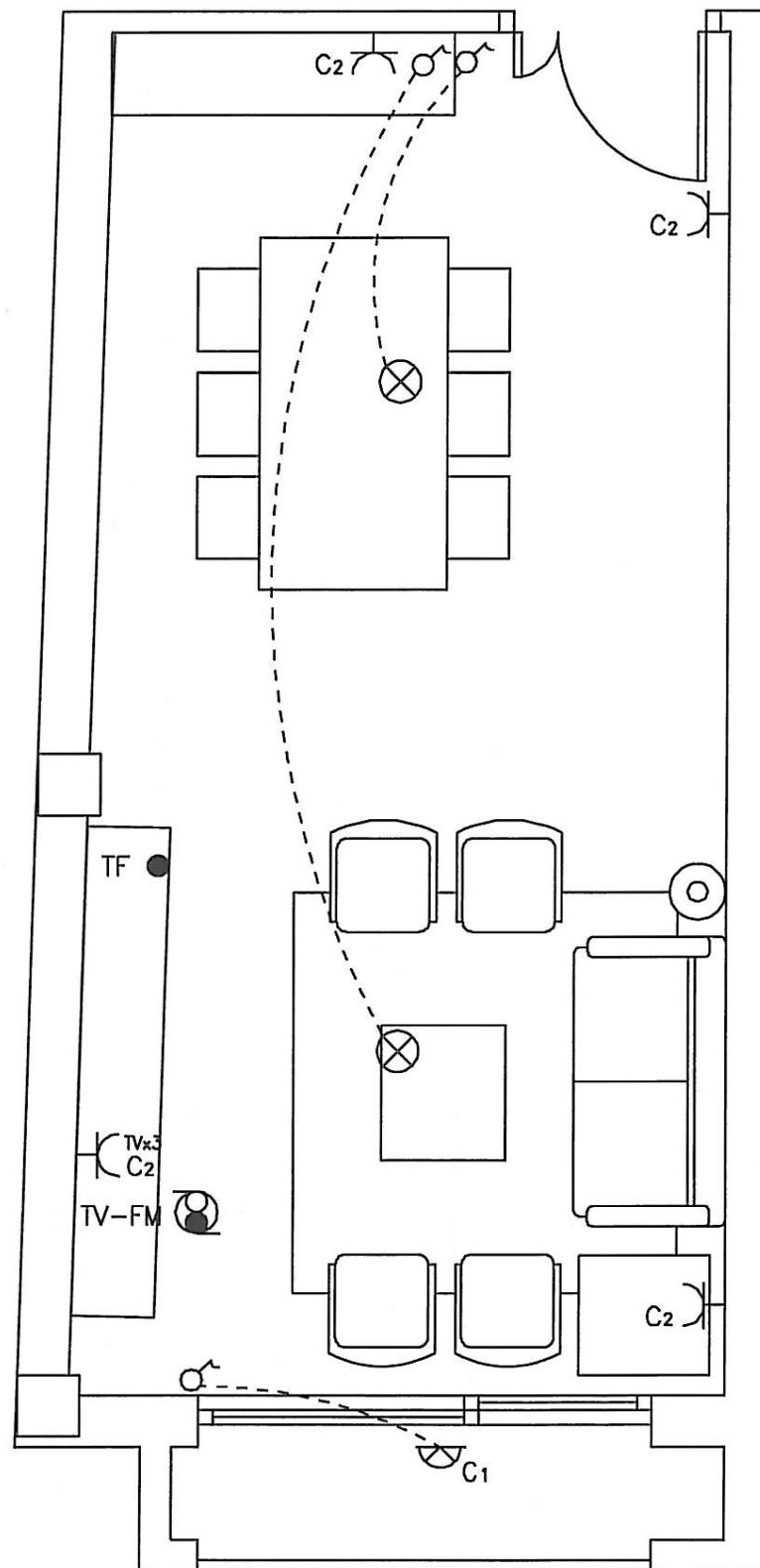


FIGURA 20. Dotación en salón⁴



Bibliografía

- ^{1.} La Reglamentación ICT y su aplicación práctica en inmuebles. P.Pastor. Fundación Tecnologías de la información. 2001.
- ^{2.} Cálculo y Normativa Básica de Instalaciones en los Edificios. L.J. Arizmendi Barnes. Ed.:Eunsa.2005.
- ^{3.} Técnicas y Procesos en las Instalaciones Singulares de los Edificios. I. Gormaz. Ed.: Thomson-Paraninfo. 2002.
- ^{4.} Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión en Edificios de Viviendas. E.Carrasco. Tébar. 2008.
- ^{5.} Instalaciones del edificio: Instalaciones Eléctricas, Audiovisuales y de Protección. J. Feijó. 2001.

Iluminación interior



Índice

	<u>Pág.</u>
1. Introducción	163
2. Conceptos fundamentales de iluminación	164
3. Diseño	172
3.1 La elección y tipos de luminarias	173
3.1.1 Lámparas incandescentes	173
3.1.2 Lámparas luminiscentes o de descarga	177
3.2 Elección de las luminarias	192
3.2.1 Deslumbramientos	193
3.2.2 Tipos de luminarias	199
3.3 Sistemas de alumbrado	204
3.4 Métodos de alumbrado	206
BIBLIOGRAFÍA.....	209

INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN INTERIOR

1. INTRODUCCIÓN

En el apartado de iluminación no existe ninguna norma básica específica, ni cualquier otra de semejante rango de obligatoriedad que esté promulgada en España. Si existen algunos aspectos parciales contemplados en dos instrucciones complementarias asociadas al **Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión**. Concretamente son las siguientes:

- ITC-BT 025 Instalaciones en Locales de Pública Concurrencia. En esta instrucción se prescriben un número mínimo de circuitos de alumbrado y los llamados alumbrados especiales. Temas que son meramente eléctricos y en ningún caso estrictamente lumínicos.
- ITC-BT 032 Receptores para Alumbrado. Como en el caso anterior y a pesar de una aparente vinculación general, sigue siendo estrictamente eléctrica. Ciertamente es que en esta ocasión su contenido sí puede atañer a los requisitos de diseño y fabricación de las luminarias en aspectos como: aislamiento de las partes activas, protección de portalámparas, conexión de sus posibles masas metálicas a tierra; con lámparas de descarga inclusión del condensador correspondiente para que el factor de potencia no sea menor de 0,85 y alguna otra consideración muy poco relevante.

Normativas europeas UNE que serán de gran influencia, las cuales marcarán los niveles de iluminación recomendados en los locales así como los valores de reproducción de color de lámparas y luminarias, por ejemplo UNE EN 12464-1.

Actualmente el **Código Técnico de la Edificación** en el apartado **HE-3**, nos especifica la eficiencia energética que deben de cumplir las instalaciones de iluminación, solo haciendo referencia a dicho aspecto.

Existe una norma específica con carácter estatal pero que no es de obligado cumplimiento, se trata de la **NTE-IEI** de alumbrado interior, cuyo contenido se dedica mayoritariamente a modelo de dimensionado utilizando incómodos ábacos que no facilitan la comprensión de los conceptos implicados, quedando además en muchos aspectos obsoleta.

También la **Ley de Prevención de Riesgos Laborales** hace mención a las condiciones de iluminación.

2. **CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE ILUMINACIÓN**

Antes de continuar con el diseño de las instalaciones de iluminación, vamos a definir una serie de conceptos que serán primordiales para poder en:

- ✓ Flujo Luminoso – Caudal de Radiación.
- ✓ Eficacia Luminosa – Consumo energético.
- ✓ Vida media / Vida útil.
- ✓ Índice de rendimiento del color – Fidelidad de reproducción.
- ✓ Temperatura del color – Sensación térmica.
- ✓ Intensidad luminosa.
- ✓ Iluminancia – Iluminación.
- ✓ Luminancia.

• FLUJO LUMINOSO

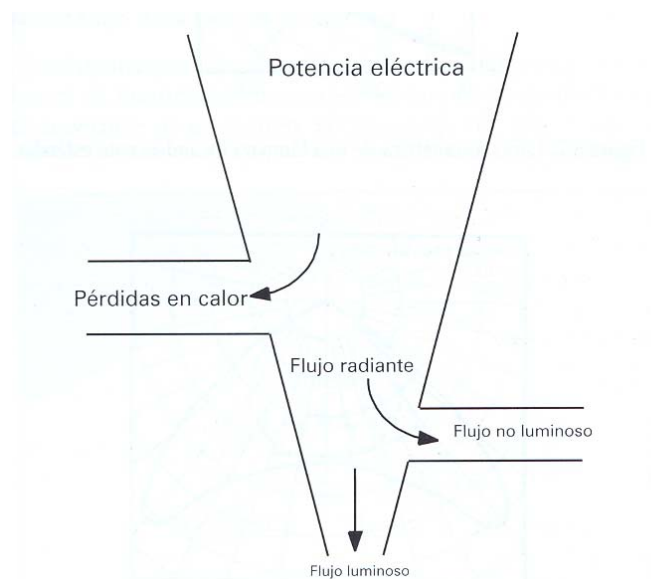
El concepto más primario y esencial del fenómeno físico que conocemos como luz artificial, es el flujo luminoso, cuya definición se refiere a la propia existencia de un caudal de radiación luminoso. Es como una unidad de "potencia luminosa" que se designa por la letra Φ y que se mide en lúmenes (lm).

La gama de lámparas convencionales oscila entre los 90 y los 200.000 lm (Como ejemplo cercano digamos que la típica bombilla de 100 W emite 1.350 lm).

Tipo de lámpara	Flujo luminoso Lm
Bicicleta	18
Incandescente Standard de 100 W	1.380
Fluorescente 40 W (Blanco frío)	3.200
Mercurio a alta presión 400 W	23.000
Halogenuros metálicos 400 W	28.000
Sodio a alta presión Na 400 W	48.000
Sodio a baja presión Na 180 W	31.500
Magnesio AG 3	450.000

Flujo luminoso de algunas lámparas²

La energía transformada por un emisor de luz no se puede aprovechar totalmente para la producción de luz. Por ejemplo una lámpara incandescente consume una determinada energía eléctrica que transforma en energía radiante, de la cual solo una pequeña parte es percibida por el ojo humano en forma de luz, mientras que el resto se pierde en calor y en flujo no luminoso.



Transformación de la potencia eléctrica para la producción de luz en una lámpara incandescente².

- EFICACIA O RENDIMIENTO LUMINOSO

De la relación del flujo emitido por una lámpara respecto de la potencia eléctrica necesaria para producirlo, se obtiene el concepto más trascendental en el apartado energético de la instalación: la eficacia luminosa. Se designa con la letra η y su unidad de medida es el lumen partido por vatio (**lm/W**). Cuanto más eficaz es una determinada fuente más radiación luminosa produce con menor aporte energético.

La diferencia de eficacia entre diferentes lámparas se concreta en la cantidad de energía consumida en radiaciones ultravioleta y sobre todo en infrarrojos, que acompañan a la radiación visible. Estas radiaciones no deseadas pueden influir decisiva y negativamente sobre el acondicionamiento higrotérmico de los locales, ya que pueden aportar bastante calor; ocasionalmente favorable en calefacción; muy

perjudicial en aire acondicionado; y en todo caso siempre difícil de controlar. Hoy día el abanico de eficacias se extiende entre los 10 lm/W y los 200 lm/W.

Tipo de lámpara	Potencia nominal W	Rendimiento luminoso lm/W
Incandescente Standard 40 W/220 V	40	11
Fluorescente de 40 W (Blanco frío)	40	80
Mercurio a alta presión 400 W	400	58
Halogenuros metálicos 400 W	360	78
Sodio a alta presión Na 400 W	400	120
Sodio a baja presión Na 180 W	180	175

Rendimiento luminoso de algunas lámparas².

