



Código Técnico de la Edificación

# Documento Básico **HS**

## Salubridad

- HS 1 Protección frente a la humedad
- HS 2 Eliminación de residuos
- HS 3 Calidad del aire interior
- HS 4 Suministro de agua
- HS 5 Evacuación de aguas residuales

Noviembre 2003



# Generalidades

## I Objeto

Este Documento Básico (DB) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permitan cumplir las exigencias básicas de salubridad. Las secciones de este DB se corresponden con las exigencias básicas HS 1 a HS 5. La correcta aplicación de cada sección supone el cumplimiento de la exigencia básica correspondiente. La correcta aplicación del conjunto del DB supone que se satisface el requisito básico "Higiene, salud y protección del medio ambiente".

Tanto el objetivo del requisito básico " Higiene, salud y protección del medio ambiente ", como las exigencias básicas se establecen el artículo 13 de la Parte I de este CTE y son los siguientes:

### Artículo 13. Exigencias básicas de salubridad (HS)

1. El objetivo del requisito básico "Higiene, salud y protección del medio ambiente" consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que, como consecuencia de las características de diseño, construcción y mantenimiento de los edificios, los usuarios, dentro de ellos y en condiciones normales de utilización, padezcan molestias o enfermedades, así como el riesgo de que los edificios se deterioren y de que deterioren el medio ambiente en su entorno inmediato.
2. Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán, mantendrán y utilizarán de tal forma que se cumplan las exigencias básicas que se establecen a continuación.
3. El Documento Básico "DB HS Salubridad" especifica los parámetros objetivos y los procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico higiene, salud y protección del medio ambiente.

#### 13.1 Exigencia básica HS 1: Protección frente a la humedad

Se limitará el *riesgo* previsible de presencia inadecuada de agua o humedad en el interior de los edificios y en sus cerramientos como consecuencia del agua procedente de precipitaciones atmosféricas, de escorrentías, del terreno o de condensaciones, disponiendo medios que impidan su penetración o, en su caso permitan su evacuación sin producción de daños.

#### 13.2 Exigencia básica HS 2: Eliminación de residuos

Los edificios dispondrán de espacios y medios para extraer los residuos generados en ellos de forma que dispongan de un almacenamiento de contenedores de edificio acorde con el sistema público de recogida. En ningún caso la red de saneamiento podrá utilizarse para la extracción de residuos.

#### 13.3 Exigencia básica HS 3: Calidad del aire interior

Los edificios dispondrán de medios para que sus *recintos* se puedan ventilar adecuadamente, eliminando los contaminantes que se produzcan de forma habitual durante el uso normal de los edificios, de forma que se aporte un caudal suficiente de aire exterior y se garantice la extracción y expulsión del aire viciado por los contaminantes, sin transmisión a otros recintos.

#### 13.4 Exigencia básica HS 4: Suministro de agua

Los edificios dispondrán de medios adecuados para suministrar al equipamiento higiénico previsto agua apta para el consumo de forma sostenible, aportando caudales suficientes para su funcionamiento, sin alteración de las propiedades de aptitud para el consumo e impidiendo los posibles retornos que puedan contaminar la red.

Los equipos de producción de agua caliente dotados de sistemas de acumulación y los puntos terminales de utilización tendrán unas características tales que eviten el desarrollo de gérmenes patógenos.

### **13.5 Exigencia básica HS 5: Evacuación de aguas residuales**

Los edificios dispondrán de medios adecuados para extraer las aguas residuales generadas en ellos de forma independiente o conjunta con las precipitaciones atmosféricas y con las escorrentías.

## **II Ámbito de aplicación**

El ámbito de aplicación en este DB se especifica, para cada sección de las que se compone el mismo, en sus respectivos apartados.

El contenido de este DB se refiere únicamente a las exigencias básicas relacionadas con el requisito básico "Higiene, salud y protección del medio ambiente". También deben cumplirse las exigencias básicas de los demás requisitos básicos, lo que se posibilita mediante la aplicación del DB correspondiente a cada uno de ellos.

## **III Criterios generales de aplicación**

Pueden utilizarse otras soluciones diferentes a las contenidas en este DB, en cuyo caso deberá seguirse el procedimiento establecido en el artículo 5 del CTE, y deberá documentarse en el proyecto el cumplimiento de las exigencias básicas.

Las citas a disposiciones reglamentarias contenidas en este DB se refieren a sus versiones vigentes en cada momento en que se aplique el Código. Las citas a normas UNE, UNE EN o UNE EN ISO se deben relacionar con la versión que se indica en cada caso, aún cuando exista una versión posterior, excepto cuando se trate de normas equivalentes a normas EN cuya referencia haya sido publicada en el Diario Oficial de la Comunidad Europea, en el marco de la aplicación de la Directiva 89/106/CEE sobre productos de construcción, en cuyo caso la cita se deberá relacionar con la versión de dicha referencia.

