

# CUADERNOS INTEMAC

**Recintos y huecos para instalaciones en edificios de viviendas**

**Service shafts and spaces in residential buildings**

Gonzalo Marín Estévez  
Ingeniero del ICAI



METIRE UT SCIAS

**INTEMAC**

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

**N.º 60**

**4.º TRIMESTRE '05**



INTEMAC

## INSTITUTO TÉCNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

CONTROL DE PROYECTO

CONTROL DE OBRA

GARANTÍA DE CALIDAD

( O.C.T. ) CONTROL PARA EL SEGURO DE DAÑOS

INFORMES DE PATOLOGÍA, REHABILITACIÓN Y REFUERZOS DE CONSTRUCCIONES

OBRAS PÚBLICAS  
EDIFICACIÓN  
INSTALACIONES



INTEMAC  
A U D I T

## AUDITORIA TÉCNICO-ECONÓMICA DE CONSTRUCCIONES

- ASESORÍA EN EL PLANTEAMIENTO Y EN LA CONTRATACIÓN DE LA OBRA
- SEGUIMIENTO DE COSTOS Y PLAZOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN
- VALORACIONES DE TERRENOS, INMUEBLES Y CONSTRUCCIONES
- AUDITORÍAS DE TRABAJOS PARCIALES Y DE LIQUIDACIÓN DE LA OBRA



INTEMAC  
E C O

## AUDITORÍA TÉCNICA MEDIOAMBIENTAL

CONTROL DE IMPACTO AMBIENTAL

Obras Públicas  
Edificación  
Instalaciones

CONTROL DE CALIDAD AMBIENTAL

Aire  
Agua  
Ruido

AUDITORÍA MEDIOAMBIENTAL

ASESORAMIENTO EN MATERIA DE MEDIO AMBIENTE

---

## RECINTOS Y HUECOS PARA INSTALACIONES EN EDIFICIOS DE VIVIENDAS

---

### SERVICE SHAFTS AND SPACES IN RESIDENTIAL BUILDINGS



Gonzalo Marín Estévez  
Ingeniero del ICAI  
ICAI Engineer

---

Copyright © 2005, INTEMAC

Todos los derechos reservados. Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida o distribuida de ninguna manera ni por ningún medio, ni almacenada en base de datos o sistema de recuperación, sin el previo permiso escrito del editor.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced or distributed in any form or by any means, or stored in a data base or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

ISSN 1133 - 9365

Depósito legal: M-28570-2006

Invoprint, s.l.

## CONTENTS

1. INTRODUCTION
2. LOW VOLTAGE ELECTRICITY
  - 2.1 ENCLOSURE FOR THE DISTRIBUTION COMPANY'S TRANSFORMER STATION
  - 2.2 MAINS BREAKER BOXES
  - 2.3 MAIN FEEDERS
  - 2.4 METERS
  - 2.5 INDIVIDUAL BRANCH LINES
3. HEATING
  - 3.1 NATURAL DRAUGHT ATMOSPHERIC BOILERS
  - 3.2 NATURAL DRAUGHT ATMOSPHERIC BOILERS WITH COMMUNAL STACKS
  - 3.3 FORCED DRAUGHT ATMOSPHERIC BOILERS
  - 3.4 ROOM-SEALED BOILERS WITH INDIVIDUAL AIR INLETS AND COMBUSTION GAS EVACUATION
  - 3.5 ROOM-SEALED BOILERS WITH COMMUNAL AIR INLETS AND COMBUSTION GAS EVACUATION
4. GAS
  - 4.1 REGULATOR CUPBOARD
  - 4.2 METERS
  - 4.3 INDIVIDUAL RISERS
5. PLUMBING
  - 5.1 MAIN METER AND COCKS
  - 5.2 FEEDER PIPE AND MAIN MANIFOLD
  - 5.3 METER BANKS
  - 5.4 BOOSTER SET AND WATER TREATMENT ENCLOSURE
  - 5.5 RISERS
6. DRAINAGE
  - 6.1 DOWNPIPE AND VENTING SYSTEMS
  - 6.2 PUMP WELL
7. FIRE PROTECTION
  - 7.1 DETECTION AND ALARM
  - 7.2 PORTABLE EXTINGUISHERS
  - 7.3 HOSE REEL CABINETS
  - 7.4 DRY PIPE
8. SOLAR WATER HEATER
  - 8.1 SOLAR PANELS
  - 8.2 PLANT ROOM
  - 8.3 DISTRIBUTION SYSTEM
9. TELECOMMUNICATIONS
  - 9.1 GENERAL SERVICE CONNECTION
  - 9.2 LOWER CONNECTION DUCT
  - 9.3 UPPER CONNECTION DUCT
  - 9.4 LOWER (RITI), UPPER (RITS) AND SINGLE (RITU) CABLE BAYS
  - 9.5 MAIN DUCT AND SECONDARY HAND HOLES
10. GARAGES VENTILATION
  - 10.1 FAN ENCLOSURES
  - 10.2 EXTRACTION STACKS
11. HVAC-READY FACILITY
12. OTHER SPACE

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN
2. ELECTRICIDAD EN BAJA TENSIÓN
  - 2.1 RESERVA DE LOCAL PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE LA COMPAÑÍA DISTRIBUIDORA
  - 2.2 CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN
  - 2.3 LÍNEAS GENERALES DE ALIMENTACIÓN
  - 2.4 CONTADORES
  - 2.5 DERIVACIONES INDIVIDUALES
3. CALEFACCIÓN
  - 3.1 CALDERAS ATMOSFÉRICAS DE TIRO NATURAL CON CHIMENEAS INDIVIDUALES
  - 3.2 CALDERAS ATMOSFÉRICAS DE TIRO NATURAL CON CHIMENEAS COLECTIVAS
  - 3.3 CALDERAS ATMOSFÉRICAS DE TIRO FORZADO
  - 3.4 CALDERAS ESTANCAS CON ENTRADA DE AIRE Y EVACUACIÓN DE LOS PDC INDIVIDUALES
4. GAS
  - 4.1 ARMARIO DE REGULACIÓN
  - 4.2 CONTADORES
  - 4.3 MONTANTES INDIVIDUALES
5. FONTANERÍA
  - 5.1 CONTADOR GENERAL Y SUS LLAVES.
  - 5.2 TUBO DE ALIMENTACIÓN Y DISTRIBUIDOR PRINCIPAL
  - 5.3 CENTRALIZACIONES DE CONTADORES
  - 5.4 LOCAL DEL GRUPO DE PRESIÓN Y EQUIPO DE TRATAMIENTO DE AGUA
  - 5.5 ASCENDENTES O MONTANTES
6. SANEAMIENTO
  - 6.1 RED DE BAJANTES Y VENTILACIÓN
  - 6.2 POZO DE BOMBEO
7. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS
  - 7.1 DETECCIÓN Y ALARMA
  - 7.2 EXTINTORES PORTÁTILES
  - 7.3 BOCAS DE INCENDIO EQUIPADAS
  - 7.4 COLUMNA SECA
8. ENERGÍA SOLAR PARA USOS TÉRMICOS
  - 8.1 PANELES SOLARES
  - 8.2 SALA DE MÁQUINAS
  - 8.3 RED DE DISTRIBUCIÓN
9. TELECOMUNICACIONES
  - 9.1 PUNTO DE ENTRADA GENERAL
  - 9.2 CANALIZACIÓN DE ENLACE INFERIOR
  - 9.3 CANALIZACIÓN DE ENLACE SUPERIOR
  - 9.4 RECINTOS DE INSTALACIONES DE TELECOMUNICACIONES INFERIOR (RITI), SUPERIOR (RITS) Y ÚNICO (RITU)
  - 9.5 CANALIZACIÓN PRINCIPAL Y REGISTROS SECUNDARIOS
10. VENTILACIÓN DE APARCAMIENTOS
  - 10.1 LOCALES DE EXTRACTORES
  - 10.2 CHIMENEAS DE EXTRACCIÓN
11. PREINSTALACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO
12. OTROS HUECOS

## ABSTRACT

*The amount of space required for service equipment, wiring and ducting in residential buildings has been steadily rising. This trend is mirrored in the replacement of somewhat outdated regulations with new and increasingly restrictive and specific legislation in this respect.*

*Making - albeit approximate - provision from the initial design phase for the number and size of such spaces is essential to prevent the additional effort involved in subsequent changes in design, not to mention the cost and risk of inappropriate solutions inherent in on-site variations.*

## 1. INTRODUCTION

Services, which have become increasingly important in buildings in general and residential buildings in particular, are subject to a series of rules and regulations that explicitly include specific requirements on the location and size of enclosures for housing equipment and components, as well as shafts and penetrations for wiring and ducting. As a result, residential building designers must be particularly mindful of the respective requirements and make provision for all the premises and ducting shafts needed to install services in an orderly manner to avoid possible inter-service interference.

This Review compiles the requirements laid down in the applicable legislation for the services generally installed in blocks of flats, specifying solely and exclusively the minimum size of enclosures and ducting shafts in communal areas for both building communal services as a whole and any ducting required between the service connection point for utilities, as appropriate, and the point of entry into flats and storefronts.

## 2. LOW VOLTAGE ELECTRICITY

The requirements are laid down in Spanish Technical Codes ITC-BT-13, ITC-BT-14, ITC-BT-15 and ITC-BT-16, found in the existing Low Voltage Electricity Regulations (Spanish initials, REBT) and Article 47 of RD 1955/2000 regulating the transmission, distribution, retailing, supply and authorization procedures for electric power facilities, which are transcribed and discussed in the sections below.

### 2.1. ENCLOSURE FOR THE DISTRIBUTION COMPANY'S TRANSFORMER STATION

According to the applicable regulations, when the power supply requested is over 100 kW the developer must provide an enclosure in the building for the distributor's transformer station. In practice, distributors seldom exercise that right, inasmuch as the power provided by the transformer stations envisaged in town planning designs usually suffices.

Where the distributor does exercise its right in this respect, the enclosure must be built to its specific standards. Consequently, designers should address any inquiries on dimensions to the distributor itself.

By way of example, the general criterion followed by the different companies' specific standards is that the enclosure must be able to accommodate a rectangular parallelepiped with the following minimum dimensions:

HIGHEST VOLTAGE REQUIRED	No. OF TRANSF.	DIMENSIONS			
		LENGTH (m)	WIDTH (m)	HEIGHT (m)	AREA (m <sup>2</sup> )
≤ 24 kV	1	5.00	3.00	2.65	15.00
	2	6.00	3.50	2.65	21.00
> 24 and ≤ 36 kV	1	5.00	3.00	2.80	15.00
	2	6.50	4.00	2.80	26.00

## RESUMEN

Los servicios necesarios en los edificios de viviendas exigen cada vez huecos y recintos de mayor tamaño para la disposición de los equipos y el paso de las redes y las canalizaciones. Esta tendencia se está reflejando en la normativa que va apareciendo en sustitución de reglamentos de cierta antigüedad, cada vez más restrictiva y específica a la hora de determinar estos espacios.

Prever desde la fase inicial del proyecto el número y las dimensiones de estos espacios, aun de forma aproximada en algunos casos, es fundamental para evitar el trabajo adicional que suponen los cambios de diseño en fases posteriores del proyecto o, aún peor, las variaciones durante la ejecución de las obras, que pueden resultar muy costosas y conducir a soluciones inapropiadas.

## 1. INTRODUCCIÓN

Es evidente que las instalaciones tienen cada vez más importancia en las construcciones en general y en edificios de viviendas en particular, estando reguladas por una serie de normas y reglamentos que incluyen expresamente requisitos específicos de ubicaciones y tamaños de recintos para alojar los distintos equipos y componentes, así como de huecos y pasos para el montaje de redes y canalizaciones. En estas condiciones el proyectista de edificios de viviendas debe tener muy en cuenta las exigencias correspondientes y prever los recintos y huecos necesarios para el montaje de las instalaciones de forma ordenada y sin que se produzcan interferencias entre las mismas.

En este Cuaderno se recopilan los requisitos establecidos en las diferentes normas y reglamentos de aplicación, relativos a las instalaciones habituales en edificios de viviendas en bloque, en lo que se refiere única y exclusivamente a las necesidades mínimas de tamaño de recintos y huecos de paso en zonas generales y de uso común, desde los puntos de entrega de los suministros, en su caso, hasta los puntos de entrada a viviendas y locales, además de los que corresponden a instalaciones comunes del conjunto de la edificación.

## 2. ELECTRICIDAD EN BAJA TENSIÓN

Los requisitos se establecen en las Instrucciones Técnicas ITC-BT-13, ITC-BT-14, ITC-BT-15 e ITC-BT-16 del vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (R.E.B.T.), así como en el artículo 47 del R.D. 1955/2000 por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, que se transcriben y comentan en los siguientes apartados:

### 2.1. RESERVA DE LOCAL PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE LA COMPAÑÍA DISTRIBUIDORA

La reglamentación aplicable establece, cuando la potencia del suministro solicitado sea superior a 100 kW, la obligación del promotor de reservar un local en el edificio para su uso como Centro de Transformación por la Compañía Distribuidora. En la práctica, es poco frecuente que las Compañías Distribuidoras hagan uso de este derecho, por ser suficientes las previsiones de potencia consideradas para sus Centros de Transformación en los proyectos de urbanización.

En los casos en los que la Compañía Distribuidora hiciera uso de este derecho, el local debe adecuarse a las normas particulares de la Empresa Distribuidora, por lo que debe consultarse con ésta para establecer sus dimensiones.

A modo de ejemplo, el criterio general establecido por diferentes compañías en sus Normas Particulares para fijar las dimensiones mínimas del local, es que pueda ubicarse en él un paralelepípedo rectangular de las siguientes dimensiones mínimas:

TENSIÓN MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL	Nº DE TRAFOS	DIMENSIONES			
		LONGITUD (m)	PROFUNDIDAD (m)	ALTURA (m)	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )
≤ 24 kV	1	5,00	3,00	2,65	15,00
	2	6,00	3,50	2,65	21,00
> 24 y ≤ 36 kV	1	5,00	3,00	2,80	15,00
	2	6,50	4,00	2,80	26,00

## 2.2 MAINS BREAKER BOXES

Mains breaker boxes house the protection elements (fuses) for the building's main feeder lines and mark the point where the consumer-owned side of the power system begins.

They should have permanent open access and be preferably installed in a recess in the facade placed no more than 30 cm off the finished pavement, measured from the bottom or lower side. When the facade is not bounded by a public thoroughfare, the main circuit breaker box or boxes are to be sited on the boundary between the public and private property.

One box is to be provided per main feeder and no more than two boxes may be installed in any given recess. Designers should bear in mind that suppliers usually limit power to 160 - 170 kW (250 A) per line. Where more than two main boxes are required, they may be installed in several different buildings; other technical solutions (such as vertical triple pole fuse bases) may also be used, subject to agreement between the owners and the electric power company.

In any event the recess in the facade does not generally pose problems in light of the fairly small dimensions involved: approximately 600x600x200 mm (WxHxD) for a 250-A main fuse box, which is suitable for power of up to 160 kW, or 1000x1000x300 mm (WxHxD) for a vertical 3-pole base with six outlets.

Sample characteristics of a main fuse box for fuses of up to 250 A and a vertical 3-pole fuse base with six outlets for fuses of up to 250-A in each outlet are given in figures 1 and 2.

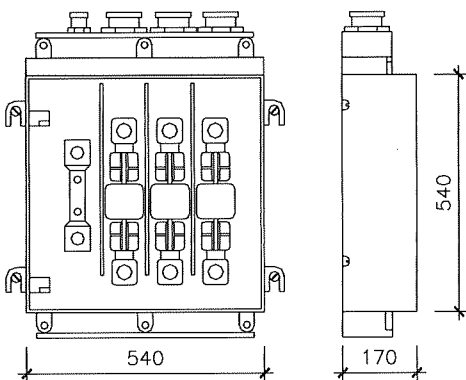


Figure 1

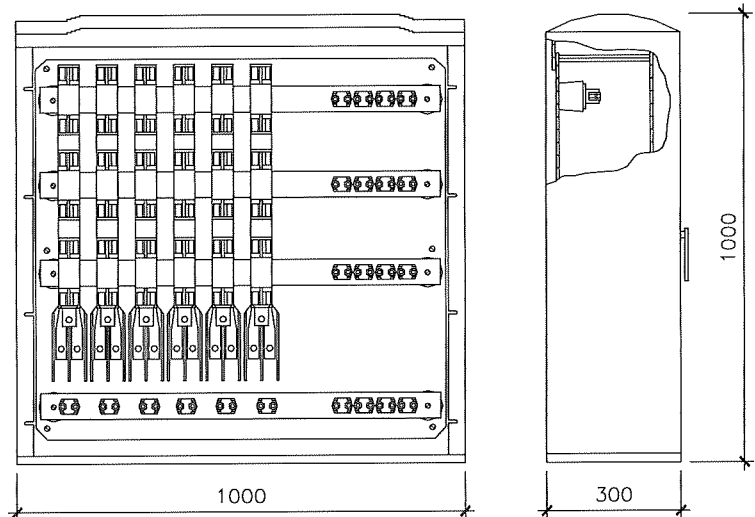


Figure 2

When the transformer station is located in the building itself, the main fuse box may be replaced by a low voltage switchboard installed in the transformer station enclosure.

## 2.3. MAIN FEEDERS

These are the lines that connect the mains breaker boxes or vertical 3-pole fuse bases to the meter bank.

The lie of these lines should be as short and straight as possible, and must necessarily run across communal areas. Since they are generally laid inside exposed, embedded or underground pipes or in protective ducting, no specific space needs to be reserved for this purpose. When the main feeder runs vertically (where meters are



## 2.2. CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN

Las Cajas Generales de Protección (CGP) son las que alojan los elementos de protección (fusibles) de las Líneas Generales de Alimentación (LGA) al edificio y marcan el inicio de la propiedad de la instalación privada.

Deben instalarse preferentemente en fachadas exteriores, en lugares de libre y permanente acceso, dentro de un nicho en la pared, cuya parte inferior se situará a una altura mínima de 30 cm. sobre la cota de suelo terminado. En los casos en que la fachada no linde con la vía pública, la o las Cajas Generales de Protección se situarán en el límite entre las propiedades pública y privada.

Se dispondrá una Caja por cada Línea General de Alimentación y no más de dos por cada nicho, debiendo tenerse en cuenta que es habitual la limitación de potencia por parte de las Compañías Suministradoras a 160 - 170 kW. (250 A) por línea. En los casos en los que se precisen más de dos Cajas Generales de Protección podría optarse por distribuir las entre diferentes portales o utilizar otras soluciones técnicas (tipo Base Tripolar Vertical - BTV) previo acuerdo entre la Propiedad y la Compañía Suministradora.