- **VIDA MEDIA o VIDA ÚTIL**

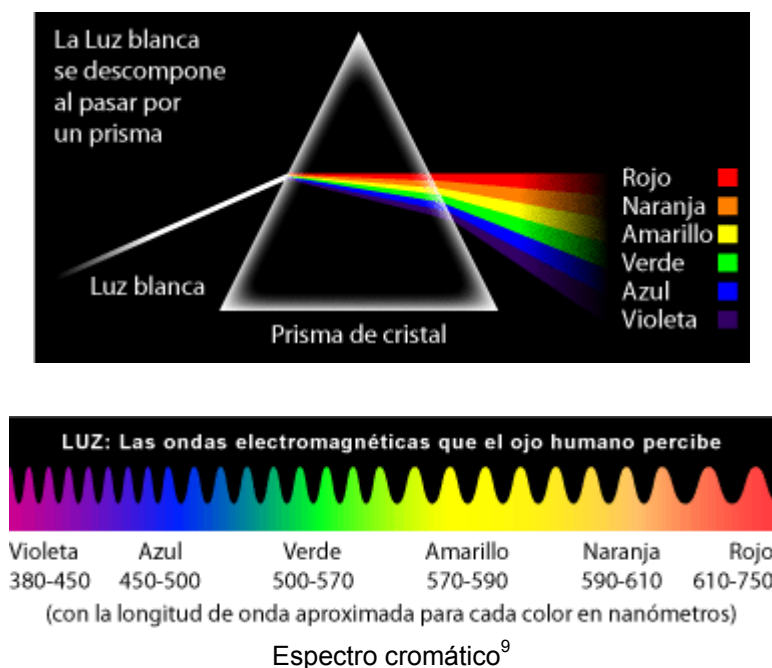
Existe otro concepto con repercusiones claramente económicas, que se conoce por **Vida Media** (VM) o **Vida Útil** (VU), según se trate de fuentes incandescentes o luminiscentes respectivamente. La vida media hace alusión al tiempo medio durante el cual el filamento de la lámpara se mantiene íntegro, tiempo durante el cual prácticamente no hay depreciación de flujo.

La vida útil va dirigida a lámparas en las que no existe ese filamento y en consecuencia no existe un deterioro brusco de radiación. En estos casos se produce una depreciación paulatina antes del envejecimiento total de la lámpara. Debido a este comportamiento se establece un período de tiempo de uso útil, como aquél durante el cual la depreciación no baje del 70% del flujo nominal. Por debajo de este valor la lámpara debe desecharse.

En ambos casos se miden en horas **h** y las nomenclaturas respectivas son **VM** y **VU**. Respecto a este concepto existe un amplio margen de valores: desde las lámparas incandescentes estándar, que duran 1.000 horas, hasta algunas luminiscencias espaciales que alcanzan las 60.000 horas de uso.

- **ÍNDICE DE RENDIMIENTO DE COLOR (IRC o Ra)**

El cuarto concepto se conoce como Índice de Rendimiento de Color (**IRC o Ra**), y se refiere a la fidelidad en la reproducción cromática de aquello que ilumina, es decir, a la mejor o peor discriminación de los colores que percibimos del objeto iluminado. Esta percepción depende directamente de la riqueza cromática de la fuente luminosa, o lo que es lo mismo, depende de que su espectro cromático sea completo como el de la luz natural o la incandescente, o incompleto como el de las lámparas de descarga.



El valor de medición es un **porcentaje %** adimensional, de modo que cualquier lámpara incandescente tiene el máximo IRC o Ra posible, esto es, un 100%, mientras que el resto de fuentes tendrán un valor siempre inferior, más bajo cuanto más distorsionada resulte la realidad cromática reproducida. A falta de normativa, se aconseja que cualquier local con permanencia continuada de personas, se ilumine con fuentes de un IRC mínimo del 70 % y como mínimo para cada puesto de trabajo del 80% (Según norma UNE 12464-1).

En la práctica los fabricantes suelen referenciar esos porcentajes con otra nomenclatura más o menos significativa. En la tabla que se adjunta se muestran dos de las denominaciones que aparecen en ciertos catálogos, aunque lo realmente importantes es el valor concreto del IRC.

Denominaciones comunes:		IRC asociado en %
Especial lujo	1	85 a 100
Lujo	2	70 a 85
Normal	3	< 70

- Tª DEL COLOR

El quinto concepto esencial que debemos exponer es la temperatura de color o **TC**, que no es otra cosa que el color resultante de una determinada fuente luminosa de tipo incandescente. Cuanto mayor es la temperatura real de su filamento menos cálido, o más frío, resulta ser el color de su luz, que es la resultante de su espectro cromático. Cuanto menor es su temperatura más rojiza es su radiación y más caliente es su sensación psicológica.

Sin embargo existe un amplio conjunto de fuentes luminosas que no son de tipo incandescente, y aunque su espectro cromático sea irregular, ello no es obstáculo para poseer un determinado color resultante. En estos casos se amplía el concepto con la definición de **Temperatura de Color Aparente**, es decir, que a una determinada lámpara se le asigna el valor de TC que más se asemeje a la correspondiente a una fuente incandescente.

Para todo tipo de lámparas la **TC** se mide en **grados Kelvin °K** y sus valores en las lámparas que se comercializan oscila entre los 2.500 y los 6.700 K. La elección de este dato es decisiva, no ya para lograr el efecto térmico deseado, sino para realzar una determinada gama de colores: una temperatura de color baja destaca los colores cálidos, y una alta los fríos.

En el ámbito comercial se han estereotipado en el ramo una serie de términos concretos para referirse a otras tantas temperaturas de color, según la siguiente relación:

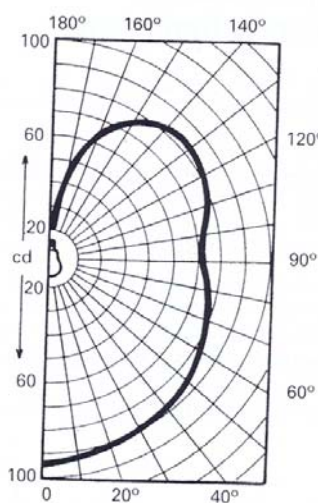
Denominación común:	Temperatura de color en °K
Cálido (Luz incandescente)	2.500 a 3.000
Blanco cálido	3.000 a 3.500
Blanco o blanco neutro	3.500 a 4.500
Blanco frío	4.500 a 5.000
Fría (Luz día)	5.000 a 6.500

A pesar de todo esto no basta para determinar que sensaciones producirá una instalación a los usuarios, ya que también el valor de la iluminancia, que veremos más adelante, determinará conjuntamente con la apariencia en color de las lámparas, el aspecto final del local, habitación, etc.

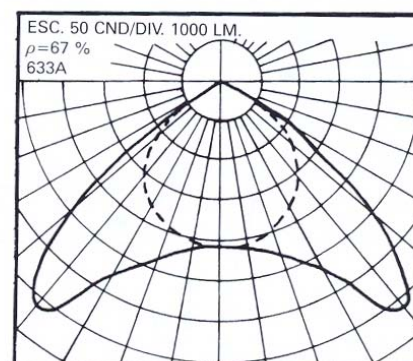
- INTENSIDAD LUMINOSA

Se representa por la letra **I**, siendo su unidad de medida la **candela (cd)**.

Las fuentes de luz utilizadas en la práctica tienen una superficie más o menos grande, cuya intensidad de radiación se ve afectada por la propia construcción de la fuente, y presentando diferentes valores en las distintas direcciones^{2,5}.



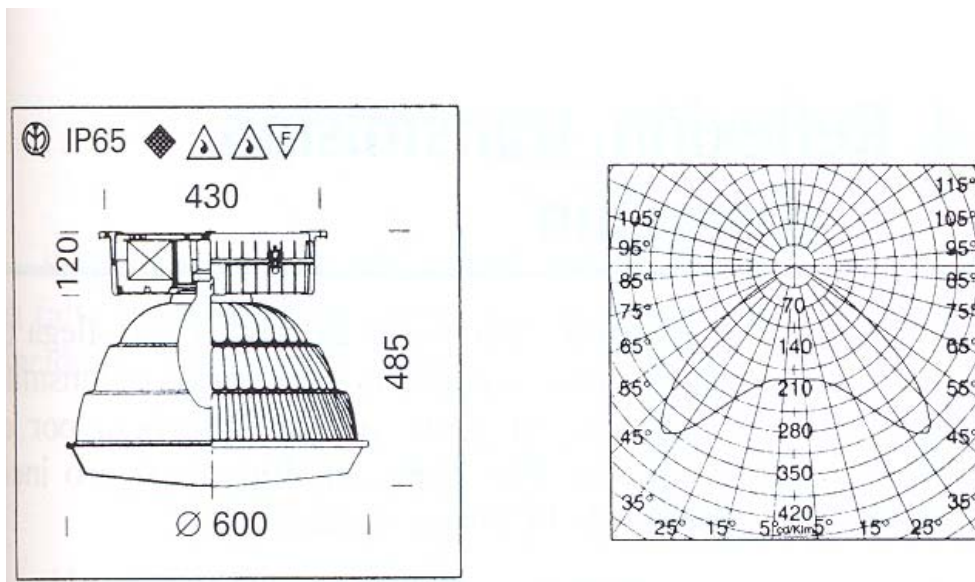
Curva fotométrica de una lámpara incandescente estándar².



Curva fotométrica de una luminaria con lámpara incandescente²

Por tanto la forma más práctica y sencilla de definir la distribución luminosa de una lámpara o de un equipo de iluminación (lámpara + luminaria), consiste en representar dicha distribución mediante las curvas de distribución luminosa o fotométricas de intensidades.

Estas curvas no son otra cosa que la representación gráfica de las medidas de intensidades luminosas efectuadas según las distintas direcciones que parten del centro de la lámpara o de la luminaria.



Curva fotométrica de una lámpara de mercurio a alta presión con luminaria².

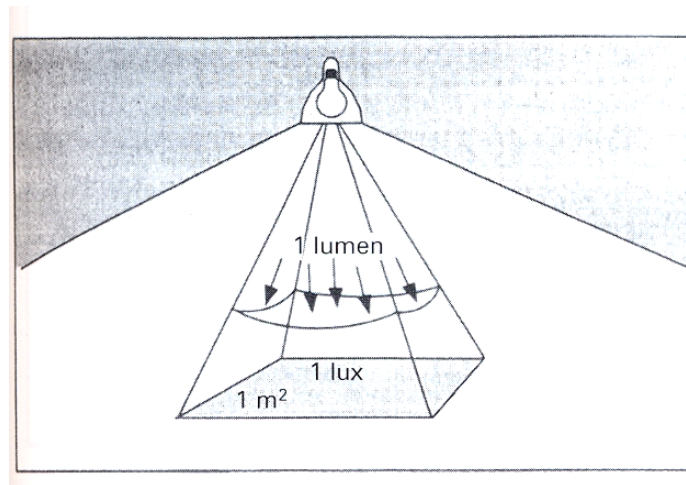
• ILUMINANCIA O ILUMINACIÓN

La Iluminancia o Iluminación mide la luz que llega a una determinada superficie. Se representa por la letra **E**, siendo su unidad el **lux**. La fórmula que expresa la iluminancia es:

$$E = \Phi / S \quad (\text{lux})$$

Siendo:

Φ = flujo luminoso
S= superficie (m²)

Representación de la iluminancia¹.

La iluminancia, como ya se indicaba anteriormente, es un dato importante para valorar el nivel de iluminación que existe en un puesto de trabajo, en una superficie de un recinto, en una calle, etc.

Mediodía de verano al aire libre, con cielo despejado	100.000 lux
Mediodía de verano al aire libre, con cielo cubierto	20.000 lux
Puesto de trabajo bien iluminado en un recinto interior	1.000 lux
Buen alumbrado público	20 a 40 lux
Noche de luna llena	0,25 lux
Noche de luna nueva (luz de las estrellas)	0,01 lux

Distintos valores aproximados de iluminancias².

- LUMINANCIA

Es el que produce en el ojo la sensación de claridad, pues la luz no se hace visible hasta que es reflejada por los cuerpos. La mayor o menor claridad con que vemos los objetos igualmente iluminados depende de su luminancia.

La luminancia se expresa por la letra L, siendo su unidad la candela por metro cuadrado o nit ($\text{cd/m}^2 = \text{nt}$), o mediante la candela por centímetro cuadrado (cd/cm^2).

$$L = I / (S * \cos\alpha) \quad (\text{cd/ m}^2)$$

Siendo:

I = intensidad luminosa
 S * cosα = superficie aparente.

Sol	50.000 cd/cm ²
Cielo despejado	0,3 a 0,5 cd/cm ²
Cielo descubierto	0,03 a 0,1 cd/cm ²
Luna	0,25 cd/cm ²
Llama de una vela de cera	0,7 cd/cm ²
Lámpara incandescente clara	100 a 200 cd/cm ²
Lámpara incandescente mate	5 a 50 cd/cm ²
Lámpara incandescente opal	1 a 5 cd/cm ²
Lámpara fluorescente 40 W/20	0,75 cd/cm ²
Lámpara de mercurio a alta presión 400 W	11 cd/ cm ²
Lámpara de halogenuros metálicos 400 W	78 cd/cm ²
Lámpara de sodio a alta presión Na 400 W	500 cd/cm ²
Lámpara de sodio a baja presión Na 180 W	10 cd/cm ²
Lámpara de xenón 2.500 W	72.000 cd/cm ²
Lámpara Vacublitz AG-3B	50.000 cd/cm ²
Lámpara de efluvios (Glimm)	0,02 a 0,05 cd/cm ²
Papel blanco con iluminación de 1.000 lux	250 cd/cm ²
Calzada de una calle bien iluminada	2 cd/cm ²

Valores aproximados de luminancias.