## **IV Terminología**

A efectos de aplicación de este DB, los términos que figuran en letra cursiva deben utilizarse conforme al significado y a las condiciones que se establecen para cada uno de ellos, bien en los apéndices A de cada una de las secciones de este DB, o bien en el Anejo III de la Parte I de este CTE, cuando sean términos de uso común en el conjunto del Código.

# Índice

## Sección HS 1 Protección frente a la humedad

### 1 Generalidades

- 1.1 Ámbito de aplicación
- 1.2 Procedimiento de verificación

### 2 Diseño

- 2.1 Muros
- 2.2 Suelos
- 2.3 Fachadas
- 2.4 Cubiertas

### 3 Dimensionado

- 3.1 Tubos de drenaje
- 3.2 Canaletas de recogida
- 3.3 Bombas de achique

### 4 Productos de Construcción

- 4.1 Características exigibles a los productos
- 4.2 Control de recepción en obra de productos

### 5 Construcción

- 5.1 Ejecución
- 5.2 Control de la ejecución
- 5.3 Control de la obra terminada

### 6 Mantenimiento y Conservación

**Apéndice A Terminología**

**Apéndice B Notación**

**Apéndice C Cálculo del caudal de drenaje**

## Sección HS 2 Eliminación de residuos

### 1 Generalidades

- 1.1 Ámbito de aplicación
- 1.2 Procedimiento de verificación

### 2 Diseño y Dimensionado

- 2.1 Almacén de contenedores de edificios
- 2.2 Reserva de espacio
- 2.3 Instalaciones de traslado por bajantes
- 2.4 Espacios de almacenamiento inmediato en las viviendas

### 3 Mantenimiento y Conservación

- 3.1 Almacén de contenedores de edificios
- 3.2 Instalaciones de traslado por bajantes

**Apéndice A Terminología**

**Apéndice B Notación**

## **Sección HS 3 Calidad del aire interior**

### **1 Generalidades**

- 1.1 Ámbito de aplicación
- 1.2 Procedimiento de verificación

### **2 Caracterización y Cuantificación de las Exigencias**

### **3 Diseño**

- 3.1 Condiciones generales de los sistemas de ventilación
- 3.2 Condiciones particulares de los elementos

### **4 Dimensionado**

- 4.1 Medios de ventilación básica
- 4.2 Medios de ventilación complementaria

### **5 Productos de Construcción**

- 5.1 Características exigibles a los productos
- 5.2 Control de recepción en obra de productos

### **6 Construcción**

- 6.1 Ejecución
- 6.2 Control de la ejecución
- 6.3 Control de la obra terminada

### **7 Mantenimiento y Conservación**

#### **Apéndice A Terminología**

#### **Apéndice B Notación**

## **Sección HS 4 Suministro de agua**

### **1 Generalidades**

- 1.1 Ámbito de aplicación
- 1.2 Procedimiento de verificación

### **2 Caracterización y Cuantificación de las Exigencias**

- 2.1 Propiedades de la instalación
- 2.2 Señalización
- 2.3 Ahorro de agua

### **3 Diseño**

- 3.1 Esquema general de la instalación
- 3.2 Elementos que componen la instalación
- 3.3 Protección contra retornos
- 3.4 Distancias con otras instalaciones
- 3.5 Señalización
- 3.6 Ahorro de agua

### **4 Dimensionado**

- 4.1 Reserva de espacio en el edificio
- 4.2 Dimensionado de las redes de distribución
- 4.3 Dimensionado de las derivaciones a cuartos húmedos y ramales de enlace
- 4.4 Dimensionado de las redes de ACS