En cualquier caso la previsión del hueco en la fachada no suele ser problemática dadas las dimensiones requeridas que aproximadamente son de 600x600x200 mm. (AxHxF) para una Caja General de Protección de 250 A, que resulta adecuada para una potencia máxima de 160 kW ó de 1000x1000x300 mm. (AxHxF) para una BTV-6 con seis salidas.

En las figuras nº1 y 2 pueden observarse sendos ejemplos de características de una Caja General de Protección para fusibles de hasta 250 A y de una Base Tripolar Vertical para seis salidas BTV-6 con fusibles por cada una de ellas de hasta 250 A.

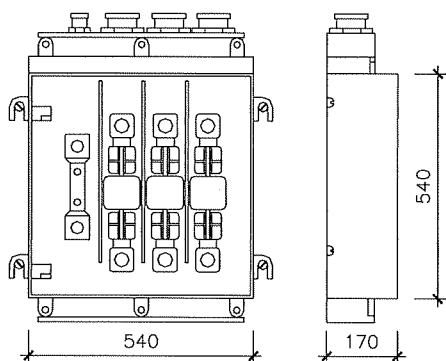


Figura 1

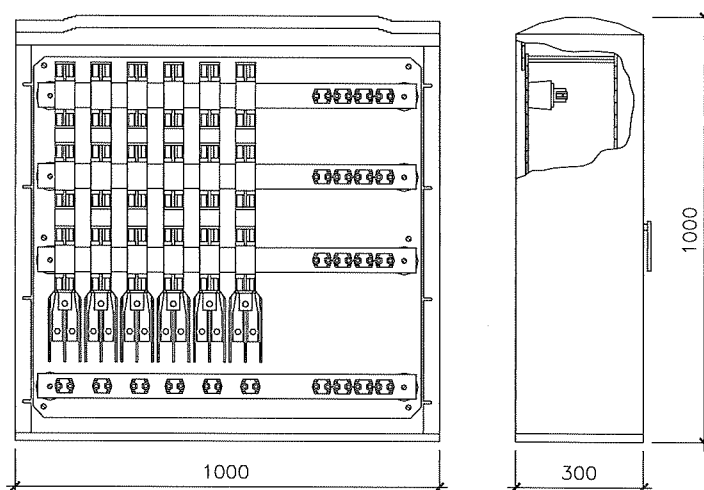


Figura 2

Debe señalarse, por último, que en el caso de que el Centro de Transformación desde el que se da servicio se encuentre dentro del propio edificio no es preceptiva la previsión de la Caja General de Protección pudiendo utilizarse como protección los fusibles del Cuadro de Baja Tensión de dicho Centro.

## 2.3. LÍNEAS GENERALES DE ALIMENTACIÓN

Son las líneas que enlazan las Cajas Generales de Protección (CGP) o las Bases Tripolares Verticales (BTV) con las Centralizaciones de Contadores.

Los trazados de dichas líneas deben ser lo más corto y rectilíneo posible, discurriendo obligatoriamente por zonas de uso común. Habitualmente se canalizan bajo tubo, en montaje superficial, empotrado o enterrado o bien en canales protectoras, por lo que no se requiere un espacio o hueco específico. Únicamente debe destacarse que cuando la Línea General de Alimentación discorra verticalmente (p.e. en los casos de concentración de contadores por plan-

grouped by storey, for instance), it must be laid inside a masonry shaft or duct embedded in or attached to the stairwell (except where the stairway is a fire compartment pursuant to the provisions of NBE-CPI-96) or other communal areas. Such ducts must measure at least 30x30 cm.

The following table gives the protection pipe diameters for the most common feeder sections, as well as the maximum power that can be supplied by each section, for the intents and purposes of estimating spatial needs:

Feeder section (mm <sup>2</sup> )	Pipe diameter (mm)	Maximum power (kW)
3.5x50	125	100
3.5x70	140	120
3.5x95	140	150
3.5x120	160	160

## 2.4. METERS

Meters are the elements installed to measure the electric power consumed by users.

They may be installed in a specific enclosure or in a cabinet (for no more than 16 units), grouped by building (the most common solution) or by storey. The following requirements must be met:

### a) Enclosure:

- It must be located on the ground storey, mezzanine or first basement (except where meters are grouped by storey).
- It must be readily and freely accessible and used exclusively for this purpose (with the exception of the communal area switchboard)
- It may never be used as a through-way to other premises.
- The minimum height is 2.30 m and the walls where meters are mounted must be at least 1.5 m wide. The minimum distance between the outer edge of the meters and the opposite wall is 1.10 m and between meters and adjacent walls, 20 cm. A further 30 cm must be provided where meters are mounted on two walls and 60 cm where three walls are used.
- The door to the enclosure must swing outwardly and measure at least 0.7x2.0 m.

The most common meter panel module dimensions and layouts, in turn, are as follows:

- Group of up to 4 rows and four columns of meters for use in buildings with up to 15 single phase connections: 65x200x20 cm (WxHxD)
- Group of up to 4 three phase meters for communal services: 65x160x20cm (WxHxD).

Provision must also be made for the box that houses the entrance switch (one per bank or group), measuring approximately 36x36x20 cm (WxHxD), which is attached to the bottom of the respective bank bars.

Since none of the above meter groupings is over 2.0 m high, even taking account of the requirement for the bottom of the lowest row to be at least 0.25 m off the floor, the 2.3-m minimum height specified for the enclosure suffices for most situations. The plan view dimensions, in turn, must be computed on the basis of the meter group layout, considering that the maximum width of the usual 4 to 15 single phase meters is no more than 65 cm.

The following modules or groupings would be needed for a standard building or complex with up to 30 flats, a garage and two storefronts: 2 banks of 15 single phase meters for the flats (~ 65x20 cm – WxD per bank), a bank of 4 three phase meters for communal services, garage and two store fronts (~ 65x20 cm – WxD) and an

ta) lo hará por el interior de una canaladura o conducto de obra de fábrica empotrado o adosado al hueco de escalera (salvo que la escalera constituya un recinto protegido conforme a lo indicado en la NBE-CPI-96) o lugares de uso común, con unas dimensiones mínimas de 30x30 cm.

A efectos estimativos de necesidades de espacio se relacionan en la siguiente tabla los diámetros de los tubos de protección para las secciones más habituales de líneas generales de alimentación, así como la potencia máxima a suministrar por cada sección:

Sección LGA (mm <sup>2</sup> )	Diámetro del Tubo (mm)	Previsión Máxima Potencia (kW)
3,5x50	125	100
3,5x70	140	120
3,5x95	140	150
3,5x120	160	160

## 2.4. CONTADORES

Los contadores son los elementos que se instalan para la medida de la energía eléctrica consumida por los usuarios.

Pueden instalarse en local específico o en armario (para 16 viviendas como máximo), de forma totalmente concentrada, concentrada por portal (suele ser la más habitual) o distribuidos por planta, estableciéndose los siguientes requisitos:

a) Local:

- Estará situado en planta baja, entreplanta o primer sótano (salvo cuando se prevea concentraciones por planta).
- Será de fácil y libre acceso y de uso exclusivo para este servicio (salvo la incorporación al local del cuadro de servicio comunes)
- No servirá nunca de paso o acceso a otros locales.
- Tendrá una altura mínima de 2,30 m. y una anchura mínima en las paredes ocupadas por contadores de 1,50 m. La distancia mínima entre la vertical exterior de los contadores y la pared opuesta se establece en 1,10 m. y entre los laterales de dichos contadores y las paredes colindantes en 20 cm. Esta distancia se aumentará en 30 cm si el montaje de los contadores se realiza sobre dos paredes y en 60 cm si se opta por una distribución en tres paredes.
- La puerta de acceso debe abrir hacia el exterior y tendrá una dimensión mínima de 0,7x2,0 m.

Por otra parte las dimensiones de los paneles de módulos para contadores, en las configuraciones más habituales son aproximadamente las siguientes:

- Agrupación de hasta 4 equipos en horizontal y otros 4 en vertical para uso de viviendas con un máximo de 15 suministros monofásicos: 65x200x20 cm. (AxHxF).
- Agrupación de hasta 4 equipos trifásicos para uso de servicios comunes: 65x160x20cm (AxHxF).

Adicionalmente debe tenerse en cuenta la caja para alojar el interruptor general de corte en carga (uno por centralización o agrupación) con unas dimensiones aproximadas de 36x36x20 cm (AxHxF), que se instala adosada al embarado general correspondiente en su parte inferior.

En estas condiciones, teniendo en cuenta que las diferentes agrupaciones de contadores no superan los 2,0 m. de altura y que la parte inferior de las mismas deben estar a 0,25 m de suelo, la exigencia de 2,3 m. de altura en el local, resulta suficiente para las situaciones mas frecuentes, mientras que para establecer las dimensiones en planta debe considerarse la configuración de cada agrupación que habitualmente, entre 4 y 15 contadores monofásicos, tiene una anchura máxima de 65 cm.

entrance switch (~ 36x20 cm – WxD). The minimum plan view dimensions are given below, by way of example, for three arrangements: enclosures with meters on one wall only, on two adjacent walls and on two opposite walls:

- Enclosure with meters on one wall only: The minimum width of the wall holding the meters would be:  $20+36+65+65+65+20 = 271$  cm. The adjacent wall must measure at least 130 cm, i.e., the sum of the depth of the meter banks (20 cm) plus the minimum distance to the opposite wall (110 cm). Figure 3 shows a standard enclosure with this layout.
- Enclosure with meters on two adjacent walls: The entrance switch and a bank of 15 meters would be placed on one wall and the other 15-unit bank and the communal and storefront services meter bank on the other. The dimensions would be:  $20+36+65+20+30 = 171$  cm and  $30+20+65+65+20 = 200$  cm. Figure 4 shows a standard enclosure with this layout.
- Enclosure with meters on two opposite walls: Distributing the groups as above, the least favourable measurement would be for two banks:  $20+65+65+20 = 170$  cm, while the other dimension would be  $20+110+20 = 150$  cm. Figure 5 shows a standard enclosure with this layout.

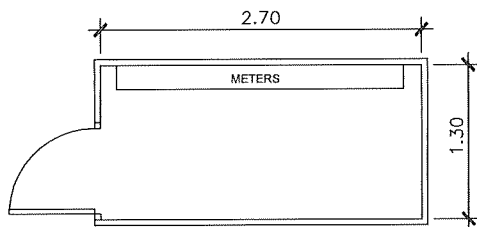


Figure 3

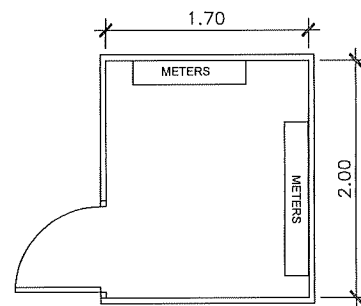


Figure 4

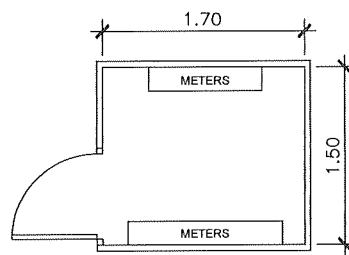


Figure 5

#### b) Cupboard

This arrangement may only be used for up to 16 meters, and subject to the following requirements:

- The cupboard must be located on the ground storey, mezzanine or first basement (except where banks are distributed by storey), embedded in or attached to a wall at the entrance closest to the communal area and to the ducting for the individual branch lines.
- A minimum clearance of 1.5 m must be provided between the outer-most edge of the cupboard and the opposite wall.

The estimated minimum dimensions of the cupboard are set out in the following table:

Considerando un edificio o portal tipo de hasta 30 viviendas, garaje y dos locales comerciales, serían necesarios los siguientes módulos o agrupaciones: 2 agrupaciones de 15 contadores monofásicos para viviendas (~ 65x20 cm – AxF por cada una de ellas), una agrupación para 4 contadores trifásicos para servicios comunes, garaje y dos locales (~ 65x20 cm – AxF) y un interruptor general de corte en carga (~ 36x20 cm – AxF). Se relacionan a continuación, a título de ejemplo, las dimensiones mínimas, en planta, del local de contadores con disposición de contadores en una sola pared, en dos paredes contiguas y en dos paredes opuestas:

- Local con disposición de contadores en una sola pared: Se necesitaría una anchura mínima de la pared ocupada por los contadores de:  $20+36+65+65+65+20 = 271$  cm. La pared perpendicular debería ser como mínimo de 130 cm, como resultado de sumar la profundidad de las agrupaciones (20 cm) y la distancia mínima a la pared opuesta (110 cm). En la Figura 3 se representa un local típico con esta disposición.
- Local con disposición de contadores en dos paredes contiguas: Se distribuirían las agrupaciones de forma que en una de las paredes se ubicase el interruptor de corte en carga y una centralización para 15 viviendas y en la contigua la otra centralización de 15 viviendas y la de servicios generales y locales, con las siguientes dimensiones:  $20+36+65+20+30 = 171$  cm. y  $30+20+65+65+20 = 200$  cm. En la Figura 4 se representa un local típico con esta disposición.
- Local con disposición de contadores en dos paredes opuestas: Con la misma distribución indicada en el apartado anterior la medida más desfavorable sería la de dos agrupaciones:  $20+65+65+20 = 170$  cm., mientras que la otra dimensión sería de  $20+110+20 = 150$  cm. En la Figura 5 se representa un local típico con esta disposición.

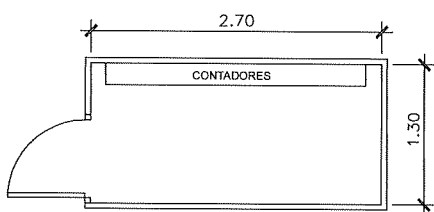


Figura 3

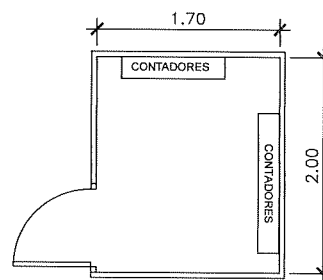


Figura 4

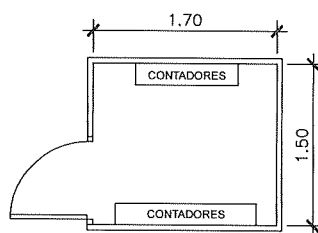


Figura 5

#### b) Armario

Solamente puede utilizarse esta opción para un número igual o inferior a 16 contadores, debiendo reunir los siguientes requisitos:

- Estará situado en planta baja, entresuelo o primer sótano (salvo cuando existan concentraciones por planta), empotrado o adosado sobre un paramento de la zona común de la entrada lo más próximo a ella y a la canalización de las derivaciones individuales.
- Desde la parte más saliente del armario hasta la pared opuesta deberá respetarse un pasillo de 1,5 m. como mínimo.

No. of meters	W (cm)	H (cm)	D (cm)
Up to 4	40	160	30
From 4 to 8	60	210	30
From 9 to 16	80	210	30

## 2.5. INDIVIDUAL BRANCH LINES

Individual branch lines connect the meter banks to the circuit breaker switchboards in flats or communal areas.

Their lie must run across communal areas. The vertical runs must be laid inside a masonry raceway or duct used for that purpose only, and embedded in or attached to the stairwell (except where the stairway is a fire compartment pursuant to the provisions of NBE-CPI-96) or lift lobby walls. Individual branch lines are usually laid inside protective pipes or ducts with a minimum diameter of 32 mm; one spare pipe must be installed per ten individual lines.

The minimum dimensions of the masonry raceway or duct are given in the following table:

NUMBER OF LINES	DIMENSIONS (m)	
	WIDTH (m)	
	Depth. P=0.15 m One row	Depth. P=0.30 m Two rows
Up to 12.	0.65	0.50
13 - 24	1.25	0.65
25 - 36	1.85	0.95
36 - 48	2.45	1.35

Where more individual branch lines need to be run in the same vertical direction, two or more masonry raceways or ducts must be built.

## 3. HEATING

The nationwide requirements are laid down in the Regulations on Gas Facilities in Premises Designed for Domestic, Communal or Commercial Use (Spanish initials, RIGLO) and the Regulations on Heating Facilities in Buildings (Spanish initials, RITE), which are presently under review. Local legislation is often more restrictive than these regulations, and may prohibit the use of some of the arrangements allowed in the general codes. Consequently, the existing regional and municipal regulations must be taken into account from the initial design phases to determine the space required.

Since this Review addresses only the most common type of individual facilities, the only spaces considered are the ones needed for boiler combustion gas evacuation stacks. The following types of facility can be distinguished:

- Natural draught atmospheric boilers.
- Forced draught atmospheric boilers.
- Room-sealed boilers.

In all three types, combustion gases may be evacuated via individual or communal stacks.

### 3.1. NATURAL DRAUGHT ATMOSPHERIC BOILERS

This configuration is seldom used. The first step is to determine the number of service shafts needed in the building, bearing in mind that the maximum allowable horizontal length of shafts for evacuating combustion gases is 3 m and that each turn in direction counts as 0.5 m. The resulting design normally calls for one shaft per vertical suite of flats, or one per suite of two flats per storey, when their boilers are installed in adjacent kitchens or utili-

Las dimensiones mínimas estimadas del armario se establecen en la siguiente Tabla:

Nº de Contadores	A (cm)	H (cm)	F (cm)
Hasta 4	40	160	30
De 4 a 8	60	210	30
De 9 a 16	80	210	30

## 2.5. DERIVACIONES INDIVIDUALES

Las Derivaciones Individuales son la parte de la instalación que une la Centralización de Contadores con los cuadros de protección de viviendas o zonas comunes.

Los trazados deben discurrir por zonas de uso común. En los tramos verticales se alojarán en el interior de una canaladura o conducto de fábrica de uso exclusivo, empotrado o adosado al hueco de escalera (salvo que la escalera constituya un recinto protegido según la NBE-CPI-96) o a los vestíbulos generales de ascensores. Habitualmente las derivaciones individuales se canalizan en el interior de tubos o canales protectores siendo el diámetro mínimo de los tubos de 32 mm, debiendo además disponerse de un tubo de reserva por cada diez derivaciones individuales.