3. DISEÑO

El diseño de una instalación de iluminación depende obviamente de sus dos elementos materiales imprescindibles, esto es:

- de las **lámparas**,
- y de las **luminarias**.

De las primeras dependerá lo que podríamos llamar calidad de la radiación luminosa, y de las segundas la calidad del ambiente luminoso conseguido.

3.1. LA ELECCIÓN Y TIPOS DE LÁMPARAS.

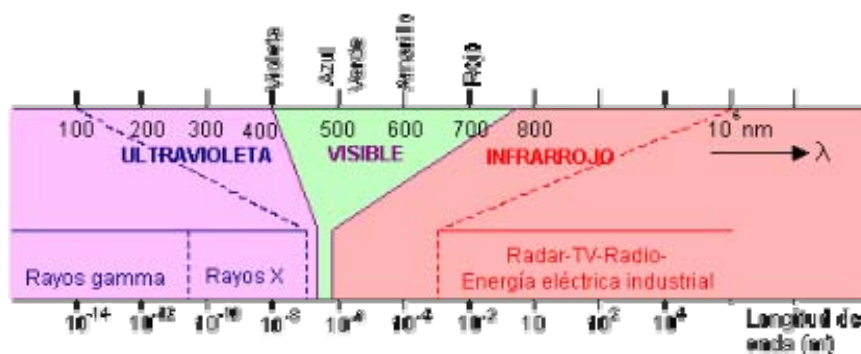
No existe un parámetro absoluto que nos defina la bondad de un tipo de lámparas, sino que la idoneidad es consecuencia del conjunto de factores que rodea la actividad que ha de iluminarse. Por este motivo es necesario poseer un buen conocimiento de los conceptos que hemos definido anteriormente.

Actualmente, en el mercado se encuentran numerosos tipos de fuentes luminosas, formas para generar luz por medio de electricidad, como solución a los diversos problemas de iluminación que se pueden plantear.

Indicaremos a continuación las más empleadas.

3.1.1 – Lámparas incandescentes

Las lámparas incandescentes fueron la primera forma de generar luz a partir de la energía eléctrica. Desde que fueron inventadas, la tecnología ha cambiado mucho produciéndose sustanciosos avances en la cantidad de luz producida, el consumo y la duración de las lámparas. Su principio de funcionamiento es simple, se pasa una corriente eléctrica por un filamento hasta que se alcanza una temperatura tan alta que emite radiaciones visibles por el ojo humano.



Espectro electromagnético³

En general el rendimiento de este tipo de lámparas son bajos, debido a que la mayor parte de la energía consumida se convierte en calor. Tan sólo el 10 por 100 de su producción de energía se transforma en luz (el resto se pierde en forma de calor).



Rendimiento de una lámpara incandescente³.

La gran ventaja que tiene estas lámparas es que la luz emitida contiene todas las longitudes de onda que forman la luz visible o dicho de otra forma, su espectro de emisiones es continuo, garantizando de esta forma una buena reproducción de los colores de los objetos iluminados.

A. Lámparas incandescentes no halógenas

La emisión de luz se produce por un filamento metálico que se pone incandescente al paso de la corriente eléctrica. Ese filamento se fabrica actualmente con wolframio o tungsteno y se encuentra encerrado herméticamente dentro de un tubo de cristal o ampolla de vidrio en cuyo interior se ha introducido un gas inerte o directamente se realiza un vacío.



Partes de una bombilla incandescente³.

Los defectos más graves de las lámparas de incandescencia no halógenas corresponden al ennegrecimiento del filamento pudiendo llegar a provocar su rotura. La introducción de gas inerte tiene por fin paliar este inconveniente.

Uso: Para iluminación general y viviendas en particular.

Principales ventajas:

- Se pueden utilizar tanto en corriente continua como alterna.
- Se fabrican para cualquier tensión.
- Buena reproducción cromática.
- No necesita accesorios para su conexión.
- Posibilidad de utilizar reguladores electrónicos de intensidad luminosa que a su vez pueden actuar como interruptores o conmutadores (constituye una fácil posibilidad de crear diferentes ambientes dentro de una misma habitación).

Desventajas:

- Vida media corta (de 500 a 1.000 horas con una fuerte depreciación del flujo luminoso en las horas de servicio). Aunque puede mejorarse con el gas inerte en su interior.
- Gran dependencia de la emisión luminosa y de la vida de la lámpara con las variaciones de tensión de la red.
- Baja eficiencia: 7.5 – 20 lm/W

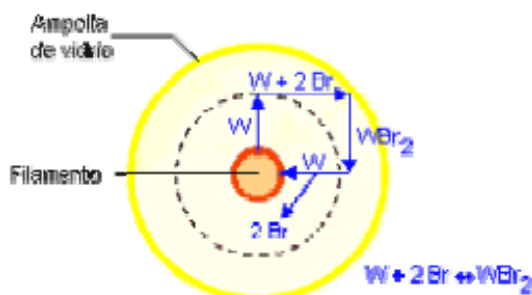
	Lámparas con gas	Lámparas de vacío
Temperatura del filamento	2500°C	2100°C
Eficacia luminosa de la lámpara	10-20 lm/W	7.5 – 11 lm/W
Duración	1000 horas	1000 horas
Pérdidas de calor	Convección y radiación	Radiación

B. Lámparas incandescentes halógenas.

Lámparas incandescentes halógenas o lámparas de halógenos, también denominadas de "**cuarzo-yodo**". Su mayor ventaja constituye la posibilidad de lograr un nivel luminoso elevado mediante lámparas de pequeñas dimensiones.

Su funcionamiento básico es el mismo de las incandescentes, si bien se caracterizan por una adición de compuesto gaseoso halogenado (yodo, cloro, bromo) en la lámpara produciendo un ciclo químico de regeneración del filamento de forma

que se impide el ennegrecimiento de la lámpara, alargándose de modo considerable su vida media y manteniéndose constantemente el flujo luminoso de la lámpara.

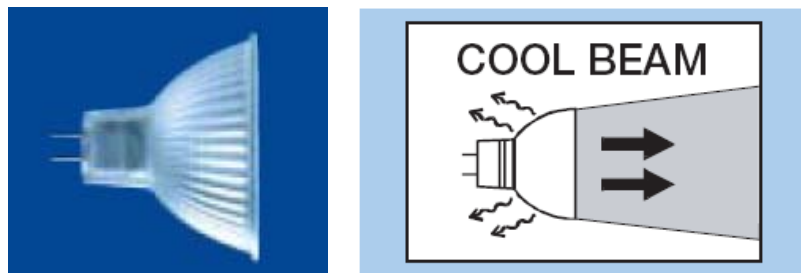


Ciclo del halógeno³

Para fijar la estabilidad del halogenuro originado por la reacción del yodo y el wolframio se precisa una temperatura de la ampolla de unos 600°C por lo cual dicha ampolla se construye de menor tamaño y de cuarzo (que no corre el riesgo de estallar), lo que permite dicha elevación de temperatura una luminosidad y una temperatura de color muy adaptada a la decoración e iluminación de interiores.

- Uso:
 - o iluminación de grandes espacios interiores (o exteriores) ya que reaviva los colores donde se disponen realzando la decoración circundante.
- Ventajas:
 - Presentan niveles luminosos muy elevados, siendo lámparas muy pequeñas., adaptables a cualquier uso.
 - Se puede elevar la temperatura de funcionamiento del filamento, con lo que se mejora su rendimiento respecto a las lámparas incandescentes convencionales, de hasta 20 ó 24 lúmenes/vatio.
 - Se mantiene la vida media en valores razonables (sobre las 2.000 horas),
 - El mantenimiento del flujo luminoso es casi del 100 por 100, dado que la bombilla no se ennegrece.
 - Estas lámparas permiten un control exacto del "haz luminoso".

- Inconvenientes:
 - Su mayor inconveniente por su condición de incandescente, es la dependencia de funcionamiento de la lámpara con las variaciones de tensión.
 - En espacios reducidos produce con rapidez un efecto de unificación de los colores.
 - Producción excesiva de calor. Aunque el uso de reflectores dicroicos capaces de reflejar selectivamente longitudes de ondas específicas en la región visible del espectro y transmitir en sentido opuesto las longitudes de onda no deseadas de la región infrarroja, disminuye de modo notable los efectos producidos por el calor que desprenden las lámparas, el efecto nunca es completo y en la exposición de alimentos o tejidos siguen existiendo radiaciones indeseables de calor.



Lámpara halógena con reflector dicroico⁵

- Si se utilizar reguladores pueden afectar a su funcionamiento, ya que si la reducción es grande la temperatura de la bombilla de cuarzo resulta insuficiente para el ciclo halógeno y se produce el ennegrecimiento de la bombilla de cuarzo. Por ello se recomienda la utilización de transformadores electromagnéticos, los cuales también palian los efectos de los cambios de tensión en la red.

3.2.2 – Lámparas luminiscentes o de descarga.

Las lámparas de descarga se pueden clasificar según el gas utilizado (vapor de mercurio o de sodio) o de la presión a la que se encuentre este (alta o baja presión).

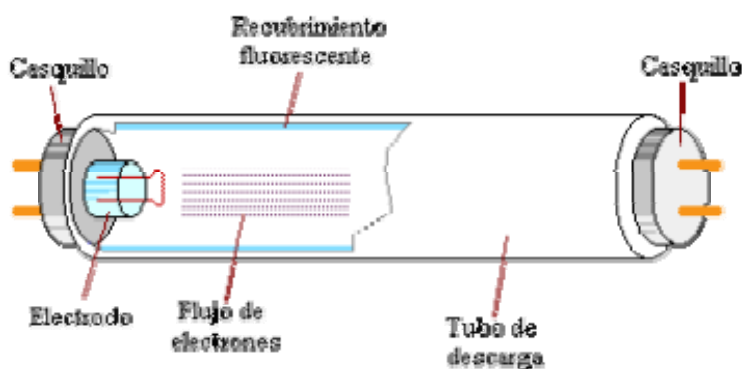
Las propiedades varían mucho de unas a otras y estas las hace adecuadas para unos usos u otros.

A. Lámparas de Vapor de Mercurio.

A.1) Baja Presión.

I) FLUORESCENTES

Es una lámpara de descarga eléctrica, que consiste en un tubo o bulbo tubular de forma lineal que tiene en sus extremos los electrodos y en el interior vapor de mercurio a baja presión (0.8 Pa), que sirve para que pueda "saltar" el arco eléctrico.



Lámpara fluorescente³.

Su funcionamiento se basa en una descarga eléctrica, como ya se ha indicado anteriormente, en la cual se utiliza la emisión ultravioleta de los átomos de mercurio, pero para que sean útiles estas emisiones, es decir, para generar luz visible, es necesario recubrir de material fluorescente el interior del tubo de vidrio.

Llevar una cierta cantidad de gas argón o kriptón, con objeto de facilitar el arranque, ya que al inicio de la descarga el mercurio se encuentra frío y su presión es muy baja. Iniciado el arco a través del argón, aumenta la temperatura y presión del mercurio, estabilizándose el arco a través de él.

Dispone de una reactancia, que es el dispositivo necesario para el funcionamiento de la lámpara, ya que se dispone entre la red de alimentación y una o varias lámparas para limitar la corriente de la misma al valor requerido; y un cebador es un dispositivo destinado al encendido de las mismas, el cual calienta primero los electrones antes de

proceder a la descarga, aunque existen casas comerciales que ya no lo incorporan y se dispone de un encendido rápido.

La característica fundamental de estas lámparas reside en la composición de los polvos fluorescentes, pues de ellos depende su tonalidad, en la actualidad se usan dos tipos de polvos; los que producen un espectro continuo, por ejemplo revestimientos de fósforo, y los trifósforos que emiten un espectro en las tres bandas con los colores primarios. De la combinación de estos tres colores se obtiene una luz blanca que ofrece un buen rendimiento de color sin penalizar la eficiencia de la lámpara como ocurre en el caso del espectro continuo.