4.5 Dimensionado de los equipos, elementos y dispositivos de la instalación

## **5 Construcción**

5.1 Ejecución

5.2 Puesta en servicio

## **6 Productos de Construcción**

6.1 Condiciones generales de los materiales

6.2 Condiciones particulares de las conducciones

6.3 Incompatibilidades

## **7 Mantenimiento y Conservación**

7.1 Interrupción del servicio

7.2 Nueva puesta en servicio

7.3 Mantenimiento de las instalaciones

## **Apéndice A Terminología**

## **Apéndice B Notaciones y unidades**

## **Apéndice C Normas de referencia**

## **Apéndice D Simbología**

# **Sección HS 5 Evacuación de aguas residuales**

## **1 Generalidades**

1.1 Ámbito de aplicación

1.2 Procedimiento de verificación

## **2 Caracterización y Cuantificación de las Exigencias**

## **3 Diseño**

3.1 Condiciones generales de la evacuación

3.2 Configuraciones de los sistemas de evacuación

3.3 Elementos que componen las instalaciones

## **4 Dimensionado**

4.1 Dimensionado de la red de evacuación de aguas residuales

4.2 Dimensionado de la red de evacuación de aguas pluviales

4.3 Dimensionado de los colectores de tipo mixto

4.4 Dimensionado de las redes de ventilación

4.5 Accesorios

4.6 Dimensionado de los sistemas de bombeo y elevación

## **5 Ejecución**

5.1 Ejecución de los puntos de captación

5.2 Ejecución de las redes de pequeña evacuación

5.3 Ejecución de bajantes y ventilaciones

5.4 Ejecución de albañales y colectores

5.5 Ejecución de los sistemas de elevación y bombeo

5.6 Pruebas

## **6 Productos de Construcción**

6.1 Características generales de los materiales

6.2 Recomendaciones generales

- 6.3 Materiales de las canalizaciones
- 6.4 Materiales de los puntos de captación
- 6.5 Condiciones de los materiales de los accesorios

## **7 Mantenimiento y Conservación**

**Apéndice A Terminología**

**Apéndice B Curvas de intensidad pluviométrica**

**Apéndice C Normativa de referencia**

# Sección HS 1

## Protección frente a la humedad

### 1 Generalidades

#### 1.1 Ámbito de aplicación

- 1 Esta sección se aplica a los cerramientos que están en contacto con el terreno (muros y suelos) y con el aire exterior (fachadas, cubiertas, suelos de terrazas y de balcones) de todos los edificios incluidos en el ámbito de aplicación general del CTE. Las medianerías que vayan a quedar descubiertas porque no se ha edificado en los solares colindantes o porque la superficie de las mismas excede a las de las colindantes se consideran fachadas. Los suelos de las terrazas y los de los balcones se consideran cubiertas.
- 2 La comprobación de la limitación de humedades de condensación superficiales e intersticiales se realizará según lo establecido en la Sección HE-1 Limitación de la demanda energética del DB HE Ahorro de energía

#### 1.2 Procedimiento de verificación

- 1 Para la aplicación de esta sección debe seguirse la secuencia que se expone a continuación.
- 2 Cumplimiento de las siguientes condiciones de diseño del apartado 2 relativas a los elementos constructivos
  - a) muros:
    - i) sus características deben corresponder con las especificadas en el apartado 2.1.2 según el *grado de impermeabilidad* exigido en el apartado 2.1.1;
    - ii) las características de los componentes del mismo deben corresponder con las especificadas en el apartado 2.1.3;
    - iii) las características de los puntos singulares del mismo deben corresponder con las especificadas en el apartado 2.1.4;
  - b) suelos:
    - i) sus características deben corresponder con las especificadas en el apartado 2.2.2 según el *grado de impermeabilidad* exigido en el apartado 2.2.1;
    - ii) las características de los componentes de los mismos deben corresponder con las especificadas en el apartado 2.2.3;
    - iii) las características de los puntos singulares de los mismos deben corresponder con las especificadas en el apartado 2.2.4;
  - c) fachadas:
    - i) las características de las fachadas deben corresponder con las especificadas en el apartado 2.3.2 según el *grado de impermeabilidad* exigido en el apartado 2.3.1;

- ii) las características de los componentes de las mismas deben corresponder con las especificadas en el apartado 2.3.3;
- iii) las características de los puntos singulares de las mismas deben corresponder con las especificadas en el apartado 2.3.4;
- d) puertas exteriores y ventanas: sus características deben corresponder con las especificadas en el apartado 2.4.2 según el *grado de impermeabilidad* exigido en el apartado 2.4.1;
- e) cubiertas:
  - i) las características de las cubiertas deben corresponder con las especificadas en el apartado 2.5.1;
  - ii) las características de los componentes de las mismas deben corresponder con las especificadas en el apartado 2.5.2;
  - iii) las características de los puntos singulares de las mismas deben corresponder con las especificadas en el apartado 2.5.3.
- 3 Cumplimiento de las condiciones de dimensionado del apartado 3 relativas a los tubos de drenaje, a las canaletas de recogida del agua filtrada y a las bombas de achique.
- 4 Cumplimiento de las condiciones relativas a los productos de construcción del apartado 4.
- 5 Cumplimiento de las condiciones de construcción del apartado 5.
- 6 Cumplimiento de las condiciones de mantenimiento y conservación del apartado 6.