Las dimensiones mínimas de la canaladura o del conducto de fábrica se establecen en la siguiente Tabla:

NÚMERO DE DERIVACIONES	DIMENSIONES (m)	
	ANCHURA A (m)	
	Profundidad. P=0,15 m. Una fila	Profundidad. P=0,30 m. Dos filas
Hasta 12	0,65	0,50
13 - 24	1,25	0,65
25 - 36	1,85	0,95
36 - 48	2,45	1,35

Para un mayor número de derivaciones individuales en una misma vertical se dispondrán dos o más canaladuras o conductos de fábrica.

## 3. CALEFACCIÓN

Los requisitos, a nivel nacional, están establecidos en el Reglamento de Instalaciones de Gas en Locales Destinados a Usos Domésticos, colectivos o comerciales (RIGLO) y el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), actualmente en fase de revisión. Existen además disposiciones locales, que en muchos casos son más restrictivas que las señaladas en dichos reglamentos, prohibiendo incluso el uso de algunas de las configuraciones establecidas en los mismos. Es por tanto imprescindible para determinar los huecos necesarios desde el estudio inicial del Proyecto tener en cuenta la reglamentación municipal y autonómica existente.

Se contempla en este Cuaderno el caso más habitual de instalaciones individuales, por lo que las necesidades de huecos serán únicamente las correspondientes a las chimeneas de evacuación de los productos de la combustión (PDC) de las calderas de las viviendas. Se distinguen los siguientes tipos posibles de instalación:

- Calderas atmosféricas de tiro natural.
- Calderas atmosféricas de tiro forzado
- Calderas estancas

En estos tres tipos la evacuación de los PDC puede realizarse mediante chimeneas individuales o colectivas.

### 3.1. CALDERAS ATMOSFÉRICAS DE TIRO NATURAL CON CHIMENEAS INDIVIDUALES

Esta configuración es normalmente poco utilizada. En primer lugar debe determinarse el número de patinillos o huecos ver-

ty rooms.

Once the position of the various service shafts is determined, their dimensions can be found in SEDIGAS code RS-U-03 for horizontal runs of individual combustion gas flues:

Rated power (kW)	Minimum internal D (mm)
<11.5	90
<17.5	110
<24.5	125
<31.5	139
≥31.5	175

By way of example, for a group of 16 flats with individual 23 - 25 kW combi boilers, the service shaft dimensions, assuming stacks with an external diameter of 185 mm (125-mm internal diameter plus 30 mm of insulation on each side) would be 750x750 mm.

### 3.2. NATURAL DRAUGHT ATMOSPHERIC BOILERS WITH COMMUNAL STACKS

The RITE provides, in ITE 09, that where combustion gases from individual boilers with natural draught are evacuated through communal stacks, individual flues must extend vertically upward for at least one storey before connecting into the communal flue; in other words, it requires shunting. Moreover, this code regards the criteria for combustion gas shunt design established in Spanish standard NTE-ISH to be acceptable. The evacuation capacity of the shunts installed in accordance with that standard is very sensitive to workmanship errors at joints, however, often causing no draught or back draught problems. They are not recommended for this reason and their use is in fact waning..

Prefabricated circular shunt-type stacks have been on the market for some time. Generally made of two sheets of stainless steel with insulation sandwiched in between, they are a much more reliable alternative for this type of facility. The diameter may be calculated with the fairly arduous method specified in Spanish standard UNE 123001 1M. Alternatively, computer programs provided by manufacturers may be used for preliminary estimates of stack size to initially establish shaft dimensions, although this procedure may not under any circumstances replace subsequent conscientious engineering of the flue.

The following Table gives examples of the diameters needed depending on the power and number of boilers to be connected:

SHUNT DIAMETER (mm)						
P <sub>boiler</sub> (kW)	No. of boilers					
	2	3	4	5	6	7
23	200	200	250	250	300	300
29	200	250	250	300	300	300
35	250	250	250	300	300	300

### 3.3. FORCED DRAUGHT ATMOSPHERIC BOILERS

In this type of boilers, seldom used nowadays, the positive pressure generated by fans should be considered only for the intents and purposes of increasing the manufacturer-specified maximum allowable length for horizontal evacuation ducts. The stacks and therefore the shafts needed should be calculated as in the case of natural draught boilers, disregarding such positive pressure. Consequently, these boilers may require fewer shafts in some cases, but their dimensions may be no smaller than for natural draught atmospheric boilers.

### 3.4. ROOM-SEALED BOILERS WITH INDIVIDUAL AIR INLETS AND COMBUSTION GAS EVACUATION

This arrangement, which together with the one discussed below is the most popular solution at this time, can in



tales necesarios en el edificio. Para ello ha de considerarse que la longitud máxima permitida para los tramos horizontales de evacuación de los PDC es de 3 m, teniendo en cuenta que cada cambio de dirección equivale a 0,5 m. Habitualmente esto conduce a la previsión de un patinillo por cada conjunto en vertical de viviendas, o bien por cada conjunto en vertical de dos viviendas por planta, cuando sus cocinas o locales donde se ubiquen las calderas sean contiguos.

Una vez fijada la distribución de los patinillos, para determinar sus dimensiones pueden adoptarse para las chimeneas los diámetros indicados en la instrucción RS-U-03 de SEDIGAS para los tramos horizontales de los conductos de evacuación de PDC individuales:

Potencia nominal (kW)	D interior mínimo (mm)
<11,5	90
<17,5	110
<24,5	125
<31,5	139
≥31,5	175

A modo de ejemplo, en el caso de una agrupación de 16 viviendas con calderas individuales mixtas de 23 + 25 kW las dimensiones necesarias del patinillo, considerando chimeneas de diámetro exterior 185 mm (125 mm de diámetro interior y 30 mm de espesor del aislamiento a cada lado) serían de 750x750 mm.

### 3.2. CALDERAS ATMOSFÉRICAS DE TIRO NATURAL CON CHIMENEAS COLECTIVAS

En el caso de evacuación de PDC de calderas individuales de tiro natural mediante conductos colectivos, el RITE establece en su ITE 09 que deberá mantenerse un tramo individual vertical de altura al menos de una planta previo a la conexión con el conducto colectivo, es decir, obliga al uso de conductos tipo shunt. Dicha normativa considera además aceptables los criterios establecidos en la NTE-ISH para el diseño de los shunt de evacuación de PDC. No obstante, la capacidad de evacuación de los shunt construidos de acuerdo con esta norma es muy sensible a los errores de ejecución en la unión de las piezas, siendo muy habituales los problemas de falta de tiro y revocos, por lo que no resultan recomendables y su empleo es cada vez menor.

Existen desde hace tiempo en el mercado chimeneas prefabricadas tipo shunt circulares, normalmente de acero inoxidable de doble pared con aislamiento intermedio, que suponen una alternativa mucho más segura en este tipo de configuración. El cálculo del diámetro puede realizarse según el método establecido por la norma UNE 123001 1M, el cual resulta laborioso. No obstante, con el objeto de poder establecer inicialmente el hueco necesario para la chimenea puede efectuarse un predimensionamiento de la misma mediante la ayuda de programas facilitados por distintos fabricantes, que en ningún caso debe sustituir el posterior cálculo del conducto.

A modo de ejemplo, se incluye la siguiente Tabla, en la que se establecen a título orientativo los diámetros necesarios en función de la potencia y número de calderas a conectar:

P <sub>caldera</sub> (kW)	DIÁMETRO DEL SHUNT (mm)					
	Nº de calderas					
	2	3	4	5	6	7
23	200	200	250	250	300	300
29	200	250	250	300	300	300
35	250	250	250	300	300	300

### 3.3. CALDERAS ATMOSFÉRICAS DE TIRO FORZADO

En este tipo de calderas, muy poco empleadas actualmente, la sobrepresión proporcionada por los ventiladores debe considerarse únicamente a efectos de un incremento de la longitud máxima permitida para los conductos de evacuación horizontales, según lo indicado en cada caso por el fabricante. Las chimeneas, y por tanto los huecos verticales necesarios, se deben calcular sin tener en cuenta esta sobrepresión, de igual forma que para las calderas de tiro natural. Por tanto, estas calderas pueden permitir en algunos casos un menor número de patinillos, pero no una reducción de sus dimensiones respecto a una instalación con calderas atmosféricas de tiro natural.

turn be divided into two options, depending on whether the air inlet and combustion gas outlet are on the facade or the roof.

In the former case no shafts are required in the communal areas of the building. Nonetheless, duct layout must be designed to ensure that the ends are at least 40 cm from any window, air inlet or polluted air outlet pertaining to premises other than the flat where the boiler is sited.

In the event of roof evacuation, the type, number and dimensions of the flues must be considered to determine the shafts needed. The available boiler fan pressure, information that must be obtained from the manufacturer, imposes shaft length restrictions that must not be overlooked.

In light of such restraints, the use of concentric flues is not normally possible for roof evacuation except for flats on the top storey, subject to the maximum length specified by the boiler manufacturer. By way of example, the usual restrictions for 23 - 25 kW boilers with 100/60 concentric flues are 10 m for vertical flues with no turns, and around 3 m when the flue has even a single elbow.

Assuming the above example of 23 - 25 kW boilers with 80-mm flue diameters, in twin flue arrangements where primary air and combustion gas flow through different flues, manufacturers limit the sum of the runs of the two flues to around 30 m with two turns in direction. This arrangement is used very rarely, however. Where facade evacuation is preferably avoided, the facility discussed in the following item is recommended.

### 3.5. ROOM-SEALED BOILERS WITH COMMUNAL AIR INLETS AND COMBUSTION GAS EVACUATION

This solution can be implemented under three different approaches, namely:

- U-DUCT, in which the primary air flows from the top to the bottom of the building and then rises to feed the boilers.
- SE-DUCT, in which the primary air feeds the boilers directly as it flows from the bottom to the top of the building.
- Concentric flues, similar to the individual models, in which the primary air flows in the outer and the combustion gases in the inner ring.

In the specific case of communal concentric flues, the most favourable solution from the standpoint of space, Spanish standard UNE 123001 1M:2002 describes a method for determining the dimensions to be used to establish the shaft size. This rather arduous method should be included in the specific heating facility design. An initial estimate of the space required can be obtained from the information provided by stack manufacturers' speedy selection programs. The following table gives examples of the external diameters for these triple wall flues depending on the power and number of boilers to be connected:

EXTERNAL EVACUATION FLUE DIAMETER (mm)									
P <sub>boiler</sub> (kW)	No. of boilers								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
23	300	300	350	350	350	450	450	500	500
29	300	350	350	350	450	450	450	500	500
35	300	350	350	450	500	500	500	500	500

## 4. GAS

The requirements for the gas facility design in the areas covered in this Review are to be found in the Regulations on Gas Facilities in Premises Designed for Domestic, Communal or Commercial Use (Spanish initials, RIGLO) and gas companies' specific standards.

### 4.1. REGULATOR CUPBOARD

The regulator cupboard for the property contains the main regulator that reduces gas pressure from medium pres-

### 3.4. CALDERAS ESTANCAS CON ENTRADA DE AIRE Y EVACUACIÓN DE LOS PDC INDIVIDUALES

Esta configuración, que junto con la que se trata en el punto posterior es la más habitual en la actualidad, puede a su vez dividirse en dos casos en función de si la toma de aire y evacuación de PDC se realiza por la fachada o por la cubierta.

En el primer caso no son necesarios huecos en las zonas comunes del edificio. No obstante, es necesario tener en cuenta a la hora de plantear los trazados de los conductos que sus extremos deben quedar a una distancia mínima de 40 cm de cualquier ventana, entrada de aire o salida de aire viciado de locales distintos de aquel en el que se encuentra situado la caldera.

En el caso de evacuación por la cubierta, deben considerarse para establecer los huecos verticales necesarios el tipo, número y dimensiones de los conductos. Hay que tener en cuenta que existen límites en la longitud de los mismos, determinados por la presión disponible de los ventiladores de las calderas, dato proporcionado por los fabricantes de las mismas.

Considerando las limitaciones habituales, el uso de conductos concéntricos no resulta posible normalmente para la evacuación por cubierta, excepto para las viviendas en la planta superior, siempre que se respete la longitud máxima establecida por el fabricante de la caldera. A modo de ejemplo, para una caldera de 23 + 25 kW con un conducto concéntrico de 100/60 mm son habituales limitaciones de unos 10 m, para conductos verticales sin cambios de dirección, y de unos 3 m, con un solo codo en el conducto.

Para el planteamiento de toma de aire y evacuación de los PDC en conductos separados, si consideramos el mismo caso de calderas de 23 + 25 kW con un diámetro de los conductos de 80 mm, las limitaciones señaladas por lo fabricantes están en torno a los 30 m para la suma de las longitudes de ambos conductos, con dos cambios de dirección en el trazado. Esta disposición no obstante es muy poco habitual. Para los casos en los que desee evitarse la salida por fachada, lo recomendable es el empleo de la configuración que se trata en el punto siguiente.

### 3.5. CALDERAS ESTANCAS CON CONDUCTOS DE ENTRADA DE AIRE Y EVACUACIÓN DE LOS PDC COLECTIVOS

Esta solución puede realizarse con tres posibles configuraciones, con las siguientes denominaciones:

- U-DUCT, en que la aportación de aire se realiza por conducto desde la parte superior del edificio hasta su base, ascendiendo de nuevo para alimentar a las calderas.
- SE-DUCT, en que la aportación de aire se realiza desde la base del edificio ascendiendo directamente para alimentar a las calderas.
- Conductos concéntricos, similares a los individuales, en los que el aporte de aire se realiza por la corona exterior y la evacuación de los PDC por el tubo interno.

En el caso concreto de conductos concéntricos colectivos, el más favorable desde el punto de vista de ahorro de espacio, la norma UNE 123001 1M:2002 establece un método para la determinación de sus dimensiones, que serán las que se utilicen para establecer las del hueco por el que deba discurrir. Este cálculo es laborioso y debe incluirse en el Proyecto específico de la instalación de calefacción. Para la determinación inicial de espacios necesarios puede recurrirse a información o programas de selección rápida facilitados por los fabricantes de este tipo de chimeneas. A modo de ejemplo se muestra la siguiente tabla de selección, en la que se establecen, a título orientativo, los diámetros exteriores de este tipo de chimeneas de triple pared en función de la potencia y el número de calderas a conectar:

P <sub>caldera</sub> (kW)	DIÁMETRO EXTERIOR CONDUCTO EVACUACIÓN (mm)								
	Nº de calderas								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
23	300	300	350	350	350	450	450	500	500
29	300	350	350	350	450	450	450	500	500
35	300	350	350	450	500	500	500	500	500

## 4. GAS

Los requisitos para el diseño de la instalación de suministro de gas en los aspectos considerados en este Cuaderno se dan en el Reglamento de instalaciones de gas en locales destinados a usos domésticos, colectivos y comerciales (RIGLO) y en las normas particulares de las Compañías Suministradoras.

sure B, the standard mains pressure (between 0.4 and 4.0 bar) to the distribution pressure in the feeder pipes inside the building, generally medium pressure A (from 0.05 to 0.4 bar); the regulator outlet pressure is 55 mbar.

These cupboards must be installed in outdoor areas, such as the building facade or property boundary wall, under arcades, on rooftops and so on. They may only exceptionally be sited indoors, subject to gas company authorization, and always in communal areas as close as possible to the outside wall of the building. Regulators may also be installed in enclosures housing meter banks, providing these are located in one of the above areas; in this case they need not be installed in a cupboard.

Cupboards must be installed in such a way that the bottom side is between 0.5 and 1.5 m off the floor. Cupboard dimensions, based on the A-25, A-50, A-75 and A-100 models authorized by Gas Natural (for flow rates of 25, 50, 75 and 100 m<sup>3</sup>/h, respectively), which cover most communal residential facilities, are as follows:

Regulator cupboard	Height (mm)	Width (m)	Depth (m)
A-25 and A-50	485	350	195
A-75	520	536	230
A-100	578	698	240

The following Table gives the cupboard model to be used by number of flats in the building and assuming the use of individual combi 23-25 kW boilers:

No. of flats (N)	Regulator cupboard
$N \leq 22$	A-25
$22 < N \leq 44$	A-50
$44 < N \leq 76$	A-75
$76 < N \leq 102$	A-100

#### 4.2. METERS

In multifamily housing, meters may be partially or fully centralized, or installed individually. They must be sited in enclosures, cupboards or ducts with grade 2 (exceptionally and subject to company authorization, grade 3) accessibility from outdoors or the communal area. A device meets grade 2 accessibility requirements, according to the RIGLO, when it is inside a cupboard, man- or hand hole or behind a door fitted with a standard lock and accessible with no need for ladders or other mechanical assistance. Grade 3 entails use of a ladder or similar to access the device from outdoors or the communal area.

The RIGLO contains no specific requirements on the dimensions of enclosures where meters are housed, providing only for the maximum height (2.2 m) at which the meter tally window may be positioned for reading. According to the standards established by Gas Natural's Gas-fuelled Equipment Manual, for instance, the cupboard dimensions for G-4 meters (accommodating standard domestic gas flow of up to 4 m<sup>3</sup> /H) depend on the number of rows and columns of meters, where:

- The minimum height per row of G-4 type meters is 470 mm, with the bottom row at least 100 mm off the floor.
- The minimum width per column of meters is 320 mm, plus an additional 100 mm on each side.
- The minimum depth is 310 mm.

According to the above standard, in enclosures, in addition to the space for the meters, a 1-m corridor must be provided between the outer-most edge of the meters and the opposite wall.

The dimensions of the market modules for the medium pressure A meters specified in Spanish standard UNE

#### 4.1. ARMARIO DE REGULACIÓN

El armario de regulación de finca contienen el regulador general encargado de reducir la presión de gas desde media presión B, que es la habitual de suministro (entre 0,4 y 4,0 bar), a la presión de distribución en los tramos generales en el interior del edificio, habitualmente media presión A (entre 0,05 y 0,4 bar), con una presión de salida del regulador de 55 mbar.

Deben situarse en zonas al aire libre tales como fachada o muro límite de la propiedad, vestíbulos previos o soportales y azoteas. Sólo de forma excepcional y con autorización de la Empresa Suministradora podrán situarse en zonas interiores, siempre lo más cerca posible del cerramiento de la edificación y en zonas de uso comunitario. Los reguladores también pueden situarse en los locales de centralización de contadores, siempre que éstos se encuentren en alguna de las zonas señaladas anteriormente, no siendo en este caso necesario un armario para su alojamiento.