- Los revestimientos en los que predominan los componentes verde y azul producen un blanco azulado de alta temperatura de color correlacionada, denominándose lámparas de Luz-Día, proporcionan asimismo un aspecto limpio y frío como el que se requiere para locales de exposición de, por ejemplo, automóviles, ordenadores, aparatos electrodomésticos, etc., así como para adaptarse a la iluminación natural.
- Cuando los predominantes son los componentes de amarillo-rojo, se obtiene una lámpara de luz Blanca-Cálida, resultan muy adecuadas para dar una atmósfera adecuada a los lugares de recepción y entrada en hoteles, edificios sanitarios, etc.
- Con una mezcla equilibrada una de tipo "blanco neutro o blanco frío", garantiza un ambiente dinámico y de trabajo intelectual en escuelas y locales administrativos.

Las lámparas de tonalidad de color denominada normal, de cierta frialdad, comparativamente hablando, respecto a las incandescentes, se debe a que el mercurio no emite casi energía en el extremo rojo del espectro, por lo que su rendimiento cromático es deficiente, pero su rendimiento lumínico es, por contra, elevado.

La eficacia de estas lámparas depende de muchos factores como: potencia de la lámpara, tipo y presión del gas de relleno, propiedades de la sustancia fluorescente que rellena el tubo e incluso la temperatura ambiente^{3,8}. Esta última es importante

porque determina la presión del gas y por tanto del flujo de la lámpara. La eficacia oscila entre 38 – 91 lm/W, dependiendo de las características de cada lámpara.



Balance energético de una lámpara fluorescente³.

- Ventajas:
 - A igual consumo permiten cinco veces más luz que las incandescentes.
 - Tienen una duración de vida media muy superior (6.000 a 7.500 horas en vez de 1.000).
 - Además producen muy débil calentamiento haciendo asequible una amplia variedad de color en la iluminación, lo que incluye también una aproximación cromático, cercana a luz del día.
 - Por otra parte, su luz es difusa, lo que asegura una gran comodidad visual y ausencia de sombras.
 - La utilización de las modernas reactancias electrónicas no presenta más que ventajas bajo el aspecto del confort visual ya que es la única solución, por el momento, a la aparición del efecto estroboscópica así como a un servicio sin parpadeos.
- Inconvenientes:
 - Sin embargo, son de una cierta fragilidad (que desaparece si la calidad del tubo es apropiada, no debiéndose "economizar" en este aspecto, pues esta economía resulta muy cara a la larga) y de precio más elevado que las incandescentes en la primera instalación.
 - Asimismo, originan en el usuario cierto parpadeo por la corriente alterna, originándose en el ojo una fatiga mayor que con luz incandescente.

- Si se realizan encendidos frecuentes esto provoca un aumento en el consumo eléctrico y disminuye el tiempo de vida.
- Uso: Son especialmente indicadas para la iluminación de oficinas, salas de dibujo, laboratorios, escuelas, hospitales en general, industrias de pequeña altura y con un cierto control de la temperatura ambiente.

Destacar en la iluminación fluorescente que la instalación de interruptores eléctricos automáticos se desaconseja con este tipo de iluminación cuyo diseño, al menos en los modelos tradicionales, no es compatible con encendidos frecuentes, (la repetición de las maniobras de encendido debido al pico de tensión necesario en esta operación aumenta notablemente el consumo eléctrico de las mismas, sin ventaja adicional alguna.)

A.2) Alta Presión.

I) Lámparas de Vapor de Mercurio de Alta Presión.

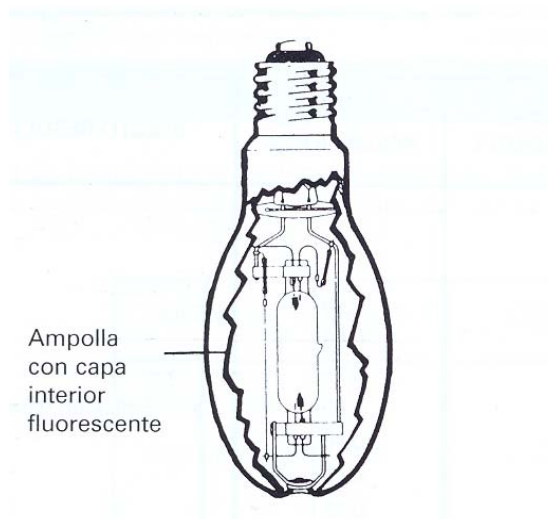
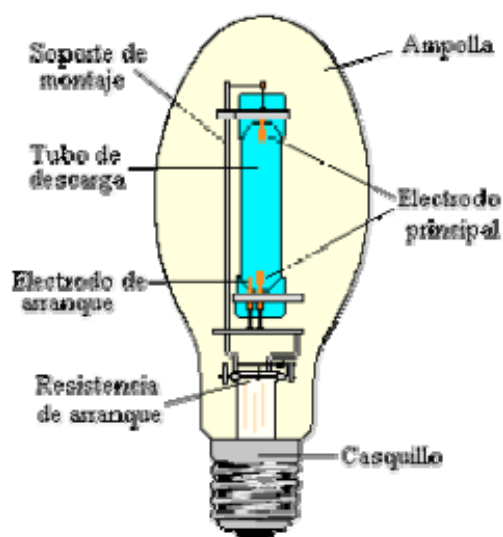
Este tipo de lámparas, son lámparas de descarga, semejantes a las fluorescentes, pero las presiones son superiores a 1 bar (de 2 a 4 bar en la mayoría de los casos, si bien las presiones pueden llegar a ser del orden de 100 bar en casos especiales).

Estas lámparas son, en cierto modo, las más universales entre las lámparas de descarga ya que combinan una excelente calidad de reproducción del color y un buen rendimiento.

Compuestas por:

- un casquillo de rosca tipo Goliat.
- un bulbo de vidrio revestido por dentro con polvo fluorescente que da color a la luz.

- un bulbo interior formado por un emisor de cuarzo que contiene mercurio a alta presión y cierta cantidad de argón.
- dos electrodos terminales colocados en los extremos opuestos de la lámpara.

Lámparas de Vapor de Mercurio a Alta Presión^{2,3}

El bulbo de vidrio puede ser de forma tubular u ovoide y en general es de vidrio normal para pequeñas potencias y de vidrio duro para potencias elevadas. El mismo suele llevar, en ocasiones, un revestimiento fluorescente con objeto de mejorar el rendimiento de color.

Funcionamiento:

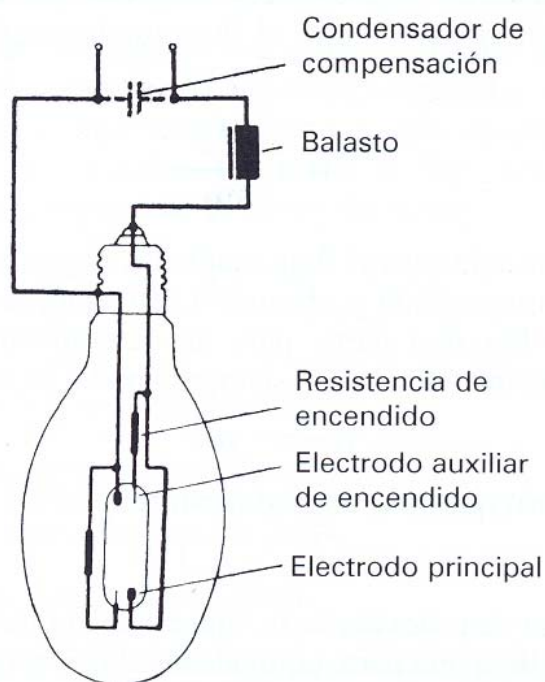
- Los dos electrodos finales, posibilitan el paso de la corriente eléctrica, existiendo entre ambos bulbos gas inerte (como norma, este gas suele ser nitrógeno-argón o nitrógeno-neón), cuya misión es similar al de las lámparas de incandescencia al evitar la oxidación de las partes metálicas.
- Los electrodos auxiliares sometidos a tensión motivan un arco a través del gas argón y, posteriormente, el calor desprendido en esta descarga vaporiza entre los electrodos principales a través del vapor de mercurio, resultando así que la tensión del arco requiere algún tiempo para estabilizarse antes de llegar a la tensión de régimen. De hecho, el reencendido no se puede producir hasta que

el tubo de descarga se haya enfriado lo suficiente en función del tipo de lámpara y temperatura ambiente.

Durante este período transitorio, que puede variar según la potencia de las lámparas entre 4 y 8 minutos, la corriente absorbida es doble de la de régimen (en general de 1,7 a 2 veces), lo que debe tenerse presente en el cálculo de la instalación.

Hay que advertir también que en caso de interrupción de alimentación eléctrica, el recebado no puede efectuarse sino al cabo de unos minutos, para lograr la condensación del mercurio, dato que es limitativo si los períodos de alumbrado son cortos.

Es necesario uso de accesorios para limitar la corriente mediante un condensador, reactancia o balastro, hecho que complica la luminaria. De no existir ese dispositivo limitador de corriente, circularía una corriente muy elevada que destruiría la lámpara.

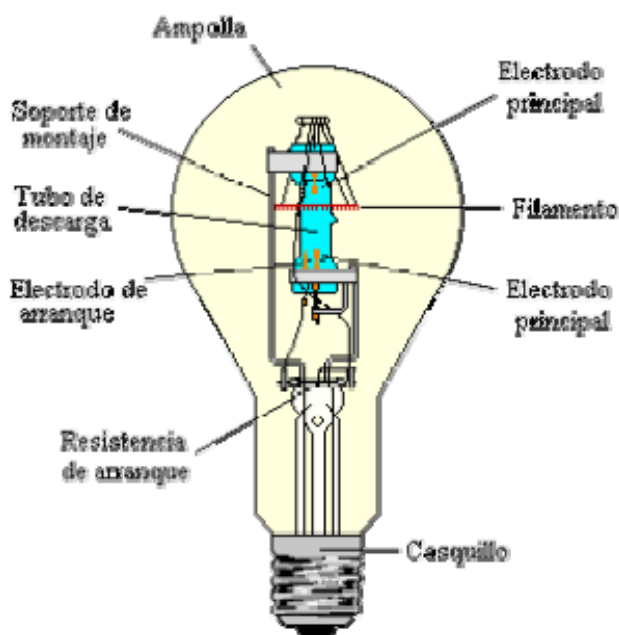


Esquema de conexionado de una lámpara de mercurio a alta presión².

Existen unas luminarias derivadas de las anteriores que se consiguen por variaciones de algunos de sus elementos:

II) Lámparas de Luz Mezcla

También denominadas de "luz mixta", ya que serán una combinación entre las lámparas de mercurio a alta presión y las incandescentes. Llevan dentro de su ampolla provista del correspondiente revestimiento interno fluorescente, y un filamento de wolframio similar al de una lámpara incandescente rodeando el tubo de descarga de vapor de mercurio.

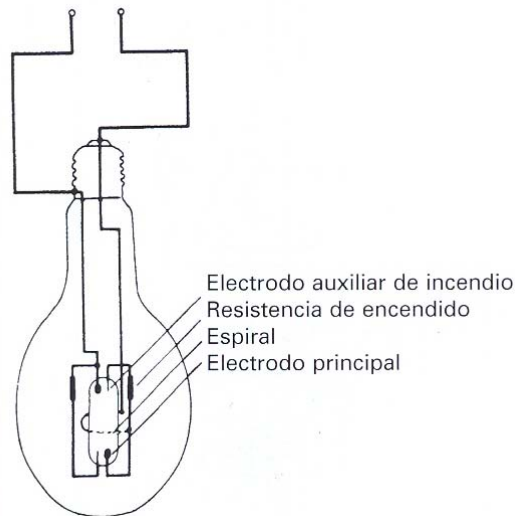


Lámpara de luz mezcla³.

Las lámparas de luz mezcla tienen, por tanto, una eficacia algo superior a las de incandescencia de igual potencia, pero su duración es mucho mayor. Sin embargo, al igual que las lámparas de mercurio de alta presión, pasan por un período de calentamiento de algunos minutos antes de alcanzar sus características de régimen.

Estas lámparas, sin embargo, se ven muy afectadas por las variaciones de la tensión de la red su rendimiento es bajo (entre 20 y 23 lúmenes/vatio), poseen un rendimiento cromático muy superior a las anteriores, siendo de cromaticidad similar a la luz del día^{3,8}.

No existe reactancia y se conectan directamente a la red eléctrica.