## 2 Diseño

### 2.1 Muros

#### 2.1.1 Grado de impermeabilidad

- 1 El *grado de impermeabilidad* mínimo exigido a los muros que están en contacto con el terreno frente a la penetración del agua del terreno y de las escorrentías se obtiene en la tabla 2.1 en función de la presencia de agua y del coeficiente de permeabilidad del terreno.
- 2 La presencia de agua se considera
  - a) baja cuando la cara inferior del elemento constructivo que constituye el suelo se encuentra por encima del nivel freático;
  - b) media cuando la cara inferior del elemento constructivo que constituye el suelo se encuentra a la misma profundidad que el nivel freático o a menos de dos metros por debajo;
  - c) alta cuando la cara inferior del elemento constructivo que constituye el suelo se encuentra a dos o más metros por debajo del nivel freático.

Tabla 2.1 *Grado de impermeabilidad* mínimo exigido a los muros

Presencia de agua	Coeficiente de permeabilidad del terreno		
	$K_s \geq 10^{-2}$ cm/s	$10^{-5} < K_s < 10^{-2}$ cm/s	$K_s \leq 10^{-5}$ cm/s
Alta	5	5	4
Media	3	2	2
Baja	1	1	1

#### 2.1.2 Condiciones generales de las soluciones constructivas

- 1 Cada solución constructiva se caracteriza por el tipo de muro y el tipo de impermeabilización.
- 2 Las condiciones generales exigidas a cada solución constructiva en función del *grado de impermeabilidad* se obtienen en la tabla 2.2. Las casillas sombreadas se refieren a soluciones que no se consideran aceptables y la casilla en blanco a una solución a la que no se le exige ninguna condición para los grados de impermeabilidad correspondientes.

Tabla 2.2 Condiciones generales de las soluciones de muro

	Muro de gravedad			Muro flexorresistente			Muro pantalla			
	Imp. interior	Imp. exterior	Parcialmente estanco	Imp. interior	Imp. exterior	Parcialmente estanco	Imp. interior	Imp. exterior	Parcialmente estanco	
Grado de impermeabilidad	≤1	I3+D1+D5	I2+D1+D5+S1	V1	M1+I2+D1+D5+S1	I2+D1+D5+S1	V1	M2+I2+D1+D5+S1	M2+I2+D1+D5+S1	
	≤2	M3+I1+D1+D3+S1 <sup>(3)</sup>	I1+D1+D3+S1	D4+V1	M1+I1+D1+D3+S1	I1+D1+D3+S1	D4+V1	M1+M2+I1+S1	M2+I1+S1	D4+V1
	≤3	M3+I1+D1+D3+S1 <sup>(3)</sup>	I1+I3+D1+D3+S1	D4+V1	M1+M3+I1+D1+D3+S1 <sup>(2)</sup>	I1+I3+D1+D3+S1	D4+V1	M1+M2+I1+S1	M2+I1+S1	D4+V1
	≤4		I1+I3+D1+D3+S1	D4+V1		I1+I3+D1+D3+S1	D4+V1	M1+M2+I1+S1	M2+I1+S1	D4+V1
	≤5		I1+I3+D1+D2+D3+S1	D4+V1 <sup>(1)</sup>		I1+I3+D1+D2+D3+S1	D4+V1	M1+M2+I1+S1	M2+I1+S1	D4+V1

<sup>(1)</sup> Solución no aceptable para más de un sótano.

<sup>(2)</sup> Solución no aceptable para más de dos sótanos.

<sup>(3)</sup> Solución no aceptable para más de tres sótanos.

### 3 A continuación se describen las condiciones generales agrupadas en bloques homogéneos.

#### M) Constitución del muro:

M1 Cuando el muro se construya in situ debe utilizarse hormigón hidrófugo.

M2 Cuando el muro se construya in situ debe utilizarse hormigón de consistencia fluida.

M3 Cuando el muro sea de fábrica deben utilizarse bloques o ladrillos hidrofugados y mortero hidrófugo.

#### I) Impermeabilización:

I1 La impermeabilización debe realizarse mediante la colocación en el muro de una lámina impermeabilizante, o la aplicación directa in situ de productos líquidos, tales como polímeros acrílicos, caucho acrílico, resinas sintéticas o poliéster. En los muros pantalla construidos con excavación la impermeabilización se consigue mediante la utilización de lodos bentoníticos.

Si se impermeabiliza interiormente con lámina ésta debe ser adherida.

Si se impermeabiliza exteriormente con lámina, cuando ésta sea adherida debe colocarse una capa antipunzonamiento en su cara exterior y cuando sea no adherida debe colocarse una capa antipunzonamiento en cada una de sus caras. En ambos casos, si se dispone una lámina drenante puede suprimirse la capa antipunzonamiento exterior.