Los armarios deberán instalarse de forma que su parte inferior quede a una altura entre 0,5 y 1,5 m del suelo. Las dimensiones de los armarios, considerando modelos homologados por Gas Natural de los tipos A-25, A-50, A-75 y A-100 (respectivamente para un caudal de gas de 25, 50, 75 y 100 m<sup>3</sup>/h), que cubren la mayor parte de las instalaciones colectivas de viviendas, son las siguientes:

Armario de regulación	Altura (mm)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)
A-25 y a-50	485	350	195
A-75	520	536	230
A-100	578	698	240

De forma orientativa se recogen en la siguiente Tabla los armarios a emplear en cada caso en función del número de viviendas del edificio, suponiendo la instalación de calderas individuales mixtas de 23-25 kW:

Nº de viviendas (N)	Armario de regulación
$N \leq 22$	A-25
$22 < N \leq 44$	A-50
$44 < N \leq 76$	A-75
$76 < N \leq 102$	A-100

#### 4.2. CONTADORES

Para el caso considerado de edificios de viviendas plurifamiliares, los contadores pueden instalarse centralizados, total o parcialmente, o bien de forma individual. Se situarán en locales, armarios o conductos, de accesibilidad grado 2 (grado 3 en casos excepcionales autorizados por la Empresa Suministradora) desde el exterior o zona comunitaria. Un dispositivo cumple la accesibilidad grado 2 de acuerdo con el RIGLO cuando está protegido por armario, registro practicable o puerta provistos de cerradura con llave normalizada, y cuya manipulación es posible sin necesidad de escaleras o medios mecánicos especiales. El grado 3, desde el exterior o zona comunitaria, implica el uso de escalera o medio mecánico especial.

El RIGLO no especifica unas dimensiones concretas para los recintos destinados a albergar contadores, concretando únicamente la altura máxima (2,2 m) a la que debe situarse el totalizador de los contadores para su lectura. Reproduciendo lo establecido a modo de ejemplo en el Manual de Instalaciones Receptoras de la Gas Natural, las dimensiones de un armario para contadores G-4 (hasta 4 m<sup>3</sup>/h de caudal de gas, los habituales para las viviendas) se determinarían en función del número de filas y columnas de contadores, considerando:

- Una altura mínima de de 470 mm por cada fila de contadores tipo G-4, más un espacio adicional de 100 mm desde el suelo.
- Un ancho mínimo de 320 mm por cada columna de contadores, más un espacio adicional de 100 mm desde los laterales.
- Un fondo mínimo de 310 mm.

Según el documento señalado, en el caso de recintos de tipo local debe preverse, además de los espacios indicados para los contadores, un pasillo de 1 m desde la parte más saliente de los contadores a la pared opuesta.

---

60940, i.e., including the individual regulator for reduction to low pressure, are designed to the dimensions obtained as described above.

In the specific case of a standard 30-flat complex or building used in this Review, the dimensions for a cupboard with 4 rows of 8 meters each would be 1980 x 2760 x 400 mm (height x width x depth)

For meters installed in ducting, provision must also be made for the space occupied by the gas mains that runs alongside the meters. This means an additional 200 mm width-wise.

For a standard storey duct with four G4 meters in a single column, a vertical shaft with a cross section of 720 x 400 mm (width x depth) would be needed. Account must also be taken of the vents at the top and bottom of the duct, with sections of 100 and 150 cm<sup>2</sup>, respectively.

#### **4.3. INDIVIDUAL RISERS**

Since according to the RIGLO, the pipes that connect the individual meters to the flats must preferably run along the building facade or ventilated courtyards, there is no need to provide for vertical raceways to house them. Where a pipe-free facade is preferred, the most common alternative is the partial centralization of ducting, floor by floor, which also saves having to provide an enclosure for centralizing all the meters.

### **5. PLUMBING**

The criteria for water supply facility materials and installation in residential buildings are laid down in the standards for indoor water supply facilities (NIA) approved by the Order of 9 December 1975. These criteria will be replaced in the near future by the provisions of the new Spanish Technical Building Code (Spanish initials, CTE), which establishes the specifications for this service in Basic Document HS (public health), Basic Requirement HS4 (water supply).

For this reason, given that at this writing the CTE is in the final stages of the approval process, both sets of requirements are discussed below.

The designation of plumbing facility components varies depending on the legal text considered, as follows:

- Service connection, inlet tap (NIA and CTE both) and hand hole cock (NIA, not mentioned in the CTE).
- Kerb cock (NIA) or shut-off cock (CTE), general meter (as appropriate) and outlet cock (CTE, not expressly defined in the NIA).
- Feeder pipe (NIA and CTE).
- Booster set, as appropriate (NIA and CTE).
- Water treatment facility, as appropriate (CTE).
- Main manifold (CTE; the NIA has no specific designation for the runs of pipe connecting the booster set to the meter bank).
- Centralized individual meters (NIA and CTE).
- Risers (NIA and CTE).
- Private facilities (NIA and CTE, although in the former this also includes the risers).

Of all these components, the first is incumbent upon the water company and the last requires no shafts or other spaces in the building. The spatial requirements for all the other components are discussed below.

#### **5.1. MAIN METER AND COCKS**

Pursuant to the NIA, the kerb cock must be housed in a waterproof chamber built by the owners. In practice, the kerb cock is sited alongside the main meter, which according to the NIA is to be preferably housed in a facade cupboard, or exceptionally and where warranted, in an underground chamber. Consequently, provision must be made for a cupboard on the facade or the property boundary wall; further to item 1.1.2.3, the dimensions depend

---

Las dimensiones de los módulos de contadores prefabricados según norma UNE 60490 para media presión A, es decir, incluyendo el regulador individual para la reducción a baja presión, se ajustan a las dimensiones obtenidas aplicando el criterio anterior.

En el caso concreto del edificio o portal tipo con 30 viviendas considerado en este Cuaderno, las dimensiones para un armario con los contadores dispuestos en 4 filas y 8 columnas serían de 1.980 x 2.760 x 400 mm (alto x ancho x fondo)

Para el caso de los conductos técnicos debe tenerse en cuenta además el espacio requerido por la tubería de distribución general que discurre por el lateral de los contadores. Esto implica, de forma aproximada, un incremento de 200 mm en el ancho del conducto.

En el caso de un conducto técnico para una planta tipo de 4 contadores G4 en 1 columna, sería necesario prever un hueco vertical con sección transversal de 720 x 400 mm (ancho x fondo). Debe tenerse en cuenta además la ventilación superior e inferior del conducto técnico, de secciones 100 y 150 cm<sup>2</sup> respectivamente.

#### **4.3. MONTANTES INDIVIDUALES**

Las tuberías que enlacen los contadores individuales con las viviendas deben discurrir preferentemente en fachada por el exterior de la edificación o por patios ventilados, de acuerdo con lo señalado por el RIGLO, por lo que no resultaría necesario prever huecos verticales para las mismas. En los casos en los que desee evitarse el montaje de tuberías en la fachada, la solución alternativa habitual es la de centralización parcial por plantas en conducto técnico, que evita la previsión de un espacio para la centralización total de contadores.

### **5. FONTANERÍA**

Los criterios para la selección de los materiales y la ejecución de las instalaciones de suministro de agua en las viviendas están recogidos en las Normas para las Instalaciones Interiores de Suministro de Agua (NIA), aprobadas por Orden de 9 de diciembre de 1975. Dichas normas serán próximamente sustituidas por el Código Técnico de la Edificación (CTE), que establece los condicionantes para esta instalación en la Exigencia Básica HS4 (Suministro de Agua) del Documento Básico HS (Salubridad).

Por este motivo, y considerando que en la fecha de elaboración de este Cuaderno el CTE se encuentra en trámite de aprobación, se considerarán para esta instalación las exigencias de ambas normativas.

La designación de los componentes de una instalación de fontanería varía en función de la normativa considerada y es la siguiente:

- Acometida, llave de toma (igual designación en NIA y CTE) y llave de registro (NIA, no se considera en el CTE).
- Llave de paso (NIA) o llave de corte general (CTE), contador general (en su caso) y llave de salida (CTE, no se define expresamente en las NIA).
- Tubo de alimentación (NIA y CTE).
- Grupo de presión, en su caso (NIA y CTE).
- Sistema de tratamiento de agua, en su caso (CTE).
- Distribuidor principal (CTE, las NIA no utilizan para los tramos entre el grupo de presión y las baterías de contadores una designación específica, asimilándose a tubo de alimentación).
- Centralizaciones de contadores divisionarios (NIA y CTE).
- Ascendentes o montantes (NIA y CTE).
- Instalaciones particulares (NIA y CTE, aunque en el caso de la primera comprenden también las ascendentes).

De estas partes, la primera es responsabilidad de la compañía suministradora y la última no requiere huecos o espacios en la edificación. Se desarrollan a continuación los requerimientos del resto de las partes señaladas en lo que se refiere a la provisión de espacios y huecos en el edificio.

#### **5.1. CONTADOR GENERAL Y SUS LLAVES**

De acuerdo con las NIA, la llave de paso quedará alojada en una cámara impermeabilizada construida por el propie-

on the meter gauge, as listed in the table below:

Meter diameter (mm)	Height (cm)	Length (cm)	Depth (cm)
20	50	60	20
30	50	90	30
40	60	130	50

For meters installed in an underground chamber, the dimensions, defined in the same item, are as follows:

Meter diameter (mm)	Height (cm)	Width (cm)	Depth (cm)
Up to 40	150	60	40
60	210	70	70
80	220	80	80
100	250	90	80
150	300	100	80

The CTE requires the cupboard or collection box (if not prefabricated) to be water proofed and fitted with a siphon to prevent possible leaks from affecting other parts of the building. The cupboard dimensions are laid down in item 4.1 of standard HS4. Five different cases are specified, depending on the main meter diameter, which may range from 15 to 40 mm. The dimensions concur with the sizes given in the NIA, with the sole exception of the addition of 15-mm (50x60x20 cm), 25-mm (50x90x30 cm) and 50-mm (210x70x70 cm) meters, not included in the older standard.

Meter diameters are established by local and water utility regulations based on the number and characteristics of the sanitary ware in flats and water taps in the communal areas of the building.

## 5.2. FEEDER PIPE AND MAIN MANIFOLD

Since the feeder pipe, according to the NIA, connects the main meter to the individual meter banks, it also includes the run between the booster set, if any, and the meters. The CTE defines it as the pipe that connects the main meter to the booster set and water treatment system, if any. The runs between such equipment and the meter banks are designated in the CTE as main manifolds, as noted above.

Pursuant to the NIA, the feeder pipe should be exposed throughout its entire length or, wanting that, packed in sand in an underground masonry duct, with hand holes at both ends to repair possible leaks.

Further to CTE provisions, the feeder pipe and main manifold must always be laid in communal areas, preferably exposed; where this is not possible, hand holes must be installed at both ends of the pipe and at every turn in direction. This standard does not require laying the pipe underground where it cannot be left exposed.

The feeder to the booster sets or meter banks is usually run, exposed, across the garage in the basement; the only penetrations required in this case are bore holes in the ceiling slab when those facilities are on a higher storey.

Where residential buildings have no underground garage – fairly uncommon today - and meter bank or booster set siting necessitates laying the pipes across entrance lobbies, their installation in a chamber over a suspended ceiling is recommended. Although not envisaged in the NIA, this is more suitable solution than an under-floor layout from the standpoint of maintenance. In either case, provision must be made for all necessary hand holes.

## 5.3. METER BANKS

According to the NIA, individual meter banks must be housed in cupboards or chambers (enclosures) that must meet the following requirements:

- They must be sited in readily accessible communal areas.
- Where cupboards are used, the entire width must be visible when the one- or two-leaf doors are opened.



tario. En la práctica, la llave de paso se aloja junto con el contador general, para el que las NIA señalan que se alojará preferentemente en un armario, admitiéndose en casos excepcionales y debidamente justificados la ubicación en una cámara bajo el nivel del suelo. Es por tanto necesario prever un armario en la fachada o muro en el límite de la parcela, quedando sus dimensiones recogidas en el punto 1.1.2.3 de las NIA en función del calibre del contador. Estas dimensiones son las señaladas en la siguiente Tabla:

Diámetro contador (mm)	Altura (cm)	Longitud (cm)	Profundidad (cm)
20	50	60	20
30	50	90	30
40	60	130	50

Para los casos excepcionales de alojamiento en cámara, las dimensiones quedan definidas en el mismo punto indicado anteriormente, y son las siguientes:

Diámetro contador (mm)	Altura (cm)	Anchura (cm)	Profundidad (cm)
Hasta 40	150	60	40
60	210	70	70
80	220	80	80
100	250	90	80
150	300	100	80

En el caso del CTE, se prescribe la impermeabilización del armario o arqueta (caso de no ser prefabricada), debiendo preverse asimismo un sumidero sifónico para evitar que una fuga pueda afectar a otras partes del edificio. Las dimensiones del armario quedan recogidas en el punto 4.1 del citado HS4. Se distinguen cinco casos, en función del diámetro del contador general, desde 15 mm hasta 40 mm. Hay que señalar que las dimensiones son coincidentes con las indicadas por las NIA, habiéndose únicamente añadido los casos no contemplados en las mismas de contadores de 15 mm (50x60x20 cm), 25 mm (50x90x30 cm) y 50 mm (210x70x70 cm).

Los diámetros de los contadores generales a instalar en cada caso se establecen en normativas locales y de las compañías suministradoras. Son en último caso éstas las que establecen el diámetro a emplear, a partir del número y de la dotación de aparatos sanitarios de las viviendas y de los puntos de consumo de agua de las zonas comunes del edificio.

## 5.2. TUBO DE ALIMENTACIÓN Y DISTRIBUIDOR PRINCIPAL

El tubo de alimentación, según las NIA, enlaza el contador general con las baterías de contadores divisionarios, incluyendo por tanto, en caso de existir grupo de presión, el tramo entre éste y aquellas. El CTE lo define como el tubo que enlaza el contador general con el grupo de presión y el sistema de tratamiento de agua, caso de existir. Los tramos entre estos últimos y las baterías de contadores se designan en el CTE como distribuidores principales, como ya se ha indicado anteriormente.

De acuerdo con las NIA, el tubo de alimentación quedará preferiblemente visible en todo su recorrido y, de no ser posible, se enterrará en una canalización de obra de fábrica rellena de arena, debiendo preverse registros en los extremos para el control de posibles fugas.

De acuerdo con el CTE, el tubo de alimentación y el distribuidor principal deben discurrir siempre por zonas de uso común y preferiblemente visto, obligando, en el caso de que no pueda ser así, a prever registros en el comienzo, final y en cada cambio de dirección del tubo. No se obliga por tanto a realizar un trazado enterrado en el caso de que no pueda quedar visto.

El caso más habitual es el trazado del tubo de alimentación por el sótano de aparcamiento, en montaje visto, hasta los grupos de presión o baterías de contadores, siendo únicamente necesario, en los casos en los que estos locales queden por encima, realizar los taladros para los pasos de los forjados.

En los casos menos comunes de bloques sin aparcamiento subterráneo y en el que las ubicaciones de las centralizaciones de contadores o locales de grupo de presión obliguen a un trazado por los vestíbulos de los portales, la instalación en cámara sobre falso techo, aunque no está contemplada por las NIA, resultaría más adecuada de cara al mantenimiento que la enterrada, debiendo preverse en los dos casos los registros necesarios.

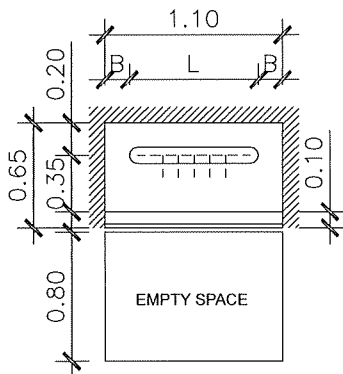
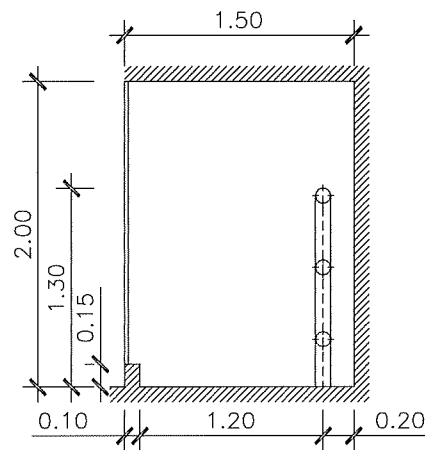
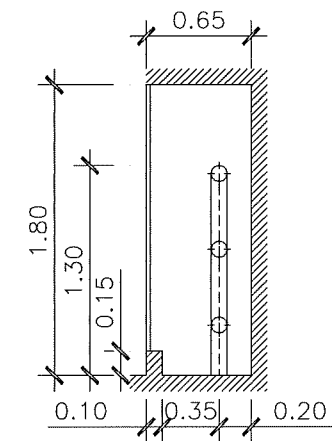
- They must have electrical lighting and a sump.
- The enclosure may be used to house the booster set, providing sufficient clearance is maintained around the meter banks.
- While the standard does not explicitly require such enclosures to be reserved for this exclusive use, it does specify that a sufficient distance must be established between them and the enclosures housing electric power and gas meters.

The NIA does not indicate specific dimensions for enclosures or cupboards, which, together with the requirements relating to meter bank arrangement, are subject to local and utility company regulations, which fall outside the scope of the present review. Utility companies enforce these provisions very scrupulously, and often make supply contingent upon modifications to ensure strict conformity.

The CTE does not specify the dimensions for meter bank enclosure.

By way of example, in the case of the Community of Madrid, where the requirements in this regard are laid down in Annex 6 to Regional Department of Economy Order 2106/1994, cupboards must be at least 1.80 m high, 0.65 m deep and 0.30 m wider (15-cm clearance on each side) than the meter banks. Enclosure width is the same as for cupboards, while the minimum height is 2.00 m and the depth 1.50 m. In both cases there must be at least an 80-cm clearance opposite the cupboard or the entrance to the enclosure (see figures 6 and 7).

In a standard 30-flat complex or building, the minimum dimensions for a cupboard housing a galvanized steel bank 1.52 m long, comprising 30 meters arranged in 3 rows, would be 1820 x 1800 x 650 mm (width x height x depth).