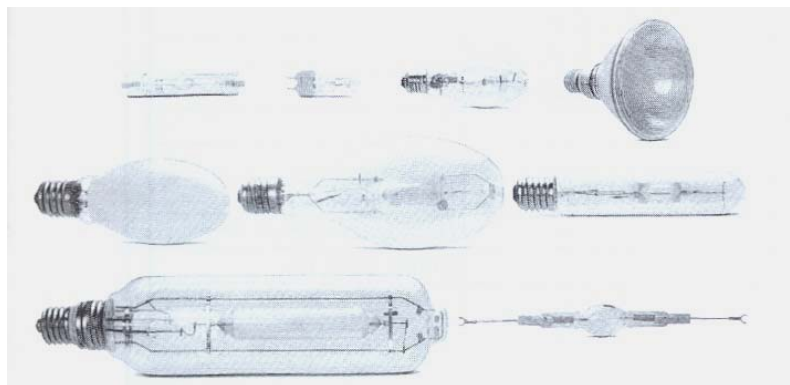
Esquema de conexión de una lámpara de luz mezcla²

USO:

- Sustituir a las lámparas incandescentes tanto en alumbrado de interiores como de exteriores producen una luz blanca muy agradable (por la combinación de la radiación de mercurio, radiación del fósforo y radiación incandescente).

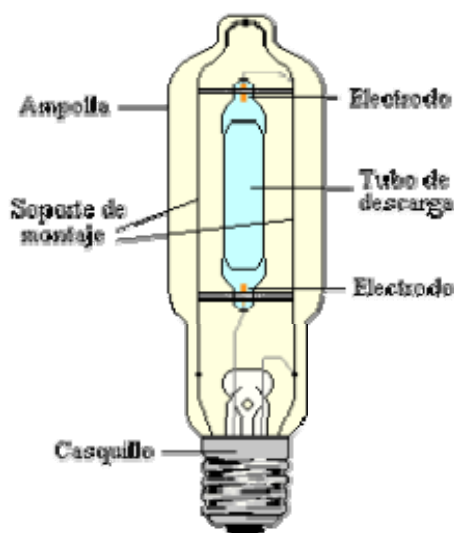
III) Lámparas de Halogenuros Metálicos

Es otra variedad de las lámparas de vapor de mercurio, pero con la adición de halogenuros o yoduros metálicos en el tubo de descarga. La adición de elementos metálicos en forma de halogenuros también modifica favorablemente el flujo luminoso emitido y su composición espectral.



Distintos modelos de lámparas de halogenuros metálicos².

A diferencia de las de luz mezcla y de las convencionales o de color corregido, la mejora se consigue sin necesidad de utilizar recubrimientos fosfóricos en el bulbo exterior, sino con la adición de halogenuros, en especial yoduros metálicos (sodio, talio, indio, etc.) al mercurio, del tubo de descarga, permite obtener asimismo una amplia tipología de flujos de luz.



Lámparas de halogenuros metálicos³.

Pese a esta gran variedad son lámparas de descarga y, por tanto, necesita una reactancia que limite el paso de la corriente para que ésta no la destruya rendimiento luminoso y en color es superior a las dos anteriores, con una agradable tonalidad blanca azulado.

Uso:

- Cuando se requiera un elevado nivel de iluminación y una buena reproducción en colores como en proyectores y alumbrado deportivo o aquellos casos en que un alto rendimiento de color sea prioritario.
- Su estabilidad de funcionamiento es menor que las de mercurio a alta presión y son más sensibles a las variaciones de tensión de la red.

El período de calentamiento hasta la estabilización de las características luminotécnicas puede llegar a ser de cerca de 10 minutos, (circunstancia que debe tenerse en consideración en el caso de tener que realizar maniobras de encendido y apagado frecuentes).

B. Lámparas de Vapor de Sodio

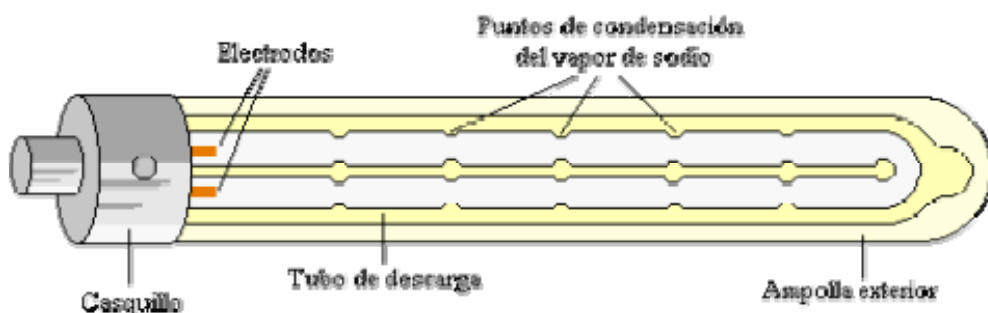
B.1) Lámparas de Sodio a Baja Presión.

Son lámparas de descarga. Su mayor ventaja es que constituye la fuente luminosa de mayor rendimiento (hasta 180 lm/W) de todas las que se comercializan debido a su amplia emisión en las radiaciones correspondientes al amarillo que, como hemos visto, coincide con la máxima sensibilidad espectral del ojo.



Balance energético de las lámparas de sodio de baja presión³.

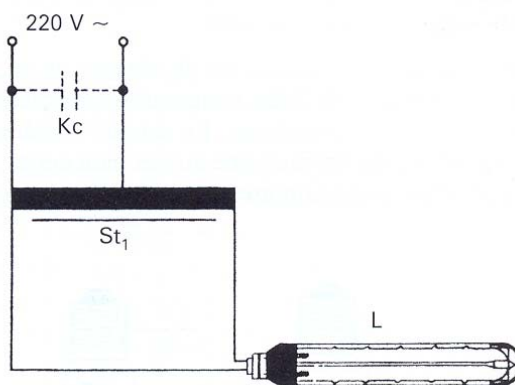
Este tipo de lámparas consta de dos ampollas tubulares de vidrio, de las cuales una, la interior, es la lámpara propiamente dicha, mientras que la exterior es de protección, haciéndose el vacío en el espacio comprendido entre las dos. La interior consiste en un tubo de descarga construido en forma de U con electrodos en sus extremos relleno de gas neón a baja presión y cierta cantidad de sodio puro, lo que origina su denominación.



Lámparas de vapor de sodio a baja presión³

Al conectar la lámpara a la red y aplicar la tensión, se produce una descarga a través del neón. El calor producido por esta descarga vaporiza el sodio lentamente, de tal modo que al cabo de 8 ó 10 minutos se estabiliza, desprendiéndose una luz

monocromática amarilla de una longitud de onda de 589 mm. La tensión de encendido de la lámpara es de 480 y 660 V, según los tipos y como la tensión de ser suele ser de 230V se necesita un auto transformador para elevar la tensión de red.



Esquema de conexión de una lámpara de vapor de sodio de baja presión².

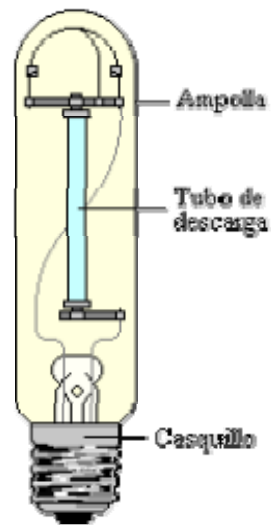
Ofrecen, además, una gran seguridad de funcionamiento con el mínimo coste de inversión debido a su característica monocromática, su aplicación en interiores es muy limitada, ya que la reproducción de los colores y el rendimiento del color sean muy malos, siendo difícil distinguir los colores de los objetos.

Un segundo grupo de lámparas de este tipo son las de tubo de descarga rectilíneo de sección no circular, pero son muy poco usadas.

B.2) Lámparas de Sodio a Alta Presión.

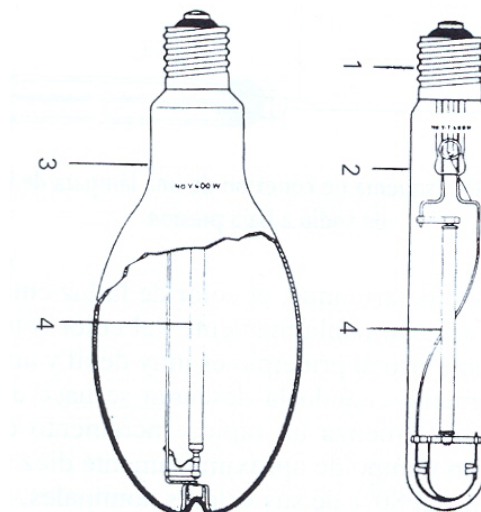
Este tipo soslaya el mayor inconveniente de las de baja presión que consiste, como hemos dicho en su luz monocromática inapropiado para muchos usos.

Mediante un aumento de la presión de vapor de sodio en una lámpara análoga a la anterior se consigue un ensanchamiento en la banda de frecuencias de la emisión luminosa la cual, aunque rica en tonalidades rojo-amarillentas, posee una superior reproducción cromática que las anteriores. La descarga en alta presión además de producir una distribución espectral de potencia ancha permite obtenerla con un tubo de descarga mucho más pequeño.



Lámpara de vapor de sodio a alta presión³.

Dentro del tubo de descarga hay sodio, mercurio y xenón o argón a alta presión. La ampolla exterior en la que se ha hecho el vacío para reducir las pérdidas de calor es de forma elipsoidal o tubular conformada con cristal duro. Sirve de protección térmica al tubo de descarga; la versión elipsoidal es una lámpara de uso general destinada a luminarias con sistemas ópticos convencionales resultando muy usada en iluminación comercial e industrial, mientras que la tubular debida a su configuración se presta a un control más exacto, utilizándose por ello, en general, como proyector en instalaciones industriales y comerciales de naves altas.



Lámpara de vapor de sodio de alta presión elipsoidal y tubular².

Al igual que las restantes lámparas de este tipo necesitan utilizar reactancia, arrancador o cebador y condensador como aparato auxiliar para el encendido, pues deben producirse ráfagas cortas de voltaje entre los 2.000 y 4.000 voltios.

Las lámparas de vapor de sodio a alta presión producen emisiones de luz aceptables a los dos minutos de arranque, y se llega al 80% del total alrededor de los tres minutos. El 100 % del flujo se consigue a los cuatro minutos como máximo, siendo su tiempo de reencendido, si la lámpara se ha apagado, de un minuto aproximadamente.

Su concepto y funcionamiento mejoran muchos condicionantes de las anteriores, razón por la cual su uso se ha extendido mucho. Su rendimiento luminoso no es tan elevado como las lámparas de sodio de baja presión, oscilando entre 100 Y 135 lúmenes/vatio, resultando sensiblemente mayor que las demás lámparas de descarga, con buen rendimiento de color. A una temperatura máxima de 2.100° K se produce una luz blanca de tonalidad algo dorada, muy agradable.



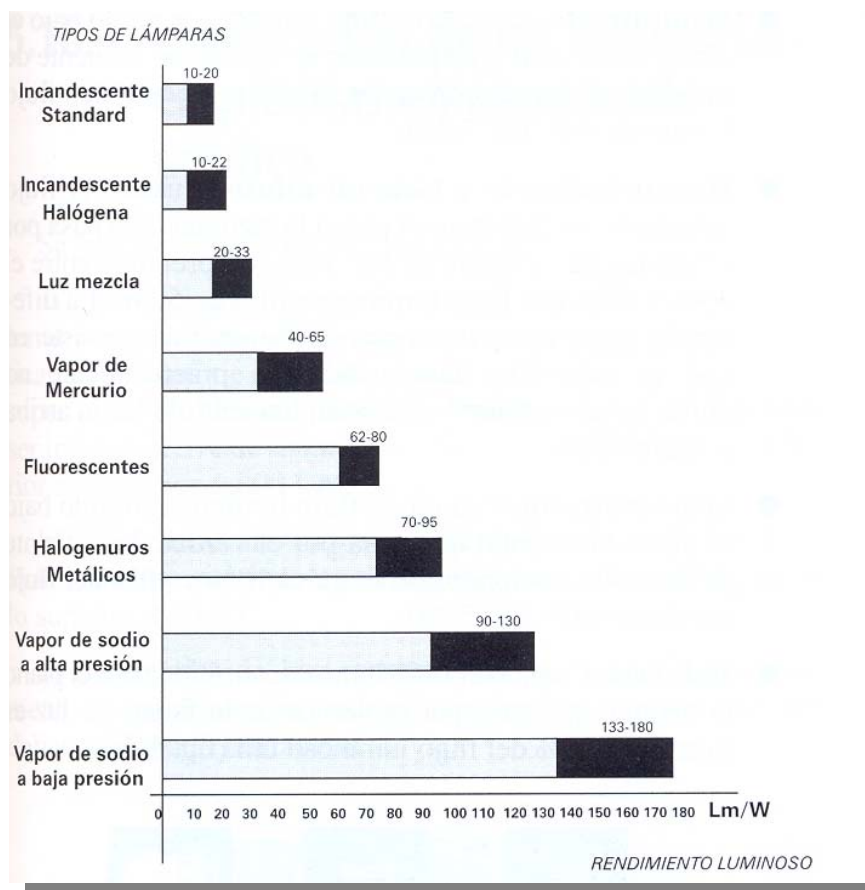
Balance energético de las lámparas de vapor de sodio de alta presión³.