Si se impermeabiliza mediante aplicaciones líquidas debe colocarse una capa protectora en su cara exterior salvo que se coloque una lámina drenante en contacto directo con la impermeabilización. La capa protectora puede estar constituida por un *geotextil* o por mortero reforzado con una armadura.

I2 La impermeabilización debe realizarse mediante la aplicación de una pintura impermeabilizante.

I3 Cuando el muro sea de fábrica debe recubrirse por su cara interior con otra hoja de cualquier material que no tenga yeso higroscópico o con un mortero hidrófugo sin revestir.

#### D) Drenaje y evacuación:

D1 Debe disponerse una capa drenante y una capa filtrante entre el muro y el terreno o, cuando existe una capa de impermeabilización, entre ésta y el terreno. La capa drenante puede estar constituida por una lámina drenante, grava o una fábrica de bloques de arcilla porosos.

Cuando la capa drenante sea una lámina, el hueco que exista entre la lámina y el muro en su parte superior no debe obstruirse y debe protegerse de la entrada de agua procedente de las precipitaciones y de las escorrentías.

D2 Debe disponerse en la proximidad del muro un pozo drenante cada 50 m. El pozo debe tener un diámetro interior igual o mayor que 70 cm y debe disponer de una capa filtrante que impida el arrastre de finos y de dos bombas de achique.

D3 Debe colocarse en el arranque del muro un tubo drenante conectado a la red de saneamiento y, cuando la conexión a la red de saneamiento esté situada por encima de la red de drenaje, dos bombas de achique.

- D4 Deben construirse canaletas de recogida de agua conectadas a la red de saneamiento en el interior de la cámara y, cuando la conexión a la red de saneamiento esté situada por encima de la red de drenaje, dos bombas de achique.
- D5 Debe disponerse una red de evacuación del agua de lluvia en la cubierta y en aquellas partes del terreno que puedan afectar al muro y debe conectarse aquélla a la red de saneamiento.

V) Ventilación de la cámara

- V1 Deben disponerse aberturas de ventilación en el arranque y la coronación de la hoja interior y ventilarse el sótano con un caudal de, al menos, 0,7 l/s por cada m<sup>2</sup> de superficie útil del mismo.

Las aberturas de ventilación deben estar repartidas al 50% entre la parte inferior y la coronación del muro junto al techo, distribuidas regularmente y dispuestas al tresbolillo. La relación entre el área efectiva total de las aberturas,  $S_s$ , en cm<sup>2</sup>, y la superficie de la hoja interior,  $A_h$ , en m<sup>2</sup>, debe cumplir la siguiente condición:

$$30 > \frac{S_s}{A_h} > 10 \quad (2.1)$$

La distancia entre aberturas de ventilación contiguas no debe ser mayor que 5 m.

S) Sellado de juntas del muro:

- S1 En las juntas verticales de los muros de hormigón prefabricado o de fábrica impermeabilizados con lámina debe seguirse la siguiente secuencia de operaciones:

- disposición, sólo cuando la junta sea estructural, de un cordón de relleno compresible y compatible químicamente con la lámina;
- imprimación de la superficie del muro con una capa de pintura extendida en una anchura de 25 cm como mínimo y centrada en la junta;
- colocación de una banda de refuerzo del mismo material que el impermeabilizante con una armadura de fibra de poliéster y de una anchura de 30 cm como mínimo centrada en la junta;
- colocación de la lámina impermeabilizante del muro sobre la banda de refuerzo y hasta el borde de la junta;
- disposición sobre la lámina impermeabilizante centrada en la junta de una banda de terminación de 45 cm de anchura del mismo material que la de refuerzo, adherida a la lámina.

En las juntas verticales de los muros de hormigón prefabricado o de fábrica impermeabilizados con productos líquidos debe seguirse la siguiente secuencia de operaciones:

- disposición, sólo cuando la junta sea estructural, de un cordón de relleno compresible y compatible químicamente con la impermeabilización;
- aplicación de la impermeabilización hasta el borde de la junta;
- disposición sobre el producto líquido de un refuerzo, de 30 cm de ancho como mínimo, centrado en la junta constituido por una capa del mismo producto armada con fibra de poliéster o una banda de lámina impermeable.

En el caso de muros hormigonados in situ, tanto si están impermeabilizados con lámina o con productos líquidos, para la impermeabilización de las juntas verticales y horizontales, debe disponerse una banda elástica embebida en los dos testeros de ambos lados de la junta.