L=Varies with battery size  
B = at least 0.15

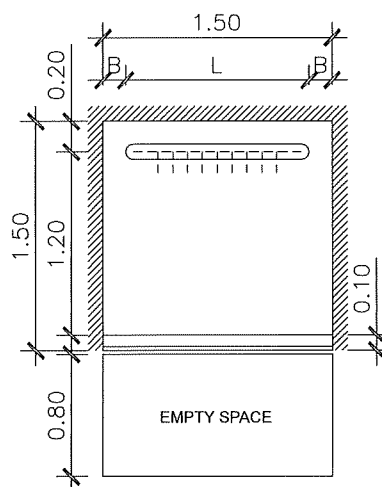


Figure 6

Figure 7

### 5.3. CENTRALIZACIONES DE CONTADORES

Las baterías de contadores divisionarios deben alojarse, de acuerdo con las NIA, en armarios o cámaras (locales) que deben cumplir las siguientes exigencias:

- Deben estar situados en lugares de fácil acceso y uso común.
- En el caso de armarios, las puertas, de una o más hojas, deben dejar al descubierto todo el ancho del cuadro al abrirse.
- Deben contar con iluminación eléctrica y sumidero.
- Se permite utilizar el local para la instalación del grupo de presión, siempre que se mantenga el espacio libre suficiente alrededor de las baterías.
- Si bien no se indica de forma explícita que se trate de locales de uso exclusivo, se señala que deben mantenerse distancias suficientes con los locales de las dependencias de contadores eléctricos y de gas.

No se señalan por tanto en las NIA las dimensiones concretas de los recintos (local o armario), que son objeto, junto con requisitos referidos a la colocación de las baterías, de regulaciones locales y normas de compañías suministradoras, que quedan fuera del alcance del presente Cuaderno. Hay que señalar que las compañías suministradoras son muy meticulosas con el cumplimiento de estas disposiciones, siendo muy habitual que se condicione el alta a modificaciones para su cumplimiento estricto.

En lo que se refiere al CTE, no se establecen condicionantes dimensionales para los locales de las centralizaciones de contadores.

A título de ejemplo, en el caso de la Comunidad de Madrid, donde las exigencias al respecto se recogen en el Anexo 6 de la Orden 2106/1994 de la Consejería de Economía, en caso de armario el ancho debe ser igual al ancho de las baterías más 0,30 m (15 cm libres a cada lado), la altura mínima de 1,80 m y la profundidad mínima de 0,65 m. En el caso de local, el ancho sería el mismo que para un armario, la altura mínima de 2,00 m y la profundidad de 1,50 m como mínimo. En ambos casos debe quedar un espacio libre frente al armario o en el acceso del local de 80 cm como mínimo (ver figuras 6 y 7).

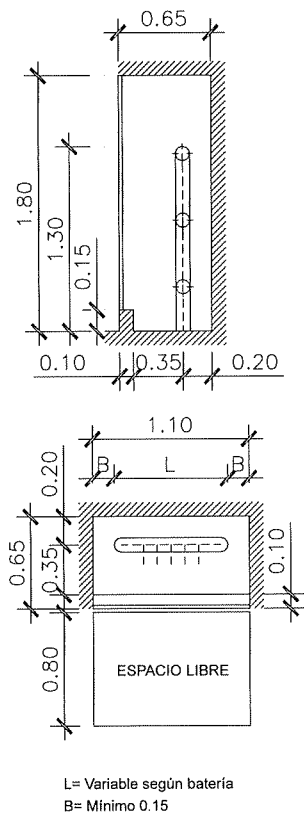


Figura 6

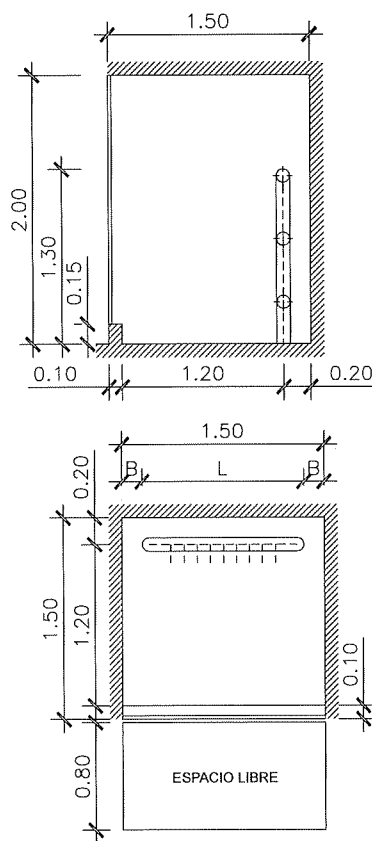


Figura 7

#### 5.4. BOOSTER SET AND WATER TREATMENT ENCLOSURE

A booster set must be provided where the water company cannot guarantee the flow rate and pressure required in the NIA.

In addition, booster sets may be required by local legislation in certain cases, regardless of water company guarantees (in the Community of Madrid, for instance, such sets must be installed in buildings with more than two above grade storeys).

Pursuant to the NIA, booster sets must be sited in a ground storey or basement enclosure, but the standard contains no provision on enclosure size. When establishing these dimensions, it should be borne in mind that in addition to the pumps, the enclosure must house a water tank and a – usually hydropneumatic - pressure vessel. Nothing is specified about the volume of the former in the NIA, which is generally subject to local regulations. By way of example, in the Community of Madrid the tank volume in litres is found from the following formula:  $V = 100 + 50 \times (n-1)$  where n is the number of connections. The pressure vessel volume is obtained by applying the coefficients listed in item 1.6.1.4 of the NIA to the number of connections.

No specific enclosure dimensions are laid down in the CTE either, which does however provide that it must be large enough to house the facilities with a 1-m clearance around all four sides of any equipment needing maintenance or from which readings are to be taken. The CTE stipulates that such enclosures must be reserved for this exclusive use, with the sole exception of a water treatment facility if included in the design. In light of the type of equipment they are to house, such enclosures must be fitted with a sump and be appropriately ventilated to prevent condensation.

By way of example, for a standard 30-flat complex or building with D type supply, the enclosure would have to accommodate a 140 l/min booster set and a 690-l membrane type pressure vessel. Assuming Community of Madrid requirements by way of example, a 1550-l water tank would also have to be installed. The minimum enclosure dimensions can be calculated from the size of the standard market facilities and tanks meeting these requirements, taking account as well of the minimum 1-m clearance requirement laid down in the CTE (see Figure 8).

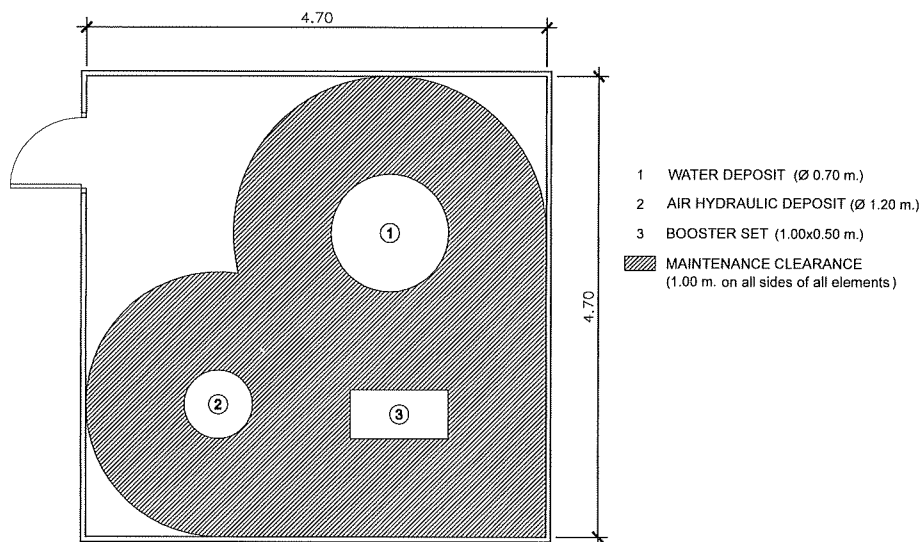


Figure 8

#### 5.5. RISERS

These pipes, that connect the meters to each housing unit, must be laid inside a service shaft throughout their entire vertical length. Neither the NIA nor the CTE establish minimum dimensions for these shafts, which must be determined in each case on the grounds of the number and diameter of the pipes.

In a standard 30-flat complex or building, with risers having a diameter of 28 mm and a 9-mm insulating jacket, the minimum shaft dimensions, assuming the risers would be arranged in 4 rows of pipes spaced at 10 cm between pipes and 20 cm between rows, would be 65x55 cm (width x depth).

En el caso de un portal o edificio tipo de 30 viviendas, para una batería de acero galvanizado de 30 contadores en 3 filas con una longitud de 1,52 m, las dimensiones mínimas del armario serían de 1.820 x 1.800 x 650 mm (ancho x alto x fondo).

#### 5.4. LOCAL DEL GRUPO DE PRESIÓN Y EQUIPO DE TRATAMIENTO DE AGUA

Debe preverse la instalación de un grupo de presión en aquellos casos en los que la Compañía Suministradora no garantice las condiciones de caudal y presión requeridas.

Hay que señalar que la instalación de un grupo de presión puede resultar obligada por normativa local para ciertos casos, con independencia de la garantizada por la compañía suministradora (p.e. en la Comunidad de Madrid es necesario su previsión para edificios de más de dos alturas sobre rasante).

De acuerdo con las NIA, el grupo de presión se situará en un local en planta baja o sótano, sin indicar las dimensiones que debe tener dicho local. Para establecerlas, debe tenerse en cuenta que, además de las bombas, es necesario disponer en el local el aljibe de reserva de agua y el depósito de presión, normalmente de tipo hidroneumático. El volumen del primero no queda marcado en las NIA, siendo objeto normalmente de regulaciones locales. A modo de ejemplo, en la Comunidad de Madrid el volumen del aljibe, en litros, se determina de acuerdo con la fórmula  $V = 100 + 50 \times (n-1)$ , donde  $n$  representa el número de suministros. El volumen del depósito de presión se obtiene aplicando los coeficientes establecidos en el punto 1.6.1.4 de las NIA al número de suministros.

El CTE no especifica igualmente unas dimensiones concretas para el local, señalando que deben ser suficientes para albergar los equipos previstos manteniendo un espacio de 1 m alrededor de los equipos susceptibles de mantenimiento y aquellos en los que deben realizarse lecturas. Como aspecto destacable, el CTE indica que este local será de uso exclusivo, permitiéndose únicamente la instalación del equipo de tratamiento de agua si se hubiera previsto.

Considerando los equipos que deben alojarse, los locales deben contar con sumidero y una ventilación adecuada para evitar la condensación.

A modo de ejemplo, para el caso de un edificio o portal tipo de 30 viviendas de suministro tipo D, según las NIA resultaría necesario prever en el local un grupo de presión de 140 l/min y un depósito de presión de tipo membrana de 690 l. Tomando en cuenta además, a modo de ejemplo, la exigencia señalada por la Comunidad de Madrid, sería necesario un aljibe de reserva de agua de 1.550 l. Si consideramos las dimensiones de unos equipos y depósitos comerciales de las características descritas, así como el espacio de mantenimiento mínimo de 1 m establecido por el CTE, se podrían determinar las dimensiones mínimas del local (ver Figura 8).

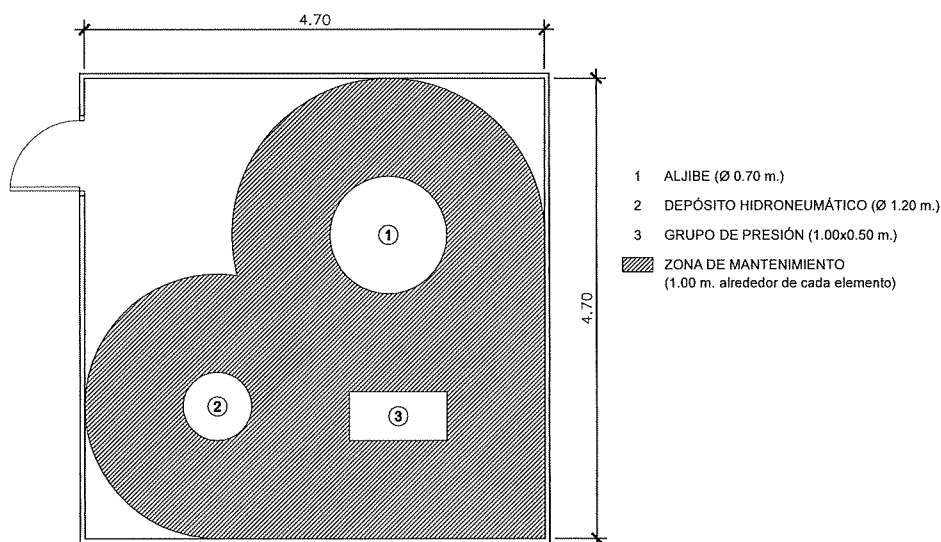


Figura 8

#### 5.5. ASCENDENTES O MONTANTES

Son las tuberías que enlazan los contadores con las instalaciones particulares de cada vivienda, que en su recorrido vertical se alojan en el interior de un patinillo. Ni las NIA ni el CTE establecen dimensiones mínimas para los estos huecos, que deben determinarse en cada caso en función del número de tubos y el diámetro de los mismos.

## 6. DRAINAGE

While there are no statutory provisions on the subject, the recommendations set out in Spanish Technical Building Standards NTE-ISS and NTE-ISA constitute a useful reference. For the intents and purposes of provisions for space and shafts, the part of the drainage facility analyzed here are the downpipe system, the venting system and the pump well.

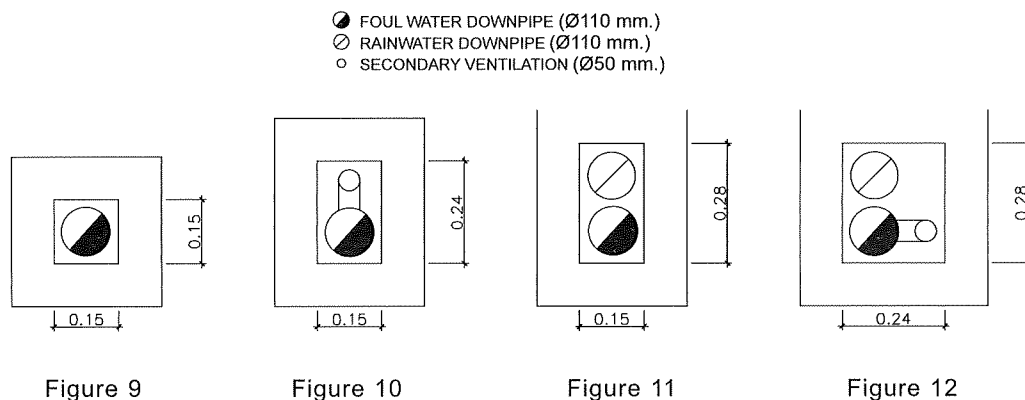
### 6.1. DOWNPIPE AND VENTING SYSTEMS

One of two types of drainage system may be used: separate or combined. In the former the rain and foul water are evacuated in separate pipes, and in the latter all waste water is evacuated through the same pipes. Venting systems, comprising primary, secondary or tertiary ventilation, are needed to protect the trap seals in the drainage system. Only primary and secondary ventilation need be considered for space engineering purposes, since tertiary ventilation is used in very special cases only.

Primary ventilation consists in connecting the downpipes to the outside atmosphere. In such ventilation the downpipe diameter must be constant throughout and the pipes themselves must rise at least 2 m above usable rooftop areas and 0.5 m above non-usable areas, although if fitted with air inlet valves they need not be so extended.

Secondary ventilation, which consists in a pipe laid parallel to the downpipe, is required in buildings having over 10 storeys. In buildings with from 10 to 15 storeys, the vent pipe must be connected to the downpipe at two-storey intervals, and on every storey when there are more than 15. The diameter of the secondary vent pipe is 50 cm.

Downpipes are housed in service shafts or juts that run down the building from the roof to the horizontal collector pipes. These shafts are small, generally speaking, due to the purpose they serve, and obviously depend on the diameter of the downpipes and secondary vent pipes they house. Downpipes may be dimensioned in a number of ways, the most common being the discharge unit method or direct application of the tables in Spanish standard NTE-ISS. The diameters most commonly found in residential buildings are 110 mm and 125 mm. Figures 9-12 show the dimensions required for four standard groupings with 110-mm diameter pipes: combined drainage downpipe with no secondary ventilation; combined drainage downpipe with secondary ventilation; separate drainage downpipes with no secondary ventilation; and separate drainage downpipes with secondary ventilation for the foul water pipe.



### 6.2. PUMP WELL

Where runoff is generated in a building at a level below the elevation of the public sewer system, precluding the use of free flowing evacuation, a drainage pump and respective tank (collector or well) must be provided. In residential buildings, this situation arises essentially where the runoff from the sumps in the lower car park basements or drainage water from the surrounding terrain cannot be evacuated with a free-flowing system. The solution is to install a pump well underneath the bottom storey slab, which must be fitted with at least two pumps to cover redundancy requirements. Well size and construction details are given in Spanish Technological Standard NTE-ISA.

## 7. FIRE PROTECTION

The nation-wide fire protection requirements for Residential Buildings are laid down in Spanish Basic Standard

Considerando el caso de un edificio o portal tipo con 30 viviendas, cuyas ascendentes sean de diámetro exterior 28 mm, con una coquilla de aislamiento de espesor 9 mm, las dimensiones mínimas que debería tener el patinillo, considerando que las montantes se dispongan en 4 filas, una distancia entre tubos de 10 mm y entre filas de 20 cm, serán de 65x55 cm (ancho x fondo).

## 6. SANEAMIENTO

No existen requisitos de obligado cumplimiento aunque una referencia válida puede tomarse en las Normas Técnicas de la Edificación NTE-ISS y NTE-ISA. A efectos de la previsión de huecos y espacios en el edificio, las partes de la instalación de saneamiento que analizaremos son la red de bajantes, la red de ventilación y el pozo de bombeo.

### 6.1. RED DE BAJANTES Y VENTILACIÓN

La red de evacuación de saneamiento puede ser de dos tipos: separativa y mixta. La primera es aquella en la que los vertidos de aguas fecales y sucias y los de pluviales discurren por conductos independientes y la segunda es aquella en la que todas las aguas residuales discurren por un único conducto.

La red de ventilación completa consta de ventilaciones primaria, secundaria y terciaria. Se emplea como protección de los cierres hidráulicos de los sistemas de evacuación. A efectos de estudio de los huecos, nos centramos en las ventilaciones primaria y secundaria, puesto que la terciaria solo se utiliza en casos muy singulares.

La primera de ellas es la prolongación hacia el exterior de las bajantes de evacuación. Esta ventilación debe mantener el diámetro de la bajante, y en la cubierta debe superar la cota de zonas transitables en 2 m y la de zonas no transitables en 0,5 m. También es posible emplear válvulas de entrada de aire en el remate de las bajantes en su parte superior, con lo que no son necesarias estas prolongaciones.