Uso:

- Instalaciones industriales y de tipo comercial, siempre que la altura del techo sea como mínimo de 3,50 m.
- Al ser fuentes luminosas bastante concretas, es posible conformar haces luminosos muy controlados, obteniendo para las necesarias iluminancias en el plano horizontal del suelo valores superiores a las restantes luminarias en el plano vertical, con ahorros considerables de la potencia eléctrica instalada.

- La mejora de la eficacia visual es seguramente la característica más destacada de esta familia de luminarias destinadas a una utilización creciente.

Realizando un cuadro resumen de todas las lámparas que hemos visto en función del rendimiento luminoso, observamos que las que peor rendimiento obtienen son las incandescentes estándar, como era de esperar, mientras que las de vapor de sodio a baja presión son las que mejor rendimiento obtiene, pero no se pueden utilizar para interior.



Cuadro resumen del rendimiento luminoso de las lámparas de incandescencia y de descarga².

TIPO DE LÁMPARA	FORMA	POTENCIA (W)	PORTA-LÁMPARAS	FLUJO LUMINOSO Lm	POSICIÓN FUNCIONAMIENTO	EQUIPO ELÉCTRICO
MEZCLA (Luz mezcla)		160	E-27	3.100	Vertical ± 30°	No precisa
		250	E-40	5.600	Cualquiera	
		500		14.000		
V.M. (Vapor Mercurio)		50	E-27	1.800	Cualquiera	Reactancia
		80		3.800		
		125		6.300		
H.M. (Halogenuros Metálicos)		70	R 7s	5.000	Horizontal ± 45°	Reactancia + Ignitor
		150		11.000		
		250	Fc 2	20.000	Cualquiera Consultar	
		400		38.000		
		250	E-40	17.000	Cualquiera Consultar	
		400		26.000		
V.S.A.P. (Vapor de Sodio Alta Presión)		250	E-40	19.000	Cualquiera Consultar	Reactancia + Ignitor
		400		28.000		
		1.000		80.000	Horizontal ± 60°	
		2.000		170.000		
		50	E-27	3.500	Cualquiera	
		70		5.600		
100		E-40	9.500			
150			14.000			
	250		25.000			
	400		47.000			
	1.000		130.000			
	V.S.B.P. (Vapor de Sodio Baja Presión)		18	BY 22d	1.800	Vertical abajo + 110°
35				4.800		
55				8.000		

Cuadro resumen de tipos de lámparas de descarga².

3.2. LA ELECCIÓN DE LAS LUMINARIAS.

La calidad del ambiente luminoso, de la que son directamente responsables las luminarias, se puede entender como un conjunto de medidas encaminadas a conseguir la más adecuada distribución luminosa del espacio interior.

Sus objetivos más concretos se circunscriben a la especialización de los alumbrados según su cometido y la limitación del deslumbramiento tanto directo como reflejado.

Es sin duda la componente más creativa de todo el proceso, pues depende de decisiones que el proyectista ha de tomar más allá de las consideraciones económicas o simplemente funcionales para incidir sobre todo en aspectos de conformación y lectura espaciales.

3.2.1.- Deslumbramientos.

El deslumbramiento es una sensación molesta que es producida cuando la luminancia de un objeto es mucho mayor que la de aquello que la rodea. Esto ocurre cuando miramos directamente una lámpara incandescente o cuando vemos el reflejo del sol en el agua. Se dice que existe un deslumbramiento cuando el propio alumbrado impide o dificulta la correcta percepción del campo visual.

Existen dos formas de deslumbramiento, el **perturbador** y el **molesto**. El primero consiste en la aparición de una ceguera parcial que provoca una visión borrosa, sin nitidez y con poco contraste, que desaparece al paso de un poco tiempo de que cese su causa; un ejemplo puede ser cuando se sale de un túnel con el sol de frente. El segundo consiste en una sensación molesta provocada porque la luz que llega a nuestros ojos es demasiado intensa produciendo fatiga visual. Esta es la principal causa de deslumbramiento en interiores. Los efectos que produce sobre las personas son imprecisos, con manifestaciones de variada sintomatología, aunque siempre en contra del bienestar¹⁻³.

Pueden producirse deslumbramientos de dos maneras. La primera es por observación directa de las fuentes de luz. Y la segunda es por observación indirecta o reflejada de las fuentes como ocurre cuando es reflejada en alguna superficie. Ambas están representadas en la figura a continuación³.



Deslumbramiento directo³

Deslumbramiento indirecto³

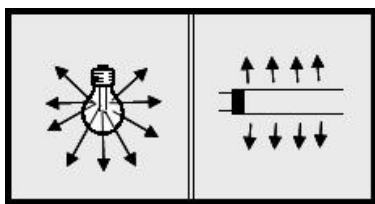
No debemos confundir la luminancia, que como hemos dicho es un concepto subjetivo de la visión, con la iluminancia que, por relacionar dos datos objetivos como el flujo y la superficie sobre la que incide.

A) DESLUMBRAMIENTO DIRECTO.

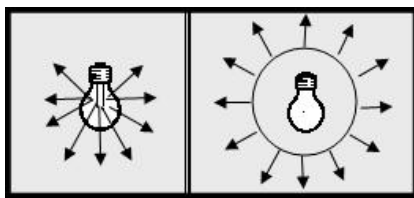
Empecemos por el deslumbramiento directo, que se produce cuando parte de la radiación luminosa que emite una luminaria o sus lámparas, incide directamente en el globo ocular del observador.

En la práctica habitual, es mucho más importante la aplicación eficaz de un conjunto de criterios, básicamente racionales, que cualquier supuesto cálculo exacto si es que pudiera llegarse a hacer de modo unívoco. Estos posibles criterios son los siguientes:

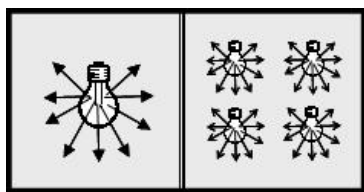
- Usar **lámparas difusoras o de menor luminancia**. Una lámpara incandescente estándar que produzca 1.400 lm es mucho más molesta de observar que un tubo fluorescente con los mismos lúmenes. En consecuencia si el emplazamiento de la lámpara está directamente dentro del campo visual habría que procurar utilizar formatos no puntuales, sean lineales o de tipo globo.



- Utilizar **luminarias con difusores** aumentando la superficie radiante, con el mismo flujo luminoso.

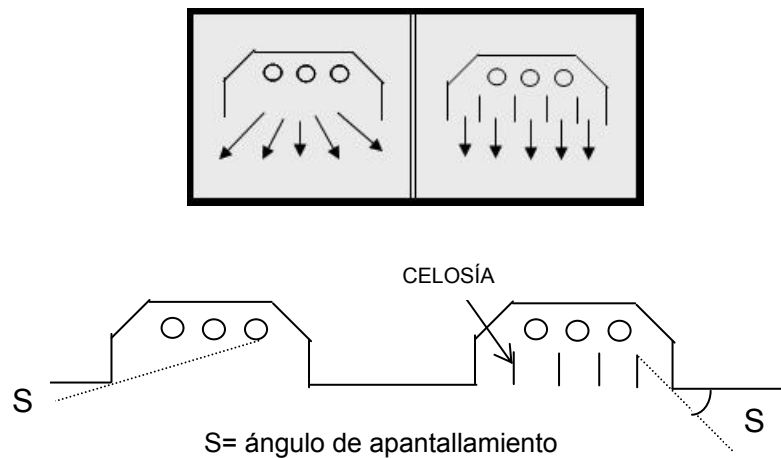


- Utilizar mayor número de **luminarias con menor luminancia**. Una cantidad determinada de flujo luminoso la podemos conseguir con pocas luminarias de gran luminancia, con el consiguiente deslumbramiento.

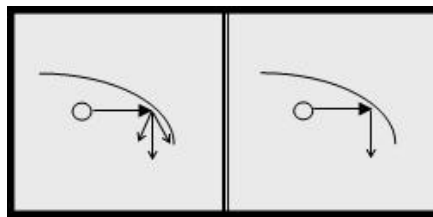


- Utilizar luminarias o proyectores provistos de celosías con **grandes ángulos de apantallamiento**. Esta característica está estrechamente relacionada con el ángulo del haz luminoso, es decir, con el diagrama fotométrico de la luminaria. Se puede impedir la radiación luminosa en una determinada dirección

añadiendo celosías a la luminaria de modo que, modificando su diagrama fotométrico, minimicen su efecto deslumbrante.



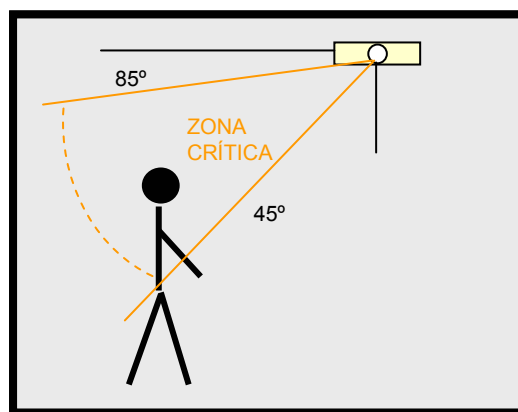
- Usar **reflectores y celosías especulares**. Por idónea que sea la pintura blanca de una luminaria, tenemos la experiencia de que siempre se producen radiaciones incontroladas por las inevitables reflexiones difusas que se producen. El mismo buen sistema óptico de la luminaria con acabados especulares conseguiría una limitación inmejorable de los deslumbramientos directos no deseados. En este caso la repercusión económica es bastante sensible.



❖ DIAGRAMA DE SÖLLNER

Complementando los conceptos generales anteriores queremos tratar con cierto detalle el llamado **Método Europeo de Limitación del Deslumbramiento**. Este método se basa en el conocido Diagrama de Söllner, que cualquier fabricante que se precie debería acompañar con las características de cada una de sus luminarias. Hasta ahora se han dirigido fundamentalmente a alumbrados con pantallas fluorescentes, aunque puede utilizarse perfectamente con cualquier tipo de luminaria.

Estos diagramas muestran el posible deslumbramiento en la zona crítica, la cual está comprendida por un diedro, cuyos planos forman con la vertical de la luminaria los llamados ángulos críticos de 45° y 85° respectivamente.