Las juntas horizontales de los muros de hormigón prefabricado deben sellarse con mortero hidrófugo de baja retracción o con un sellante a base de poliuretano.

### 2.1.3 Condiciones particulares de los puntos singulares

#### 2.1.3.1 Encuentros del muro con las fachadas

- 1 Cuando el muro se impermeabilice con lámina, en los arranques de las fachadas sobre el mismo debe seguirse la siguiente secuencia de operaciones:

- a) disposición sobre la coronación del muro de una banda de refuerzo del mismo material que la lámina impermeable utilizada y prolongación hacia abajo 20 cm como mínimo a lo largo del paramento del muro que se va a impermeabilizar;
  - b) prolongación del impermeabilizante del muro sobre la banda de refuerzo;
  - c) disposición sobre el impermeabilizante de la coronación del muro de una banda de terminación adherida del mismo material que la banda de refuerzo, y prolongación verticalmente a lo largo del paramento del muro hasta 10 cm como mínimo por debajo del borde inferior de la banda de refuerzo;
  - d) colocación de una capa de mortero de regulación de 2 cm de espesor como mínimo en la parte horizontal sobre la banda de terminación.
- 2 Cuando el muro se impermeabilice con productos líquidos, en los arranques de las fachadas sobre el mismo debe seguirse la siguiente secuencia de operaciones:
- a) disposición sobre la coronación del muro de una capa de refuerzo del mismo material que el producto líquido utilizado y prolongación hacia abajo 20 cm como mínimo a lo largo del paramento del muro que se vaya a impermeabilizar;
  - b) prolongación del impermeabilizante del muro sobre la capa de refuerzo;
  - c) colocación de una capa de mortero de regulación de 2 cm de espesor como mínimo en la parte horizontal sobre la banda de terminación.

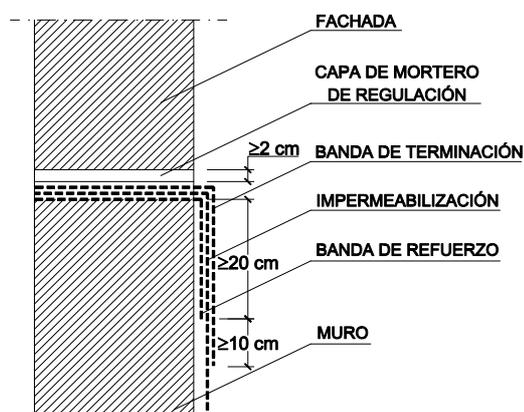


Fig.2.1 Ejemplo de encuentro de un muro con una fachada

### 2.1.3.2 Encuentros del muro con las cubiertas enterradas

- 1 Cuando el muro se impermeabilice por el exterior, el impermeabilizante del muro debe soldarse o unirse al de la cubierta.

### 2.1.3.3 Encuentros del muro con las particiones interiores

- 1 Cuando el muro se impermeabilice por el interior las particiones deben construirse una vez realizada la impermeabilización y entre el muro y cada partición debe disponerse una junta sellada con material elástico que, cuando vaya a estar en contacto con el material impermeabilizante, debe ser compatible con él.

### 2.1.3.4 Paso de conductos

- 1 Los pasamuros deben disponerse de tal forma que entre ellos y los conductos exista una holgura que permita las tolerancias de ejecución y los posibles movimientos diferenciales entre el muro y el conducto.
- 2 Debe fijarse el conducto a ambas caras del muro con elementos flexibles.
- 3 Debe disponerse un impermeabilizante entre el muro y el pasamuros y debe sellarse la holgura entre el pasamuros y el conducto con un perfil expansivo o un mástico elástico resistente a la compresión.

### 2.1.3.5 Esquinas y rincones

- 1 Debe colocarse en los encuentros entre dos planos impermeabilizados una banda o capa de refuerzo del mismo material que el impermeabilizante utilizado de una anchura de 15 cm como mínimo y centrada en la arista.
- 2 Cuando las bandas de refuerzo se apliquen antes que el impermeabilizante del muro deben ir adheridas al soporte previa aplicación de una imprimación.

## 2.2 Suelos

### 2.2.1 Grado de impermeabilidad

- 1 El *grado de impermeabilidad* mínimo exigido a los suelos que están en contacto con el terreno frente a la penetración del agua de éste y de las escorrentías se obtiene en la tabla 2.3 en función de la presencia de agua determinada de acuerdo con 2.1.1 y del coeficiente de permeabilidad del terreno.