La ventilación secundaria es una columna que discurre paralela a la bajante y que es necesaria en edificios de más de 10 plantas. En los edificios entre 10 y 15 plantas se conectará la columna de ventilación a la bajante cada dos plantas, y en los de más de 15 plantas en todas ellas. El diámetro del tubo de ventilación secundaria es de 50 mm.

Las bajantes se alojan en patinillos o mochetas que discurren por el edificio desde la cubierta hasta la red de colectores horizontales. Las dimensiones de estos patinillos son, en general, muy pequeñas debido a los servicios que deben contener, y dependen obviamente del diámetro de las bajantes y tubos de ventilación secundaria que deben albergar. El dimensionado de las bajantes se puede realizar de varias formas, siendo las más habituales el método de las unidades de descarga o la aplicación directa de las tablas de la NTE-ISS. Los diámetros más usuales en la mayor parte de los edificios de viviendas son los de 110 mm y 125 mm. Con estas consideraciones, se recogen en las figuras 9-12 las dimensiones necesarias para cuatro agrupaciones habituales con diámetro de 110 mm: bajante mixta sin ventilación secundaria, bajante mixta con ventilación secundaria, bajantes separativas sin ventilación secundaria y bajantes separativas con ventilación secundaria de la fecal.

- BAJANTE DE FECALES (Ø110 mm.)
- BAJANTE DE PLUVIALES (Ø110 mm.)
- VENTILACIÓN SECUNDARIA (Ø50 mm.)

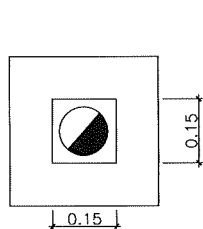


Figura 9

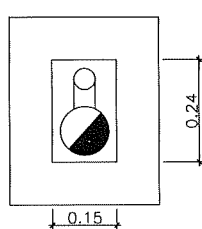


Figura 10

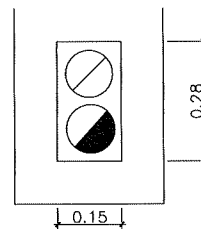


Figura 11

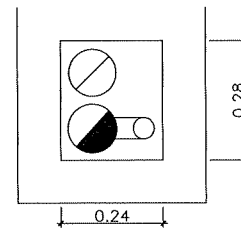


Figura 12

### 6.2 POZO DE BOMBEO

En el caso de que en el edificio existan vertidos originados a un nivel por debajo de la cota del saneamiento exterior, no resulta posible la evacuación por gravedad, por lo que debe preverse un grupo de bombeo de saneamiento y el correspondiente depósito (arqueta o pozo). En los edificios de viviendas, esta situación se da principalmente en los

NBE-CPI-96 and the Regulations on Fire Protection Facilities, and in regional or local fire legislation and codes, which do not differ from the national provisions in any essential respect.

Requirements involving enclosures or shafts vary depending on the specific facilities in question and are summarized below.

### 7.1. DETECTION AND ALARM

While required in residential buildings over 50 m tall and in garages-car parks having a built area of over 500 m<sup>2</sup>, they call for no specific space, shafts or ducting.

### 7.2. PORTABLE EXTINGUISHERS

These devices are required in all residential buildings and garages for over 5 vehicles. No specific space or enclosures are required to accommodate them, however.

### 7.3. HOSE REEL CABINETS

Such cabinets must be installed in garages for over 30 vehicles and in lumber room areas with a total area of over 500 m<sup>2</sup>. The respective components do not usually require shafts or similar spatial arrangements, except as regards the booster set, which is necessary where the required flow rate and pressure are not guaranteed by the water company. In this case the booster set must be housed in an enclosure that must meet the following requirements:

- It must be readily accessible, not used for any other purpose and have a one-hour fire rating.
- It must be ventilated in keeping with pump motor specifications.
- It must be fitted with a drainage system.

Under normal circumstances, with a 25-mm hose (the most common size), the booster set must be able to deliver a flow rate of 12 m<sup>3</sup>/h at a pressure of approximately 5-6 kg/cm<sup>2</sup>. The water tank, which must have a capacity of at least 12 m<sup>3</sup>/h, may be a masonry structure or consist of one or several prefabricated units. In light of all the foregoing, the minimum enclosure size is 5.0 x 5.0 m.

Figure 13 shows a standard arrangement with three prefabricated tanks, 1.5 m high each.

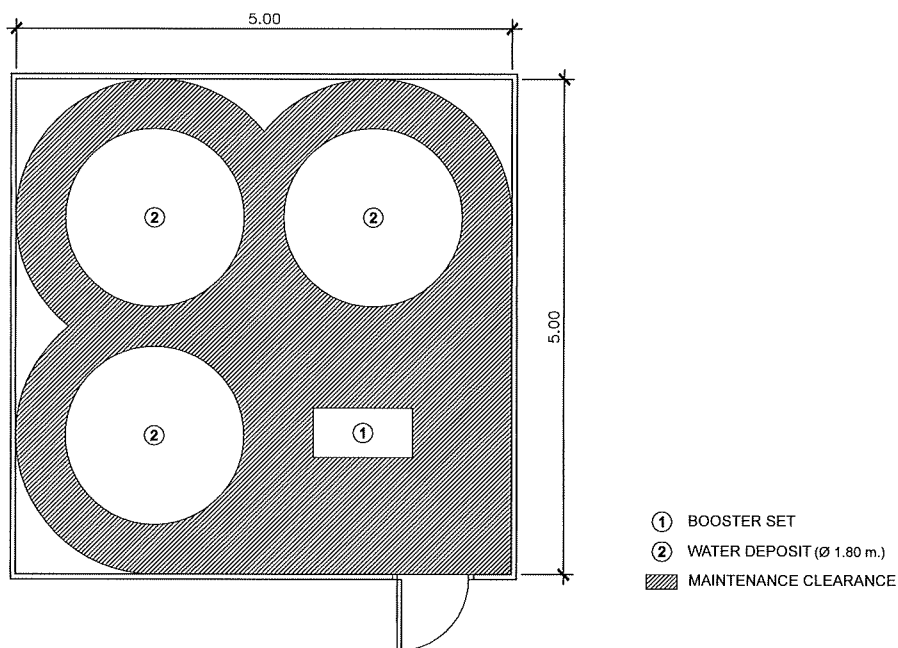


Figure 13



---

casos de garajes de varias plantas, en los que los vertidos de los sumideros de las últimas plantas o las aguas procedentes del drenaje del terreno no pueden ser evacuadas por gravedad. En este caso es necesario realizar un pozo de bombeo bajo la solera de la última planta, en el que se dispondrán las bombas necesarias, al menos dos por motivos de seguridad. El tamaño del pozo y sus detalles constructivos se dan en la Norma Tecnológica NTE-ISA.

## **7. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS**

Las exigencias de las instalaciones de Protección Contra Incendios en Edificios de Viviendas vienen establecidas en la Norma Básica NBE-CPI-96 y en el Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios de ámbito nacional y en distintas normas y reglamentos de ámbito autonómico o local que en lo básico no difieren de las citadas.

En lo que se refiere a exigencias de recintos o huecos se resumen a continuación los requisitos aplicables en función de las instalaciones específicas a considerar.

### **7.1. DETECCIÓN Y ALARMA**

Si bien resultan exigibles en edificios de viviendas con altura de evacuación superior a 50 m y en garajes-aparcamientos con superficie construida superior a 500 m<sup>2</sup>, no requieren la previsión de huecos o recintos específicos.

### **7.2. EXTINTORES PORTÁTILES**

Son exigibles en todos los edificios de viviendas y en garajes para más de 5 vehículos. Sin embargo no requieren la previsión de huecos o recintos.

### **7.3. BOCAS DE INCENDIO EQUIPADAS**

Deben preverse en garajes para más de 30 vehículos y en zonas de trasteros cuya superficie total sea superior a 500 m<sup>2</sup>. Los componentes de la instalación no suelen requerir en su montaje huecos o espacios, salvo en lo que se refiere al Grupo de Presión, cuya previsión es necesaria en los casos en que el caudal y la presión exigidos no queden garantizados por el suministro exterior. En este caso debe preverse un local para alojar el Grupo de Presión que debe cumplir con las siguientes características:

- Debe ser de fácil acceso, independiente de cualquier otro uso, protegido contra el fuego con una resistencia no inferior a 60 minutos.
- Debe estar adecuadamente ventilado en función de las características de los motores de las bombas.
- Debe estar dotado de un sistema de desagüe.

En condiciones normales de BIE de 25 mm (las más habituales) el grupo de presión debe ser capaz de proporcionar un caudal de 12 m<sup>3</sup>/h a una presión de aproximadamente 5-6 kg/cm<sup>2</sup>. El aljibe debe tener una capacidad de 12 m<sup>3</sup>/h y puede estar constituido por un depósito realizado en obra o por uno o varios prefabricados. Teniendo en cuenta lo anterior el local debe tener unas dimensiones mínimas de 5,0 x 5,0 m.

En la Figura nº 13 se representa un caso típico con tres depósitos prefabricados con altura máxima de 1,5 m.

### **7.4. COLUMNA SECA**

Sólo resulta exigible en edificios de viviendas cuya altura de evacuación sea superior a 24 m (aproximadamente 9 alturas sobre rasante) y en garajes con más de 3 plantas bajo rasante.

Los requisitos de huecos o recintos en el caso de que sea necesaria su instalación son los siguientes:

- Toma de alimentación en fachada en hornacina de 60 x 45 x 30 cm (ancho x alto x fondo).
- Distribución general horizontal hasta verticales por zona común (no plantea problemas de espacio).
- Verticales con tubería de 80 mm por caja de escalera en hueco específico o empotrado en tabicón.
- Salidas en plantas en los recintos de escaleras y en los vestíbulos previos en plantas pares sobre rasante hasta la octava y en todas a partir de ésta, además de en su caso en garaje, en hornacinas de 60

---

#### **7.4. DRY PIPE**

This system is only required in residential buildings with evacuation heights of over 24 m (approximately nine above grade storeys) and garages with more than three below grade storeys.

The requirements in connection with enclosures and shafts are as follows:

- Facade inlet cock housed in a 60 x 45 x 30-cm recess (width x height x depth).
- Main horizontal manifold running across communal areas to risers (this does not pose spatial problems).
- 80-mm risers running up the stair well in a specific shaft or embedded in a brick wall.
- Outlets in stairways and lift lobbies in even-numbered above grade storeys up to the eighth floor, and in all storeys thereafter, as well as in the garage as appropriate, in 60 x 35 x 30-cm (height x width x depth) recesses.
- Outlets with shutoff cocks in stairway landings and lobbies every fourth above grade storey in 60 x 65 x 30-cm (height x width x depth) recesses.

#### **8. SOLAR WATER HEATER**

The requirement to provide for such facilities is presently regulated by municipal ordinance only, although nation-wide provisions will be applicable when the new Technical Building Code enters into effect. In addition to municipal legislation, Spanish Building Thermal Facility Regulations standard ITE 110 contains provisions on this subject.

The space and shafts required by this facility include: area on the roof for the solar panels and space inside the building to house the distribution system that carries the primary fluid from the collectors to the heat exchanger and water tank and, when these are centralized, space must be provided for the heat exchanger and tank subsystem, the domestic hot water (DHW) system and the ancillary subsystem.

The only ancillary subsystem considered here comprises individual boilers, with two possible arrangements: centralized heat exchanger and water tank and concomitant hot water distribution system; and individual heat exchanger and tank in each housing unit.

##### **8.1. SOLAR PANELS**

The area needed for the panels depends on a number of factors, including panel specifications, orientation and slope, volume of hot water used in the building and the yearly solar fraction required by the applicable legislation. In most cases, a panel area of 5 m<sup>2</sup> per standard flat suffices to meet statutory requirements.

##### **8.2. PLANT ROOM**

Where exchange and storage are centralized, provision must be made in the building for an enclosure to house the heat exchanger and water tank (or combination heat exchanger-tank), along with the primary fluid pump, expansion vessel and accessories.

The spatial needs for a given facility are determined by the area required to house the DHW tank, which is much larger than the respective heat exchanger and pump. For a standard 30-flat building, the storage volume required by the RITE (between 80% and 100% of the daily DHW consumed) is around 5,000 l, which means installing two 2,500-l tanks. Given a 1-m clearance, the minimum plant room dimensions are as shown in Figure 14.

##### **8.3. DISTRIBUTION SYSTEM**

This is the facility that carries the energy captured by the solar panels to the heat exchanger and hot water storage tank. It consists in a pipe network, pump/s, expansion vessel and valves and other ancillaries (check, bleeder, safety valves, monometers, thermometers and so on).

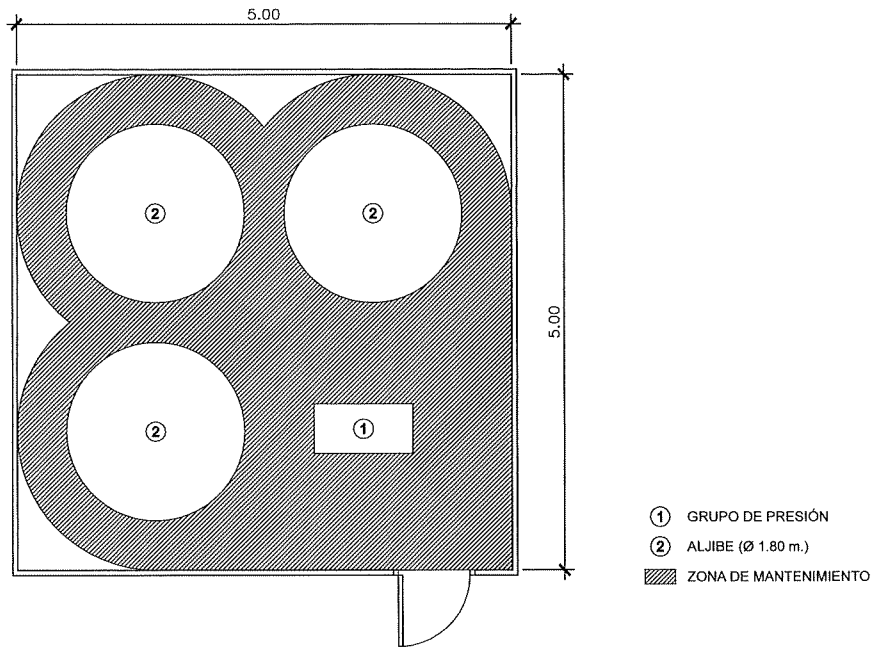


Figura 13

x 35 x 30 cm (alto x ancho x fondo).

- Salidas con llaves de seccionamiento en los recintos de escaleras y en los vestíbulos previos cada cuatro plantas sobre rasante en hornacina de 60 x 65 x 30 cm (alto x ancho x fondo).

## 8. ENERGÍA SOLAR PARA USOS TÉRMICOS

La obligatoriedad de prever esta instalación se establece únicamente mediante ordenanzas municipales, hasta la próxima entrada en vigor del Código Técnico de la Edificación que la regulará a nivel nacional. Los requisitos que debe cumplir se establecen, además de en la normativa municipal aplicable en cada caso, en la ITE 10 del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).

Los espacios y huecos requeridos por esta instalación serán los destinados a ubicar en la cubierta los sistemas de captación y a albergar en el edificio la red de distribución de fluido primario desde los captadores hasta los elementos de intercambio y acumulación y, cuando sean centralizados, el subsistema de intercambio y acumulación, la red de distribución de agua caliente sanitaria (ACS) y el subsistema de apoyo.

Se ha considerado únicamente el caso de subsistema de apoyo mediante calderas individuales, con dos configuraciones posibles: intercambio y acumulación centralizada con una red de distribución general de ACS e intercambio y acumulación individual en cada vivienda.

### 8.1. PANELES SOLARES

El área de los colectores necesarios dependerá de varios factores, principalmente de sus características, su orientación e inclinación, el consumo de ACS de las viviendas y la fracción solar anual exigida por la normativa aplicable. Para la mayor parte de los casos la previsión de un espacio en la cubierta de aproximadamente 5 m<sup>2</sup> por vivienda tipo resulta suficiente para disponer los paneles necesarios para el cumplimiento de los requisitos de la normativa.

### 8.2. SALA DE MÁQUINAS

En el caso de intercambio y acumulación centralizadas, es necesario prever un local en el edificio donde disponer el intercambiador y acumulador (o interacumulador), en el que se instalarían además la bomba de circulación de fluido primario, vaso de expansión y accesorios.

De entre estos equipos, las necesidades de espacio para una instalación concreta vendrán determinadas fun-

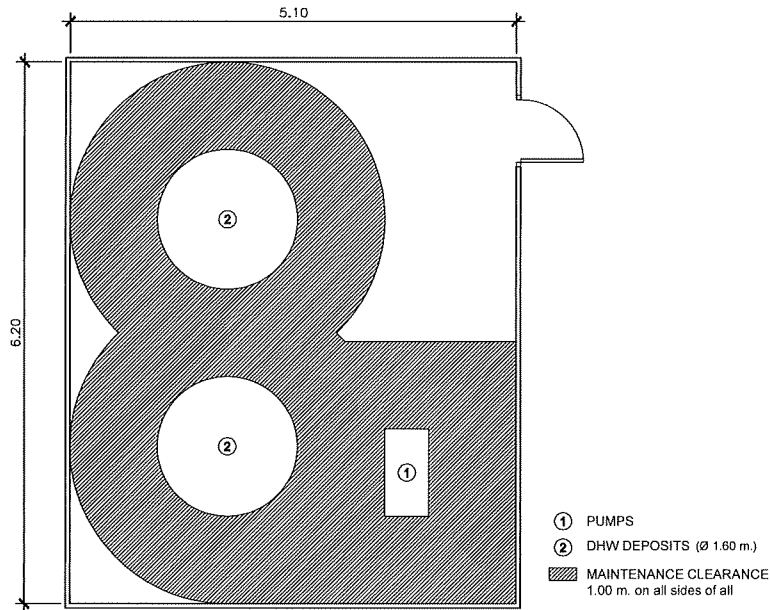


Figure 14

Pipe diameter depends on many factors, such as number and size of flats, hot water consumption and temperature, solar fraction regulations, panel orientation and others that determine the panel surface area and primary fluid flow rate. Precise calculations should be included in the specific design for this facility. Space requirements relating this service are similar in centralized or individual water tanks.