Ángulos críticos de deslumbramiento

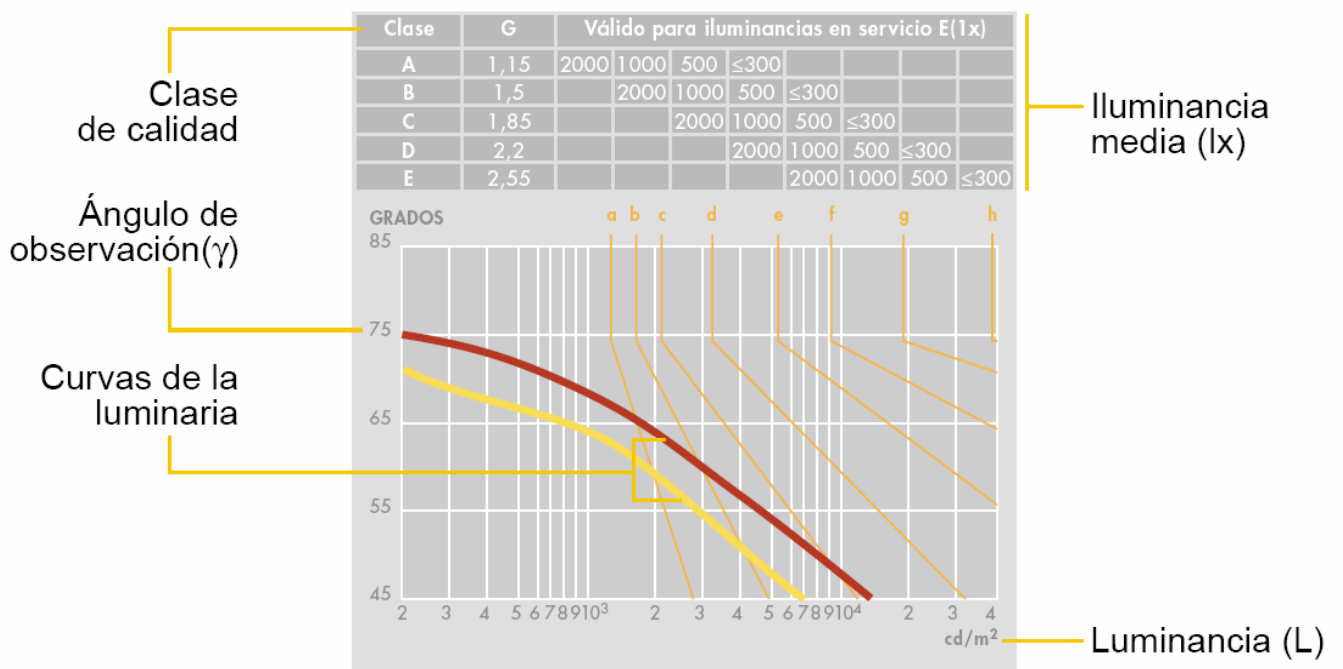
Es decir vamos a definir el ángulo (γ), que pudiera provocar un deslumbramiento en una zona de trabajo o de estar, considerando el tipo de instalación que se vaya a realizar (tipos de lámparas y luminarias y forma de distribución)

El primer dato que el proyectista debe tener claro es el tipo de instalación que persigue. Para ello se establecen varias Clases de Calidad o Niveles de Exigencia, normalmente tres⁵:

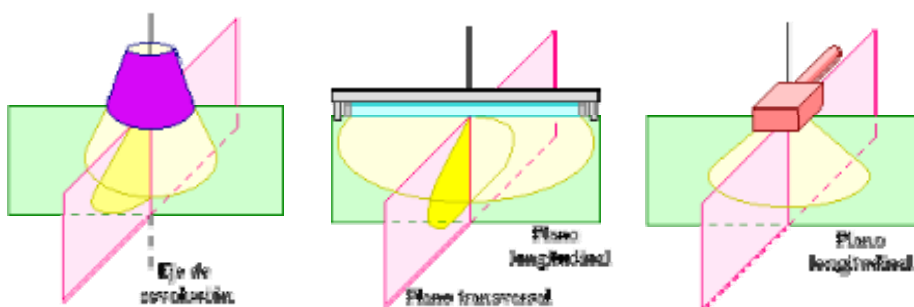
- Clase A, o Nivel 1 para aquellas instalaciones de muy alta calidad.
- Clase B, o Nivel 2 para las que podríamos considerar de alta calidad.
- y, la Clase C, o Nivel 3 para las instalaciones normales.

Estos calificativos son exclusivamente conceptuales, y hay ocasiones en las que se amplía el rango con dos niveles más en sentido decreciente de exigencia.

Una vez decidido este primer argumento se entra en la primera columna de la tabla superior, con la Clase correspondiente, a la vez se define el segundo dato requerido: la iluminancia de cálculo prevista. Para este valor se dan las opciones más comunes expuestas en cuatro o cinco posibilidades^{1,5}. Con ambos datos nos ubicamos en una celda determinada de la parte superior del diagrama, y descendemos en la tabla por la columna, hasta llegar a unas líneas quebradas que se introducen en el gráfico.

Diagrama de Söller de una luminaria⁴.

En el diagrama están representada la curva característica de la luminaria en cuestión. Esta curva recorre aquellos puntos cuyas coordenadas representan la luminancia directa de una fuente luminosa (en abscisas) en cada una de las direcciones del espacio, según el ángulo de observación γ que forma con la vertical (en ordenadas).

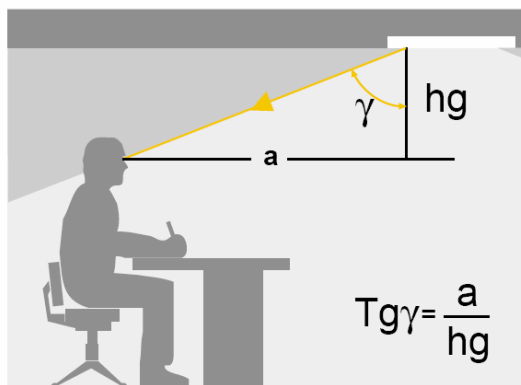
Proyección de luminarias en los planos longitudinal y transversal³.

La línea quebrada, que se ha definido antes no es otra cosa que la línea de referencia, que vendría a mostrar las combinaciones máximas del binomio luminancia-ángulo de observación. De modo que toda luminaria que presente una curva por

debajo de estas mediciones, lo que equivale a estar más cercana al origen de coordenadas, se debe considerar como aceptable a la Clase e Iluminancia previstas.

Cualquier tramo de intersección de la curva con la línea de referencia adoptada, indicaría la inconveniencia por deslumbramiento de esa luminaria en el ángulo α que se forma con la vertical correspondiente a su emplazamiento.

Dicho ángulo puede definirse también mediante la relación de proporción entre las distancias horizontal y vertical que separan la fuente luminosa del observador, presentándose como a/hg .



Representación y relación del ángulo crítico⁴.

B) DESLUMBRAMIENTO REFLEJADO

Las recomendaciones para evitar este tipo de deslumbramiento son fundamentalmente cinco, aunque tengan un fondo común, incluso con el deslumbramiento directo^{1,5}:

- Utilizar en el plano de trabajo superficies de acabado mate y color apropiado a la tarea a realizar. Criterio que se puede hacer extensivo a cualquier paramento en el que se prevea una reflexión en la dirección de la vista.
- La utilización de fuentes de luz no puntuales coopera a disminuir estos malestares.

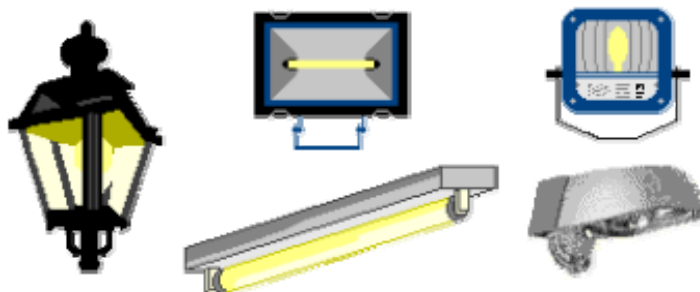
- Evitar el emplazamiento de luminarias en las llamadas zonas prohibidas. Estas zonas serían las del techo del local en las que por reflexión especular del plano de trabajo, se prevea una incidencia de la radiación reflejada sobre el campo de visión del usuario. Probablemente, esta medida, no sea nada fácil de aplicar en muchos casos, lo que no invalida su recomendación.
- Si por las características formales del local no se pudieran eludir las zonas prohibidas, la utilización de luminarias de baja luminancia está en proporción directa con el contraste que se va a producir por reflexión.
- La elección de luminarias que exclusivamente doten de flujos ortogonales a la dirección de la vista, anularía cualquier ángulo de reflexión y sus efectos. Un ejemplo de esta posibilidad sería un salón de actos con proyectores de haz estrecho situados en las partes altas de los paramentos laterales.

3.2.2.- Tipos de luminarias

Las luminarias son aparatos que sirven de soporte y conexión a la red eléctrica a las lámparas. Como esto no basta para que cumplan eficientemente su función, es necesario que cumplan una serie de características ópticas, mecánicas y eléctricas entre otras.

A nivel de óptica, la luminaria es responsable del control y la distribución de la luz emitida por la lámpara. Es importante, pues, que en el diseño de su sistema óptico se cuide la forma y distribución de la luz, el rendimiento del conjunto lámpara-luminaria y el deslumbramiento que pueda provocar en los usuarios, como ya hemos visto.

Otros requisitos que deben cumplir las luminarias es que sean de fácil instalación y mantenimiento. Para ello, los materiales empleados en su construcción han de ser los adecuados para resistir el ambiente en que deba trabajar la luminaria y mantener la temperatura de la lámpara dentro de los límites de funcionamiento. Todo esto sin perder de vista aspectos no menos importantes como la economía o la estética.



Algunos ejemplos de luminarias⁵.

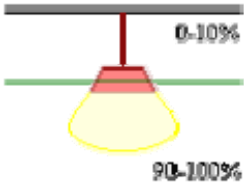
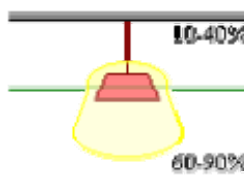
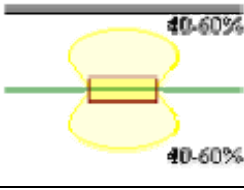
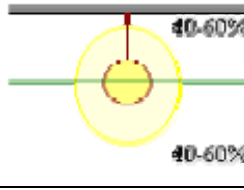
En este tema nos vamos a centrar más en las luminarias utilizadas en el interior, las cuales pueden clasificarse de diversas formas atendiendo a diferentes criterios. También hay que tener en cuenta la diversificación de fabricantes y productos que nos podemos encontrar en este grupo, por lo que nunca podremos realizar un clasificación cerrada.

A) CLASIFICACIÓN SEGÚN LA RADIACIÓN DEL FLUJO LUMINOSO.

Una primera manera de clasificar las luminarias es según el porcentaje del flujo luminoso emitido por encima y por debajo del plano horizontal que atraviesa la lámpara. Es decir, dependiendo de la cantidad de luz que ilumine hacia el techo o al suelo. Según esta clasificación se distinguen seis clases.

- Directa: Cuando el flujo luminoso emitido bajo el plano horizontal que pasa por el vértice de la fuente de luz es igual o superior al 90% del flujo luminoso útil.
- Semi-directa: Cuando el flujo luminoso emitido bajo el plano horizontal que pasa por el vértice de la fuente de luz esta comprendido entre el 60% y el 90% del flujo luminoso útil.
- Directa – Indirecta: Cuando el flujo luminoso emitido bajo el plano horizontal que pasa por el vértice de la fuente de luz esta comprendido entre el 40% y el 60% del flujo luminoso útil. Pero apenas emite en sentido horizontal.
- General difusa: Igual que la anterior solo se diferencia en la emisión en el plano horizontal.

- Semi – Indirecta: Cuando el flujo luminoso emitido bajo el plano horizontal que pasa por el vértice de la fuente de luz esta comprendido entre el 10% y el 40% del flujo luminoso útil.
- Indirecta: Cuando el flujo luminoso emitido bajo el plano horizontal que pasa por el vértice de la fuente de luz, es inferior del flujo luminoso útil.

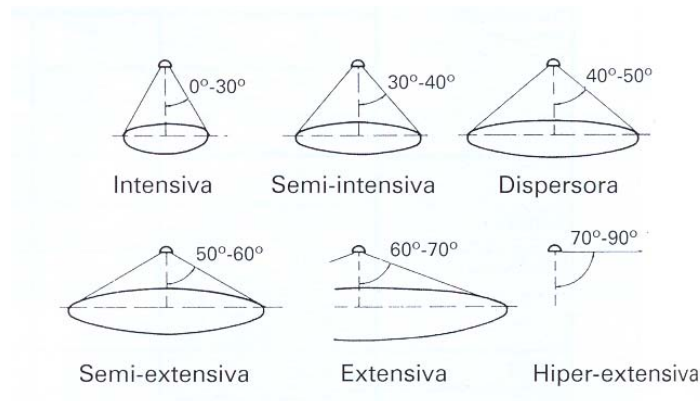
DIRECTA		SEMI- DIRECTA	
DIRECTA-INDIRECTA		GENERAL DIFUSA	
SEMI-INDIRECTA		INDIRECTA	

Clasificación de luminarias en función de la radiación del flujo luminoso³.

B) CLASIFICACIÓN SEGÚN EL ÁNGULO DE APERTURA.

Según el ángulo con el que se diseñen las luminarias influenciarán en el diseño de la estancia, ya que afectan tanto a la iluminancia y a la luminancia de esta.

ÁNGULO DE APERTURA	DESCRIPCIÓN
0° a 30°	INTENSIVA
30° a 40°	SEMI-INTENSIVA
40° a 50°	DISPERSORA
50° a 60°	SEMI-EXTENSIVA
60° a 70°	EXTENSIVA
70 a 90°	HIPER-EXTENSIVA



Luminarias según ángulo de apertura²

C) CLASIFICACIÓN EN FUNCIÓN DE LOS TIPOS GENÉRICOS DE LUMINARIAS.

- Pantallas fluorescentes para formatos clásicos de tubos o de formato reducido para lámparas compactas.



Pantalla fluorescente⁶

- Proyectores con lámparas halógenas, fluorescentes compactas, halogenuros y sodio blanco.



Proyector⁶

Todos ellos pueden llevar:

- Reflectores simétricos o asimétricos (bañadores de pared).



Reflector asimétrico⁷

- Posibilidad de incluir difusores, celosías o filtros,



Pantalla con celosía y difusores⁶

- y con posibilidad de ser fijos u orientables.



Luminaria con focos orientables⁶

D) CLASIFICACIÓN SEGÚN LA UBICACIÓN DE LAS LUMINARIAS

- Luminarias de empotrar y de superficie con luz descendente o directa (downlights): simétricos y asimétricos (bañadores de pared).



Foco empotrado en techo⁷

- Carriles o railes monofásicos y trifásicos, y minirailes de 12 V. Para soporte de proyectores fundamentalmente.



Carril monofásico⁶

- Luminarias suspendidas con radiación directa, indirecta o mixta. Desde emplazamiento fijo e incluso desde railes.



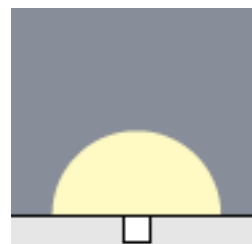
Luminaria suspendida⁶

- Luminarias de pared con luz directa, indirecta (bañadores de techo) o mixta.



Bañador de pared⁵

- Luz indirecta desde el suelo (uplights) que se empotran en el pavimento.



Uplight⁷

- Lámparas de pie y sobremesa con todas las variantes de radiación, si bien la más extendida es la indirecta.

3.3. SISTEMAS DE ALUMBRADO.

Cuando un punto de luz se enciende, el flujo emitido puede llegar a los objetos de la sala directa o indirectamente por reflexión en paredes y techo. La cantidad de luz

que llega directa o indirectamente determina los diferentes sistemas de iluminación con sus ventajas e inconvenientes.

- O La **iluminación directa**: Se produce cuando todo el flujo luminoso va dirigido hacia el suelo. Es el sistema más económico de iluminación y el que ofrece mayor rendimiento luminoso. El problema reside en que el riesgo de deslumbramiento directo es muy alto, provocando produce sombras duras poco agradables para la vista. Se consigue utilizando luminarias directas, o semidirectas.

- O En la **iluminación indirecta** la mayor parte del flujo luminoso se dirige hacia el suelo y el resto es reflejada en techo y paredes. En este caso, las sombras son más suaves y el deslumbramiento es menor. Sólo es recomendable para techos que no sean muy altos y sin claraboyas puesto que la luz dirigida hacia el techo se perdería por ellas.

Existen otros sistemas de iluminación que son combinación de los anteriores. Si el flujo se reparte al cincuenta por ciento entre procedencia directa e indirecta hablamos de iluminación difusa. El riesgo de deslumbramiento es bajo y no hay sombras, lo que le da un aspecto monótono a la sala y sin relieve a los objetos iluminados. Para evitar las pérdidas por absorción de la luz en techo y paredes es recomendable pintarlas con colores claros o mejor blancos.

Cuando la mayor parte del flujo proviene del techo y paredes tenemos la iluminación semiindirecta. Debido a esto, las pérdidas de flujo por absorción son elevadas y los consumos de potencia eléctrica también, lo que hace imprescindible pintar con tonos claros o blancos. Por contra la luz es de buena calidad, produce muy pocos deslumbramientos y con sombras suaves que dan relieve a los objetos.

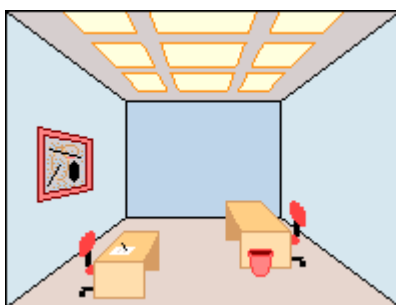
Por último tenemos el caso de la iluminación indirecta cuando casi toda la luz va al techo. Es la más parecida a la luz natural pero es una solución muy cara puesto que las pérdidas por absorción son muy elevadas. Por ello es imprescindible usar pinturas de colores blancos con reflectancias elevadas.

3.4 MÉTODOS DE ALUMBRADO

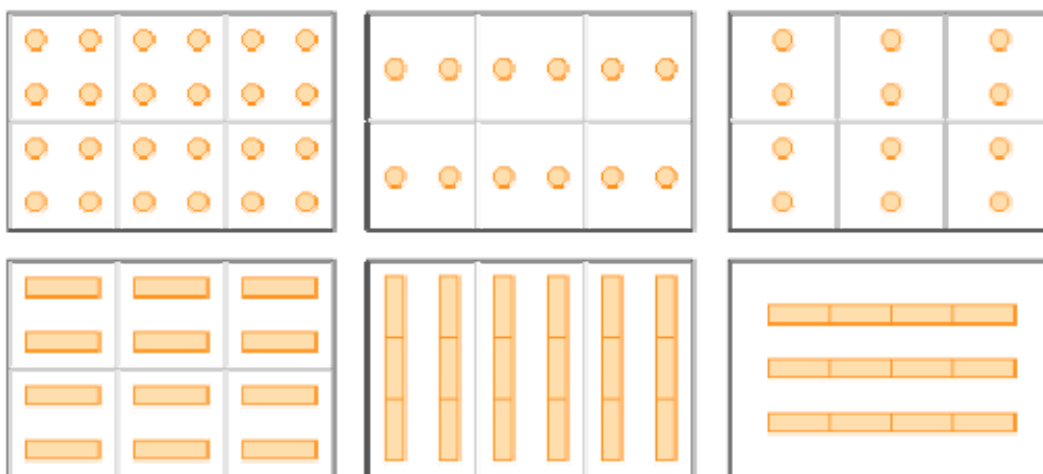
Además de lo indicado en el alumbrado de interiores existen tres sistemas relacionados con la distribución de la luz sobre el área que hay que iluminar. Estos tres métodos son los siguientes:

A) Alumbrado general.

Proporciona una iluminación uniforme sobre toda el área localizada. La distribución más habitual es colocar las luminarias de forma simétrica en filas. Cuando se emplean lámparas fluorescentes puede resultar una colocación de luminarias en líneas continuas. Este sistema presenta la ventaja de que la iluminación es independiente de los puestos de trabajo, por tanto la distribución se puede realizar de forma más flexible. Mientras que presentan el inconveniente que la iluminancia media debe corresponder al los niveles más altos ^{1,3}.



Alumbrado general³



Distribución de luminarias en alumbrado general³.

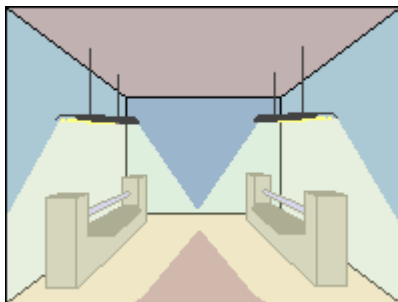
Es el método más extendido y se usa habitualmente en locales públicos como pueden ser: oficinas, centros de enseñanza, fábricas o comercios.

B) Alumbrado general localizado.

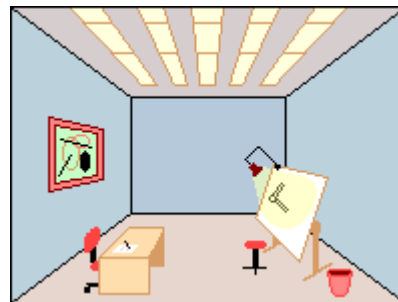
Proporciona una distribución no uniforme de la luz de manera que esta se concentra sobre las áreas de trabajo. El resto del local, formado principalmente por las zonas de paso se ilumina con una luz más tenue. Se consiguen así importantes ahorros energéticos puesto que la luz se concentra allá donde hace falta. Claro que esto presenta algunos inconvenientes respecto al alumbrado general.

En primer lugar, si la diferencia de luminancias entre las zonas de trabajo y las de paso es muy grande se puede producir deslumbramiento molesto. El otro inconveniente es qué pasa si se cambian de sitio con frecuencia los puestos de trabajo; es evidente que si no podemos mover las luminarias tendremos un serio problema^{1,3}.

Podemos conseguir este alumbrado concentrando las luminarias sobre las zonas de trabajo. Una alternativa es apagar selectivamente las luminarias en una instalación de alumbrado general.



Alumbrado general localizado³



Alumbrado localizado³

C) Alumbrado localizado.

Cuando necesitamos una iluminación suplementaria cerca de la tarea visual para realizar un trabajo concreto. El ejemplo típico serían las lámparas de escritorio. Recurriríamos a este método siempre que el nivel de iluminación requerido sea superior a 1000 lux., haya obstáculos que tapen la luz proveniente del alumbrado

general, cuando no sea necesaria permanentemente o para personas con problemas visuales. Un aspecto que hay que cuidar cuando se emplean este método es que la relación entre las luminancias de la tarea visual y el fondo no sea muy elevada pues en caso contrario se podría producir deslumbramiento molesto.



Relación entre el alumbrado general y el localizado³

Bibliografía

1. Cálculo y Normativa de la Instalaciones en las Edificaciones. L.J. Arizmendi. Eunsa. 2005
2. Instalaciones Eléctricas de Interior. J. Moreno Gil, D. Lasso Tárraga, C. Fernández García. Ed.: Thompson-Paraninfo. 2004
3. J. García Fernández. Oriol Box.
4. Ornalux. Apéndices de Información Técnica.
5. Catálogo OSRAM. Principios y Cálculos.
6. Dialux 4.2. Programa y catálogo comercial.
7. ERCO Light Scout.
8. Comité español de iluminación. Aplicaciones eficientes de luminarias. *Cuadernos de eficiencia energética en iluminación*. IDAE, pp 1-85. 1996.
9. Stephen Westland, 2001. <http://www.gusgum.com>.

Bibliografía General

- Normativa Específica Iberdrola. Compañía Eléctrica Iberdrola.
- Guía Técnica de Aplicación REBT. Consultoría y documentación Digital S.L., Valencia, 2004.
- J.L. Arizmendi Barnes. Cálculo y Normativa de las Instalaciones en la Edificación. Ed. Tebar, 2005.
- Instalaciones eléctricas. J. A. Sánchez Carrasco. Arquitecto.
- Catálogos comerciales. Legrand, Merlin Gerin, Cahor Española, GE Electric.
- Ministerio de Ciencia y Tecnología. Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Ed. Paraninfo, Madrid, ministerio de ciencia y tecnología, edition, 2002.
- Universidad Nacional de Ingeniería de Perú. <http://intercon2011.blogspot>.
- UNESA. Asociación Española de la Industria Eléctrica.
- C. Monzón Merencio J. Moreno Gil, C. Fernández García. Manual Técnico del Electricista. PLC Madrid, 2004.
- Uriarte Enclosures s.a. Catálogo Uriarte Safybox. www.safybox.com.
- Schneider Electric. Manual teórico-práctico Schneider. Instalaciones en Baja Tensión.
- E. Carrasco Sánchez. Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión en Edificios de Viviendas. Ed. Tebar, Madrid, 2008.
- F. Martín Sánchez. Nuevo Manual de Instalaciones Eléctricas. Ed. A.Madrid Vicente, Madrid, 2003.
- La Reglamentación ICT y su aplicación práctica en inmuebles. P.Pastor. Fundación Tecnologías de la información. 2001.
- Técnicas y Procesos en las Instalaciones Singulares de los Edificios. I. Gormaz. Ed.: Thomson-Paraninfo. 2002.
- Técnicas y Procesos en las Instalaciones Singulares de los Edificios. I. Gormaz. Ed.: Thomson-Paraninfo. 2002.
- Instalaciones Eléctricas de Interior. J. Moreno Gil, D. Lasso Tárraga, C. Fernández García. Ed.: Thompson-Paraninfo. 2004

- J. García Fernández. Oriol Box.
- Ornalux. Apéndices de Información Técnica.
- Catálogo OSRAM. Principios y Cálculos.
- Dialux 4.2. Programa y catálogo comercial.
- ERCO Light Scout.
- Comité español de iluminación. Aplicaciones eficientes de luminarias. Cuadernos de eficiencia energética en iluminación. IDAE, pp 1-85. 1996.
- Stephen Westland, 2001. <http://www.gusgum.com>.