For a standard 30-flat building or complex, a reasonable estimate for the diameter would be 35-mm. Account must also be taken of the insulation jacket which, pursuant to RITE requirements, must be 30 mm thick. This calls for a duct measuring 20 x 10 cm.

## 9. TELECOMMUNICATIONS

The space and ducting requirements for this facility are laid down in Annex 4 to the existing Regulations on Communal Telecommunications Infrastructure.

### 9.1 GENERAL SERVICE CONNECTION

The service connection is the point where the external ducting from the company's connection box enters the communal area of the building. Inside the building, the service connection feeds either into a wall-mounted hand hole measuring 450x450x120 mm or a floor box, in which case the dimensions are 400x400x400 mm.

### 9.2. LOWER CONNECTION DUCT

The lower connection duct is defined to be the duct that houses the feeder wires that run from the main service connection to the main hand hole located in the lower telecommunications cable bay (Spanish initials, RITI). It consists in exposed, embedded or underground pipes or channels whose lie must run across communal areas.

For the intents and purposes of estimating the space required, the regulatory requirements for pipes are shown below. The number of pipes is the same as the number of exterior ducts, which is determined from the following table:

No. of user access points	No. of ducts	Duct use
Up to 4	3	1 BT+ISDN, 1 CTV, 1 spare
From 5 to 20	4	1 BT+ISDN, 1 CTV, 2 spares
From 21 to 40	5	2 BT+ISDN, 1 CTV, 2 spares
Over 40	6	3 BT+ISDN, 1 CTV, 2 spares

damentalmente por el acumulador o acumuladores de ACS necesarios, de volumen mucho mayor que el espacio ocupado por el intercambiador y la bomba que correspondan. Para el ejemplo considerado de un edificio o portal tipo de 30 viviendas, el volumen de acumulación exigido por el RITE (entre el 80% y el 100% del consumo diario de ACS) estará en torno a los 5.000 l, lo que supone la instalación de dos depósitos de 2.500 l. Respetando un espacio libre de mantenimiento de 1 m, las dimensiones necesarias para el local se muestran en la Figura 14.

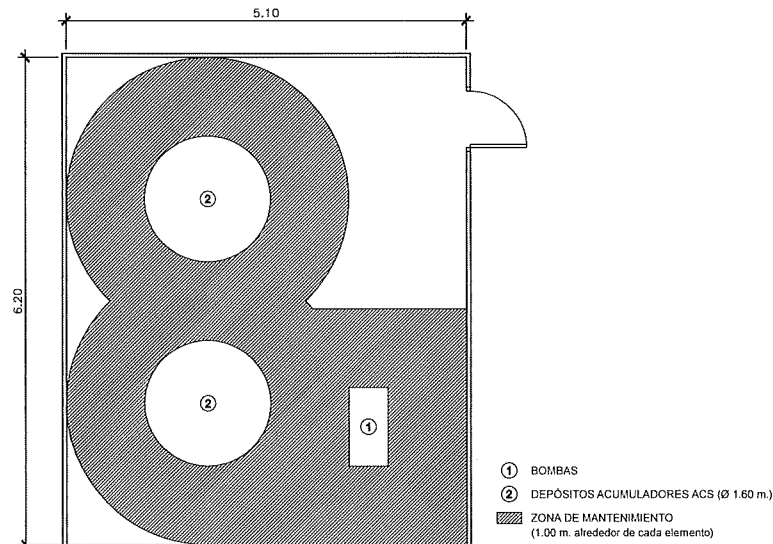


Figura 14

### 8.3. RED DE DISTRIBUCIÓN

Es la encargada de hacer llegar la energía captada en los paneles solares hasta los elementos de intercambio de energía y acumulación de agua caliente. Está formada por una red de tuberías, bomba/s de circulación, vaso de expansión y la valvulería y accesorios necesarios (antirretorno, purga, válvula de seguridad, manómetros, termómetros, etc).

El diámetro de estas tuberías dependerá de muchos factores, como el número y tamaño de las viviendas, el consumo y temperatura de ACS, la fracción solar requerida, la orientación de los captadores y otros, que determinan la superficie de captación necesaria y el caudal del fluido primario. Su cálculo exacto sería objeto del proyecto específico de esta instalación. La necesidades de espacio, en lo que se refiere a esta red, son similares para las configuraciones con acumulación centralizada e individual.

A efectos de estimación inicial de espacio puede considerarse para un edificio o portal tipo de hasta 30 viviendas un diámetro de 35 mm. Es necesario además considerar la coquilla de aislamiento que, ajustándose a lo exigido por el RITE, sería de 30 mm de espesor. Esto conduce a un hueco para su alojamiento de 20 x 10 cm.

### 9. TELECOMUNICACIONES

Los requisitos sobre las necesidades de espacio y huecos para esta instalación se establecen en el Anexo 4 del vigente Reglamento Regulator de Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones.

#### 9.1. PUNTO DE ENTRADA GENERAL

El punto de entrada es el lugar por el que la canalización externa que proviene de la arqueta de entrada accede a la zona común del inmueble. En el lado interior del inmueble, el punto de entrada termina en un registro de dimensiones 450x450x120 mm, en el caso de registro en pared. Si se trata de arqueta, las dimensiones serán de 400x400x400 mm.

#### 9.2. CANALIZACIÓN DE ENLACE INFERIOR

La canalización de enlace inferior se define como la que soporta los cables de la red de alimentación desde el punto de entrada principal hasta el registro principal ubicado en el recinto de instalaciones de telecomunicaciones inferior (RITI). Está formada por tubos o canales que pueden discurrir en montaje superficial, empotrado o subterráneo. Debe discurrir por zonas de uso comunitario.

All the BT+ISDN ducts must be sized to the same external diameter, which depends on the number of distribution network pairs, as shown in the table below:

No. of pairs	Largest wire diameter (mm)	Pipe diameter (mm)
Up to 250.	Up to 28.	40
From 250 to 525	Up to 35	50
From 525 to 800	Up to 45	63

The pipe for CTV must measure 40 mm in diameter. The spare pipe diameter must be equal to the larger of the preceding two.

Applying these criteria to a standard 30-flat building or complex, the connection duct would consist in five 40-mm pipes.

### 9.3. UPPER CONNECTION DUCT

The upper connection duct is defined to be the duct housing the wires that run from the signal capture system to the upper telecommunications cable bay (Spanish initials, RITS). The outdoor wires are unprotected to the wall. From that point onward they must be ducted in exposed or embedded pipes or trays.

For the intents and purposes of space required, the Regulations specify that where pipes are used, the upper connection duct is to comprise four, each with a diameter of 40 mm.

### 9.4. LOWER (RITI), UPPER (RITS) AND SINGLE (RITU) CABLE BAYS

The RITI or lower bay houses the main BT, ISDN, CTV and FWAS operator wires. The RITS houses the components needed for RTV and, as appropriate, FWAS reception. In buildings with four storeys, including the ground storey and a maximum of 10 user accesses, and for single family dwellings, the above bays can be grouped into one.

The Regulations establish the following requirements:

- They must be sited in communal areas.
- The RITI is preferably installed above grade. Where that is not possible, it must be fitted with a sump.
- The RITS should preferably be sited on the roof and never at an elevation lower than the top storey.

The minimum RITI and RITS dimensions are as follows:

No. of accesses	Height (mm)	Width (m)	Depth (m)
Up to 20.	2000	1000	500
From 21 to 30	2000	1500	500
From 31 to 45	2000	2000	500
Over 45	2300	2000	2000

The RITU dimensions are:

No. of accesses	Height (mm)	Width (m)	Depth (m)
Up to 10	2000	1000	500
Over 10	2300	2000	2000

For apartment buildings with up to 45 user access points, the Regulations allow the lower, upper and single cable

A efectos de estimación de espacio, se indican las exigencias del Reglamento para el caso de tubos. Su número será igual al de la canalización externa, que se determina según la siguiente Tabla:

Nº de Puntos de Acceso a Usuario	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

Todos los destinados a TB+RDSI se dimensionarán del mismo diámetro exterior, según la siguiente tabla en función del número de pares de la red de distribución:

Nº pares	Diámetro del cable mayor (mm)	Diámetro tubos (mm)
Hasta 250	Hasta 28	40
Entre 250 y 525	Hasta 35	50
Entre 525 y 800	Hasta 45	63

El tubo destinado a TLCA será de 40 mm. Los tubos de reserva serán iguales al de mayor diámetro de los anteriores.

Aplicando este criterio en el caso de un edificio o portal tipo de 30 viviendas, la canalización de enlace estaría formada por 5 tubos de 40 mm.

### 9.3. CANALIZACIÓN DE ENLACE SUPERIOR

La canalización de enlace superior se define como la que soporta los cables que van desde el sistema de captación hasta el recinto de instalaciones de telecomunicaciones superior (RITS). En el exterior, hasta el pasamuro los cables discurrirán sin protección. Desde este punto la canalización estará formada por tubos o canales en montaje superficial o empotrado.

A efectos de estimación de espacio, el Reglamento indica que en el caso de emplearse tubos, la canalización de enlace superior estará formada por 4 de 40 mm de diámetro.

### 9.4. RECINTOS DE INSTALACIONES DE TELECOMUNICACIONES INFERIOR (RITI), SUPERIOR (RITS) Y ÚNICO (RITU)

El RITI es el destinado a albergar los registros principales de los operadores de TB, RDSI, TLCA y SAFI. El RITS es el local donde se instalan los elementos destinados al servicio de RTV y, en su caso, de SAFI. Para el caso de edificios de tres alturas más planta baja y un número máximo de puntos de acceso a usuario (PAU) de 10 y para conjuntos de viviendas unifamiliares, los recintos anteriores se pueden agrupar en un recinto único.

Los requisitos establecidos por el Reglamento son los siguientes:

- Deben estar en zona comunitaria.
- El RITI estará preferentemente sobre la rasante. De no ser posible se le dotará de sumidero.
- El RITS se situará preferentemente en la cubierta o azotea y nunca por debajo de la última planta del inmueble.

Las dimensiones mínimas del RITI y RITS son las siguientes:

Nº de PAU	Altura (mm)	Anchura (mm)	Profundidad (mm)
Hasta 20	2.000	1.000	500
De 21 a 30	2.000	1.500	500
De 31 a 45	2.000	2.000	500
Más de 45	2.300	2.000	2.000

---

bays to be housed in standard modular cabinets (Spanish initials, RITM) with the dimensions shown above.

### 9.5. MAIN DUCT AND SECONDARY HAND HOLES

This is the duct that houses the building's communal telecommunications infrastructure distribution system, connecting the RITI to the RITS and both to intermediate secondary hand holes. It may consist in pipes, channels or galleries. Its run is essentially vertical.

The minimum dimensions for the shaft that houses the main duct are computed less on the basis of the number and diameter of the pipes than the dimensions needed for the secondary hand holes that must be installed in each storey. The minimum hand hole dimensions are:

- 450x450x150 mm (height x width x depth) for buildings with up to 3 user accesses per storey and up to a total of 20 in the building, and for buildings with 4 or more accesses per storey and up to 5 storeys.
- 500x700x150 mm (height x width x depth) in all other cases

### 10. GARAGES VENTILATION

Garages must be ventilated for two purposes: smoke evacuation in the event of fire and control of environmental CO levels. The requirements for the former are laid down in Basic Spanish Standard NBE-CPI-96 while the latter are regulated locally. The legislation provides for both natural ventilation via outside openings and forced ventilation by means of a series of extraction shafts or channels for evacuating smoke or gas from an area or sector through a system of ducts under negative pressure.

Since natural ventilation calls for no specific ducting or spaces in the building, the following discussion focuses on forced ventilation. In this case, space must be provided for fans and vertical shafts for the evacuation stacks. Forced ventilation facilities in garages are dimensioned to accommodate the statutory minimum of 6-7 air exchanges/hour for each storey.

#### 10.1. FAN ENCLOSURES

Ventilation equipment may be sited in a specific enclosure or be connected directly to the mains and located in the space to be ventilated. In the former case, the dimensions must be sufficient to ensure equipment accessibility.

An example of this type of facility is given below:

- Garage usable area : 2.000 m<sup>2</sup>
- Height : 2.5 m
- Minimum flow rate : 2.000 m<sup>2</sup> x 2.5 m x 6 ex./hour = 30,000 m<sup>3</sup>/h

There are several possible arrangements depending on the number of areas to be ventilated, which also determines the size of the fans to be used. The fans must generate sufficient pressure to offset head loss in the ducts. For the preceding example, assuming the installation of two centrifugal fans, the extraction flow rate per unit would be 15.000 m<sup>3</sup>/h. Given normal head loss values in duct systems and standard belt-driven centrifugal fans, 20/20 or 22/22 fans would be needed. The approximate dimensions of these fans would be 1.5 x 1.5 x 1.0 m (width x depth x height).

Another possibility to be considered is where these enclosures form a part of the garage fire compartment. This is permitted when the extraction ducts are entirely contained within the compartment, which in this case would be classified as a class I fire or explosion risk enclosure. Application of Spanish standard ITC BT 29 and RBT standard requirements entails siting electrical material outside the hazardous area or installing class 2 electrical material. In practice this involves positioning the fan boxes in such a way that the motors are at least 1 m off the floor, in turn conditioning garage height.

In light of the foregoing, assuming that one of these units is installed in each of the enclosures with a 1-m clearance for maintenance on all four sides, enclosure dimensions would be as shown in Figure 15.



En el caso de RITU las medidas mínimas son las siguientes:

Nº de PAU	Altura (mm)	Anchura (mm)	Profundidad (mm)
Hasta 10	2.000	1.000	500
Más de 10	2.300	2.000	2.000

Para el caso de inmuebles de pisos de hasta 45 PAU, el Reglamento permite realizar los recintos inferior, superior y único mediante armarios de tipo modular (RITM), con las mismas dimensiones señaladas.

## 9.5. CANALIZACIÓN PRINCIPAL Y REGISTROS SECUNDARIOS

Es la que soporta la red de distribución de la infraestructura común de telecomunicaciones del inmueble, conectando el RITI y el RITS entre sí y éstos con los registros secundarios que se intercalan en ella. Puede estar formada por tubos, canales o galerías. Su recorrido es fundamentalmente vertical.

Las dimensiones mínimas del patinillo destinado a albergar la canalización principal resultan no tanto del número y diámetro de los tubos que la forman como de las de necesarias para los registros secundarios que deben intercalarse en cada planta. Las dimensiones mínimas de estos registros son:

- 450x450x150 mm (altura x anchura x profundidad) para inmuebles con un número de PAU por planta igual o menor que 3 y hasta un máximo de 20 en la edificación, y para inmuebles con un número de PAU por planta igual o menor que 4 y un número de plantas igual o menor que 5.
- 500x700x150 mm (altura x anchura x profundidad) en el resto de casos.

## 10. VENTILACIÓN DE APARCAMIENTOS

Los garajes deben contar con ventilación con dos fines: evacuación de humos en caso de incendio y control del nivel de CO en el ambiente. Las exigencias en el primero de los casos se dan en la Norma Básica NBE-CPI-96, mientras que en el segundo de los casos son objeto de normativa local con requisitos muy variables en lo que se refiere a: número de renovaciones, dotación de redes de impulsión y extracción, o número de ventiladores por cada sistema, por lo que en este Cuaderno se trata solo las exigencias de la Norma Básica citada.

Se permite el empleo de ventilación natural, mediante huecos al exterior, o forzada, mediante la apertura de un conjunto de huecos o canales de extracción con el fin de evacuar los humos o gases de un recinto o sector a través de una red de conductos sometida a depresión.

La ventilación natural exige la previsión de huecos específicos en el edificio equivalentes a  $1\text{m}^2$  por cada  $400\text{m}^2$  de superficie en planta de aparcamiento. En el caso de ventilación forzada es necesario prever espacios para la ubicación de los extractores y huecos verticales para las chimeneas de evacuación. La instalación de ventilación forzada de garaje se dimensiona según el mínimo establecido de 6 renovaciones/hora por cada planta.

### 10.1. LOCALES DE EXTRACTORES

Los equipos de ventilación pueden ubicarse en recintos específicos para tal fin, o bien pueden ir conectados directamente a la red y situados en el propio espacio a ventilar. En el primer caso, las dimensiones del recinto deben ser tales que permitan la accesibilidad a los equipos.

Como ejemplo representativo de este tipo de instalación se puede mencionar el siguiente:

- Superficie útil del aparcamiento : 2.000  $\text{m}^2$
- Altura : 2,5 m
- Caudal mínimo : 2.000  $\text{m}^2$  x 2,5 m x 6 ren./hora = 30.000  $\text{m}^3/\text{h}$

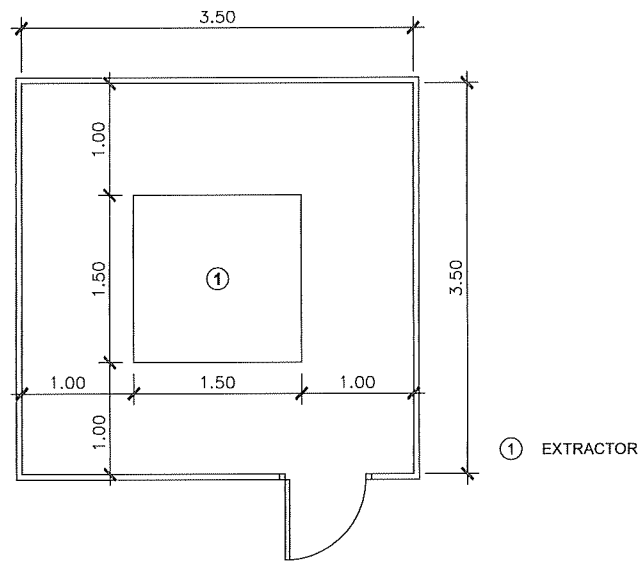


Figure 15

When the fans are connected directly to the mains, they can be mounted on the ceiling. In this case certain specifications must be met, such as laid down in the Madrid municipal urban planning regulations, which provide a minimum storey height of 2.15 m and a clearance of 2 m under exposed ducts or equipment. In practice this means that with normal fan size and standard garage clear heights, the areas underneath ceiling mounts must be separated from the rest of the garage by means of fencing or similar.

## 10.2 EXTRACTION STACKS

Gas is evacuated through a stack sealed along its entire length and used for this sole purpose. If it opens on to an accessible area open for general use, it must meet the following requirements:

- The gas emission height must be 2.5 m above the usable floor elevation.
- The stack must be protected within a 2.5-m radius to prevent pedestrian access.

Such stacks usually consist in a rectangular galvanized sheet steel duct housed in a service shaft up to the roof.

To return to the above example, each stack must evacuate gas at a flow rate of 17,500 m<sup>3</sup>/h. Assuming maximum air velocity inside the duct of 10 m/s, a circular duct with a diameter of 800 mm would be needed. A number of rectangular duct equivalents would also be suitable: 800 x 700 mm or 1000 x 550 mm, for instance. A solution commonly adopted is to build the extraction duct stacks along one of the sides of the elevator shaft. In that case, one of the dimensions concurs with the shaft width or depth, usually 1200 mm. The other dimension would be as required to obtain the 800-mm diameter equivalent, i.e., 475 mm.

## 11. HVAC-READY FACILITY

Some local regulations require new residential buildings to be AC-ready. This section describes the vertical shaft required for the most common solution, i.e., the future installation of split system independent facilities with rooftop outside units. Consequently, a shaft must be provided to house the fluid and refrigerant pipes connecting the indoor unit in each flat to the rooftop equipment.

Assuming a standard 30-flat building or complex, liquid and refrigerant gas pipe diameters of 9.5 and 15.9 mm, respectively (sufficient in most cases), plus 30-mm thermal insulation, the dimensions of the vertical shaft required to house the pipes would be 60 x 50 cm (width x depth).



---

## 12. OTHER SPACE

In addition to the shafts and enclosures required for the above services, provision must be made for the vertical shafts needed for kitchen extractor ducts and kitchen, windowless bathroom, fire lobby, rubbish bin room and plant room ventilation ducts.

---

Para el ejemplo considerado, se trata de extraer un caudal de 17.500 m<sup>3</sup>/h por cada chimenea. Limitando la velocidad de aire en el conducto a un valor de 10 m/s, sería necesario un conducto circular de 800 mm. Existen varias posibilidades de conductos rectangulares equivalentes al circular necesario, por ejemplo 800 x 700 mm ó 1.000 x 550 mm. Una solución habitual es llevar las chimeneas de los conductos de extracción adosadas a uno de los lados de un hueco de ascensor. En este caso, una de las dimensiones será la de ese lado, normalmente 1.200 mm. La otra dimensión será la necesaria para obtener el diámetro equivalente de 750 mm, esto es, 475 mm.

## **11. PREINSTALACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO**

Algunas normativas locales obligan en nueva edificación al montaje de una preinstalación de aire acondicionado para las viviendas. Se describe en este apartado la previsión de hueco vertical que debe realizarse para el caso más habitual en que se considere la futura instalación de unidades autónomas de tipo partido con la unidad exterior en la cubierta. El hueco que debe preverse por tanto es el que aloje las tuberías de líquido y gas de refrigerante que unen la unidad interior de cada vivienda con la cubierta además de la correspondiente canalización eléctrica.

Considerando un portal o edificio tipo con 30 de viviendas, los diámetros de las líneas de líquido y gas de refrigerante (9,5 y 15,9 mm respectivamente para los equipos necesarios en la mayor parte de los casos) y el aislamiento térmico de las líneas, de espesor 30 mm, la sección del hueco vertical necesario para alojar las tuberías sería de 60x50 cm (ancho x fondo).

## **12. OTROS HUECOS**

Además de los huecos y recintos necesarios por las instalaciones anteriores, es necesario prever los huecos verticales que exigen los conductos de los extractores de las cocinas y los shunt o conductos de ventilación de cocinas, aseos sin ventanas, vestíbulos de independencia, cuartos de basuras y locales técnicos.



## Relación de Personal Titulado de INTEMAC

### Arquitectos

Fernández Sáez, Ana María  
Fraile Mora, Serafín  
González Balseyro, María José  
López-Nava Muñoz, Alberto Ignacio  
Luzón Cánovas, José M<sup>a</sup>  
Sánchez Arroyo, Jesús M<sup>a</sup>  
Sicilia Mañá, Beatriz

### Ingenieros de Caminos

Ayats Calsat, Juan  
Baena Alonso, Eva  
Barrios Corpa, Jorge  
Barrios Corpa, Roberto  
Beteta Cejudo, M<sup>a</sup> Carmen  
\* Calavera Ruiz, José  
Calderón Bello, Enrique  
Carpintero García, Ismael  
Castillo Fernández, Luis Javier  
Clemente Gutiérrez, Julián Alberto  
Corbacho Vicioso, José Angel  
Cortés Bretón, Juan María  
Corral Folgado, Claudio  
De la Cuerda del Olmo, Francisco Javier  
De la Fuente Gómez, Ana Isabel  
Dávila Sánchez-Toscano, Suyapa  
Díaz Heredia, Elena  
Díaz Lozano, Justo  
Díaz Pavón Cuaresma, Eduardo  
Encinar Arroyo, Antonio  
Fernández García, Susana  
\* Fernández Gómez, Jaime Antonio  
González González, Juan José  
\* González Valle, Enrique  
\* Hostalet Alba, Francisco  
\* Izquierdo Bernaldo de Quirós, José M<sup>a</sup>  
Jiménez Ortiz, Gonzalo  
Ley Urzaiz, Jorge  
Munugarren Martínez, Miguel Angel  
Prieto Tomé, Alfonso  
Recio Cañadas, Alba  
Rodríguez Escribano, Raúl Rubén  
Rodríguez Romero, Jesús M<sup>a</sup>  
Rueda Contreras, Jorge Ladislao  
Ruiz Fuentes, María Josefa  
Ruiz Jiménez-Alfaro, Felipe  
Sanz Pérez, Lorenzo  
Sirvent Sirvent, Enrique  
Tapia Menéndez, José  
Torre Cobo, María Carmen  
Torres Pérez, Elisa  
Valdés Fernández de Alarcón, Pablo  
Villanueva Ramírez, Santiago

### Ingeniero en Cartografía y Geodesia

López-Canti Casas, Elisa

### Ingeniero I.C.A.I.

Marín Estévez, Gonzalo

### Ingenieros Industriales

\* Alvarez Cabal, Ramón Amado  
Arroyo Arroyo, José Ramón  
Bayonne Sopo, Enrique  
De la Cruz Morón, Diego  
Estrada Gómez, Rafael  
González Carmona, Manuel  
Muñoz Fuentes, Miguel Angel  
Suárez Fernández, Antonio  
Torruella Martínez, Josep M<sup>a</sup>  
\* Valenciano Carles, Federico

### Ingeniero de Minas

Ramos Sánchez, Adelina

### Dra. en Geografía e Historia

Calavera Vayá, Ana María

### Licenciada en Administración y Dirección de Empresas

Perales Gómez, Natalia

### Licenciado en Ciencias Ambientales

Gil Esteban, Luis Miguel

### Licenciado en C. Económicas y Empresariales

González Chavero, Antonio

### Licenciados en Ciencias Químicas

Fernández Sendino, Marta  
Grandes Velasco, Sylvia María  
Iglesias Hernaiz, María Angeles  
López Sánchez, Pedro  
Morgado Sánchez, José Carlos

### Licenciados en Derecho

González del Olmo, Alfredo  
Jarillo Cerrato, Pedro

### Licenciada en Filología Hispánica

Valentín Sierra, M<sup>a</sup> Consuelo

### Licenciados en Geología

Blanco Zorroza, Alberto  
Casado Chinarro, Alejandro  
Catalán Navarro, Antonio  
Díaz Castañeda, Esteban  
García Tascón, Jorge  
López Velilla, Oscar  
Pedrosa Ortiz, Germán  
Peguero Orta, Carlos  
Salado Rodilla, Luis  
Usillos Espín, Pablo

### Arquitectos Técnicos

Carrato Moñino, Rosa M<sup>a</sup>  
Carrera Ríos, José María  
Debasa Novas, Elena  
Fernández Jiménez, Amelia  
Galán Rivera, Sofía





## CUADERNOS INTEMAC

CUADERNOS INTEMAC es una publicación trimestral, bilingüe en español e inglés, en forma de monografías que recogen trabajos realizados por los técnicos del Instituto o presentados en los Cursos y Conferencias organizados por el mismo.

Los temas tratados cubren tanto el campo de las Obras Públicas como el de la Edificación y sus Instalaciones.

Precio de la suscripción Año 2005: 27 €



### ULTIMOS TITULOS PUBLICADOS

#### Cuaderno Nº 59

“Las pruebas de carga de recepción de las estructuras de la circunvalación de Madrid M-50 y las radiales R-3 y R-5”.

Autores: **ÁNGEL HUERTOS RODRÍGUEZ,**

Ing. Tec. O.P.

**J. LEY URZAIZ**

Dr. Ing. de Caminos,

**JOSE JUAN ROZAS HERNANDO,**

Ing. Tec. O.P.

#### Cuaderno Nº 60

“Recintos y huecos para instalaciones en edificios de viviendas”.

Autores: **G. MARTÍ ESTÉVEZ;**

Ing. ICI

**F. VALENCIANO CARLES.**

Ing. Industrial

### CUADERNOS DE PROXIMA APARICION

#### Cuaderno nº 61

“Vida útil de las estructuras de hormigón”

Autor: **STEEN ROSTAM**

Civil Engineer

Consulte lista completa de la Colección

## MONOGRAFÍAS INTEMAC

A partir de junio de 1998 INTEMAC emprendió una nueva línea de publicaciones con un carácter eminentemente práctico, destinadas a tratar temas muy concretos que, o bien presentan un nivel de problemas acusados en la práctica, o bien están insuficientemente cubiertos por la Normativa y la documentación técnica existente.

#### MONOGRAFÍA INTEMAC Nº 5

“Mantenimiento y reparación de paramentos de hormigón”.

Autores: **R. Barrios Corpa, C. Beteta Cejudo, E. Díaz Heredia,**

**Prof. J. Fernández Gómez, J. M. Rodríguez Romero.**

Precio de la Monografía 33 €

#### MONOGRAFÍA INTEMAC Nº 6

“Patología, técnicas de intervención y limpieza de fábricas de ladrillo”.

Autores: **P. López Sánchez, J. M. Luzón Cánovas, I. Martínez Pérez,**

**A. Muñoz Mesto, A. Fernández Sáez.**

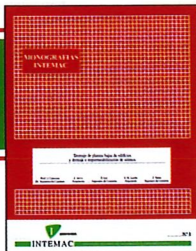
Precio de la Monografía 33 €

#### MONOGRAFÍA INTEMAC Nº 7

“Estructuras de madera”.

Autores: **J. M. Izquierdo y Bernaldo de Quirós.**

Precio de la Monografía 33 €



## NOTAS DE INFORMACIÓN TÉCNICA NIT

En INTEMAC se producen, con frecuencia, notas de información sobre temas que pensamos que no solamente tienen una utilidad interna sino que pueden resultar interesantes para muchos Técnicos de la Construcción.

#### NOTAS DE INFORMACIÓN TÉCNICA NIT 1 (05)

“Estudio experimental sobre la influencia de distintos procedimientos de curado inicial en obra, en la resistencia a compresión de probetas de hormigón”.

Autores: **J. Calavera Ruiz, J. Fernández Gómez,**

**G. González Isabel, J. Ley Urzaiz**

Edición bilingüe (español e inglés) en color.

Precio 11 €



#### NOTAS DE INFORMACIÓN TÉCNICA NIT 2 (05)

“El Incendio del Edificio Windsor de Madrid. Investigación del comportamiento al fuego y de la capacidad resistente residual de la estructura tras el incendio”.

Autores: **J. Calavera Ruiz, E. González Valle, J. Díaz Lozano, J. L. Cano Muñoz,**

**J. Fernández Gómez, J. M. Izquierdo y Bernaldo de Quirós, J. Ley Urzaiz.**

Edición bilingüe (español e inglés) en color.

Precio 15,5 €

## VÍDEOS TÉCNICOS

#### Muestreo de hormigón fresco. Fabricación y ensayo de probetas de hormigón.

Nº 2001 (1-1)

Contempla de forma completa y detallada el proceso de toma de muestras de hormigón fresco en obra, la medida de la consistencia con el Cono de Abrams, fabricación de probetas, curado en obra, transporte al laboratorio, curado en cámara, refrentado y ensayo a compresión.

Esta nueva versión del vídeo 8801 (1), introduce las modificaciones de EHE y un sistema de estudio de la distribución de presiones de la prensa sobre la probeta así como los aspectos particulares del ensayo de hormigones de alta resistencia.

30 minutos - 25 €

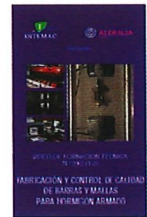


#### Fabricación y control de calidad de barras y mallas para hormigón armado.

Nº 2002 (1-2)

Muestra el proceso de laminación en fábrica de las barras y alambres, la fabricación de mallas y los ensayos de tracción, doblado, arrancamiento de nudos y determinación de las características geométricas del corrugado y el ensayo de Beam-test para la determinación de las características de adherencia.

30 minutos - 25 €



#### Compresión centrada en hormigón armado.

Nº 2002 (1-4)

Contempla la rotura de siete pilares a escala real, variando resistencias de hormigón desde 25 N/mm<sup>2</sup> a 100N/mm<sup>2</sup>, las cuantías de armaduras, la separación de estribos y la velocidad de carga conectando todo ello con las fórmulas de cálculo.

35 minutos - 25 €



#### Flexión simple en hormigón armado.

Nº 2002 (1-3)

Incluye el ensayo a rotura de cinco vigas a escala real, con diferentes cuantías y diferentes desarrollos de adherencia conectando todo ello con las fórmulas de cálculo.

35 minutos - 25 €



#### Esfuerzo cortante en hormigón armado.

Nº 2002 (1-5)

Muestra el ensayo a rotura de cinco vigas a escala real, con diferentes formas de rotura por corte (Tracción diagonal, corte flexión, compresión diagonal, etc.) conectando todo ello con las fórmulas de cálculo.

25 minutos - 25 €



## BOLETÍN BIBLIOGRÁFICO

INTEMAC viene realizando desde su fundación un BOLETIN BIBLIOGRAFICO para uso interno, que ofrece, en una lectura rápida, un panorama general de todas las publicaciones técnicas disponibles. Desde 1991, esta publicación bimestral, ha sido puesta a disposición del público.

EL BOLETIN BIBLIOGRAFICO incluye: Fotocopia del índice y de los resúmenes de los artículos contenidos en las 105 revistas técnicas que se reciben en el Instituto referentes a los campos de la Edificación, Instalaciones, Obras Públicas y Urbanismo. Una sección de Normativa reciente, nacional y extranjera. Secciones de Bibliografía y Cursos.

Una sección de Congresos, Reuniones Técnicas y Ferias de próxima celebración en todo el mundo.

Tarifa de suscripción anual (6 números) 152 €

### BOLETIN BIBLIOGRAFICO

# PUBLICACIONES



## Patología de estructuras de hormigón armado y pretensado

2ª edición (2 tomos)

J. Calavera (Dr. Ingeniero de Caminos)

Precio: 120 €

**Nueva edición**



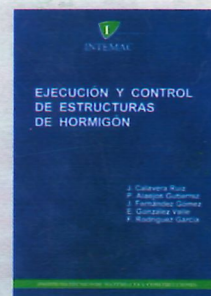
## Fichas de ejecución de obras de hormigón

2ª edición

J. Calavera (Dr. Ingeniero de Caminos)

Precio: 50 €

**Nueva publicación**



## Ejecución y control de estructuras de hormigón

J. Calavera, P. Alaejos Gutiérrez,  
J. Fernández Gómez, E. González Valle,  
F. Rodríguez García

Precio: 100 €

**Nueva publicación**



## Manual para la redacción de informes técnicos en construcción

J. Calavera (Dr. Ingeniero de Caminos)

Precio: 72 €



## Manual de Ferralla

3ª edición

J. Calavera, E. González Valle,  
J. Fernández Gómez, F. Valenciano

Precio: 38 €



## Proyecto de estructuras de hormigón con armaduras industrializadas

J. Calavera, E. González Valle,  
J. Fernández Gómez, F. Valenciano

Precio: 47 €

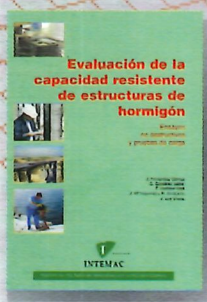


## Cálculo, construcción, patología y rehabilitación de forjados de edificación

5ª edición

J. Calavera (Dr. Ingeniero de Caminos)

Precio: 100 €



## Evaluación de la capacidad resistente de estructuras de hormigón

J. Fernández Gómez, G. González Isabel,  
F. Hostalet Alba, J. Mª Izquierdo, J. Ley Urzaiz

Precio: 58 €

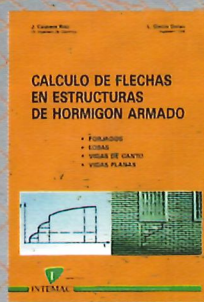


## Muros de contención y muros de sótano

3ª edición

J. Calavera (Dr. Ingeniero de Caminos)

Precio: 71 €



## Cálculo de flechas en estructuras de hormigón armado

J. Calavera (Dr. Ingeniero de Caminos)  
L. García Dutari (Ingeniero Civil)

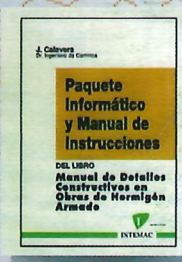
Precio: 50 €



## Manual de detalles constructivos en obras del hormigón armado

J. Calavera (Dr. Ingeniero de Caminos)

Libro: 112 € - Paquete informático: 198 €



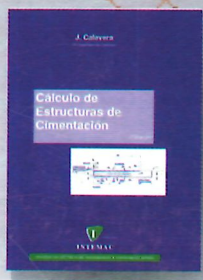
INTEMAC

Mario Roso de Luna, 29, Ed. 12 - 28022 MADRID

TEL.: 91 327 74 00 • FAX: 91 327 74 20

e-mail: [intemac@intemac.es](mailto:intemac@intemac.es)

[www.intemac.es](http://www.intemac.es)



## Cálculo de estructuras de cimentación

4ª edición

J. Calavera (Dr. Ingeniero de Caminos)

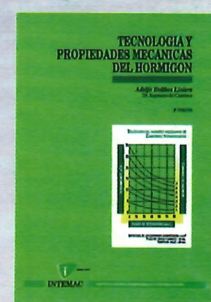
Precio: 71 €



## Hormigón de alta resistencia

G. González-Isabel (Ingeniero Técnico de O. P.)

Precio: 44 €



## Tecnología y propiedades mecánicas de hormigón

A. Delibes (Dr. Ingeniero de Caminos)

Precio: 54 €