Tabla 2.3 Grado de impermeabilidad mínimo exigido a los suelos

Presencia de agua	Coeficiente de permeabilidad del terreno	
	$K_s > 10^{-5}$ cm/s	$K_s \leq 10^{-5}$ cm/s
Alta	5	4
Media	4	3
Baja	2	1

### 2.2.2 Condiciones generales de las soluciones constructivas

- 1 La solución de suelo se caracteriza por el tipo de suelo y el tipo de intervención en el terreno.
- 2 Las condiciones generales exigidas a cada solución constructiva en función del *grado de impermeabilidad* y el tipo de muro se obtienen en la tabla 2.4. Las casillas sombreadas se refieren a soluciones que no se consideran aceptables y las casillas en blanco a soluciones a las que no se les exige ninguna condición para los grados de impermeabilidad correspondientes.

Tabla 2.4 Condiciones generales de las soluciones de suelo

		Muro flexorresistente o de gravedad								
		Suelo elevado			Solera			Placa		
		Sub-base	Inyecciones	Sin intervención	Sub-base	Inyecciones	Sin intervención	Sub-base	Inyecciones	Sin intervención
Grado de impermeabilidad	≤1			2M+1V		1D	1D+2M+3P		1D	1D+2M+3P
	≤2	2M	2M	2M+1V	2M+3P	1D+2M+3P	1D+2M+3P	2M+3P	1D+2M+3P	1D+2M+3P
	≤3	2I+2M+1S+2S+1V	2I+2M+1S+2S+1V	2I+2M+1S+2S+1V+3D+4D	1D+2D+2I+1M+2M+3P+1S+2S	1D+2D+2I+1M+2M+3P+1S+2S	1D+2D+2I+1M+2M+3P+1S+2S	1D+2D+2I+1M+2M+3P+1S+2S	1D+2D+2I+1M+2M+3P+1S+2S	1D+2D+2I+1M+2M+3P+1S+2S
	≤4	2I+2M+1S+2S+1V	2I+2M+1S+2S+1V+4D		1D+2D+2I+2M+2P+3P+1S+2S	1D+2D+2I+2M+2P+3P+1S+2S	1D+2D+3D+4D+1I+2I+1M+2M+1P+2P+3P+1S+2S	1D+2D+2I+2M+2P+3P+1S+2S	1D+2D+2I+2M+2P+3P+1S+2S	1D+2D+3D+4D+1I+2I+2M+1P+2P+3P+1S+2S
	≤5	2I+2M+1S+2S+1V+3D	2I+2M+1P+1S+2S+1V+3D		1D+2D+2I+2M+2P+3P+1S+2S	1D+2D+1I+2I+2M+1P+2P+3P+1S+2S		1D+2D+2I+2M+2P+3P+1S+2S	1D+2D+1I+2I+2M+1P+2P+3P+1S+2S	1D+2D+3D+4D+1I+2I+2M+1P+2P+3P+1S+2S

		Muro pantalla								
		Suelo elevado			Solera			Placa		
		Sub-base	Inyecciones	Sin intervención	Sub-base	Inyecciones	Sin intervención	Sub-base	Inyecciones	Sin intervención
Grado de impermeabilidad	≤1			2M+1V		1D	1D+2M+3P			1D+2M+3P
	≤2	2M	2M	2M+1V	2M+3P	1D+2M+3P	1D+2M+3P	2M+3P	1D+2M+3P	1D+2M+3P
	≤3	2M+2S+1 V	2M+2S+1V	2M+2S+1V	1D+1M+2M +2P+3P+2S	1D+1M+2M +2P+3P+2S	1D+4D+1M +2M+2P+3 P+2S	1D+2D+4D +1M+2M+2 P+3P+2S	1D+2D+1M +2M+2P+3 P+2S	1D+2D+3D +4D+1M+2 M+2P+3P+ 2S
	≤4	2M+2S+1 V	4D+2M+2S +1V	3D+4D+2M +2S+1V	1D+2M+3P +2S	1D+2M+3P +2S	1D+2D+3D +1I+1P+3P +2S	2M+3P+2S	1D+2D+2M +3P+2S	1D+2D+3D +4D+1I+2M +1P+3P+2S
	≤5	2M+2S+1 V	3D+4D+2M +2S+1V		1D+2M+2P +3P+2S	1D+2M+2P +3P+2S	1D+2D+3D +4D+1I+2M +1P+2P+3P +2S	2M+2P+3P +2S	1D+2D+2M +2P+3P+2S	1D+2D+3D +4D+1I+2M +1P+2P+3P +2S

2 A continuación se describen las condiciones generales agrupadas en bloques homogéneos.

M) Constitución del suelo:

- 1M Cuando el suelo se construya in situ debe utilizarse hormigón hidrófugo de elevada compacidad.
- 2M Cuando el suelo se construya in situ debe utilizarse hormigón de retracción moderada.

l) Impermeabilización:

- 1l Debe impermeabilizarse el suelo externamente mediante la disposición de una lámina, adherida o no adherida, sobre la capa base de regulación del terreno.  
Si la lámina es adherida debe disponerse una capa antipunzonamiento por encima de ella.  
Si la lámina es no adherida ésta debe protegerse por ambas caras con sendas capas antipunzonamiento.  
Cuando el suelo sea una placa, la lámina debe ser doble.
- 2l Debe impermeabilizarse, mediante la disposición sobre la capa de hormigón de limpieza de una lámina adherida o no adherida, la base de la zapata en el caso de muro flexorresistente y la base del muro en el caso de muro por gravedad.  
Si la lámina es adherida debe disponerse una capa antipunzonamiento por encima de ésta.  
Si la lámina es no adherida ésta debe protegerse por ambas caras con sendas capas antipunzonamiento.  
Deben sellarse los encuentros de la lámina de impermeabilización del suelo con la de la base del muro o zapata.

D) Drenaje:

- 1D Debe disponerse una capa drenante y una capa filtrante sobre el terreno situado bajo el suelo. En el caso de que se utilice como capa drenante un enchachado, debe disponerse una lámina de polietileno por encima de ella.
- 2D Deben colocarse tubos drenantes, conectados a la red de saneamiento, en el terreno situado bajo el suelo y, cuando la conexión a la red de saneamiento esté situada por encima de la red de drenaje, dos bombas de achique.
- 3D Deben colocarse tubos drenantes, conectados a la red de saneamiento, en la base del muro y, cuando la conexión a la red de saneamiento esté situada por encima de la red de drenaje, dos bombas de achique.  
En el caso de muros pantalla los tubos drenantes deben colocarse a un metro por debajo del suelo y repartidos uniformemente junto al muro pantalla.
- 4D Debe disponerse un pozo drenante por cada 800 m<sup>2</sup> en el terreno situado bajo el suelo. El diámetro interior del pozo debe ser como mínimo igual a 70 cm. El pozo debe disponer de una envolvente filtrante capaz de impedir el arrastre de finos del terreno. Deben disponerse dos bombas de achique, una conexión para la evacuación a la red de saneamiento y un dispositivo automático para que el achique sea permanente.

V) Ventilación de la cámara:

- 1V El espacio existente entre el *suelo elevado* y el terreno debe ventilarse hacia el exterior mediante aberturas de ventilación repartidas al 50% entre dos paredes enfrentadas, dispuestas regularmente y al tresbolillo. La relación entre el área efectiva total de las aberturas,  $S_s$ , en  $\text{cm}^2$ , y la superficie del *suelo elevado*,  $A_s$ , en  $\text{m}^2$  debe cumplir la condición:

$$30 > \frac{S_s}{A_s} > 10 \quad (2.2)$$

La distancia entre aberturas de ventilación contiguas no debe ser mayor que 5 m.

S) Sellado de juntas:

- 1S Deben sellarse los encuentros de las láminas del muro, las del suelo del sótano y las dispuestas en la base inferior de las cimentaciones que estén en contacto con el muro en el caso de que el muro no sea parcialmente estanco y que no sea un muro pantalla.
- 2S Deben sellarse todas las juntas del suelo y el encuentro entre el suelo y el muro con banda de PVC o con perfiles de caucho expansivo.

P) Tratamiento perimétrico:

- 1P La superficie del terreno en el perímetro del muro debe tratarse para limitar el aporte de agua superficial al terreno mediante la disposición de una acera, una zanja drenante o cualquier otro elemento que produzca un efecto análogo.
- 2P Debe encastrarse el borde de la placa o de la solera en el muro.
- 3P Deben colmatarse los capilares del hormigón del suelo mediante la hidrofugación del mismo para evitar el ascenso de humedad por capilaridad.

## 2.2.3 Condiciones particulares de los puntos singulares

### 2.2.3.1 Juntas

- 1 En las juntas de los suelos con impermeabilización debe seguirse la siguiente secuencia de operaciones:
- imprimación de la superficie del suelo con una capa de pintura extendida en una anchura de 25 cm como mínimo y centrada en la junta;
  - disposición de un cordón de relleno compresible y compatible químicamente con la lámina;
  - colocación de una banda de refuerzo del mismo material que el impermeabilizante con una armadura de fibra de poliéster y de una anchura de 30 cm como mínimo centrada en la junta;
  - colocación de la lámina impermeabilizante del suelo y de las capas separadoras previstas, sobre la banda de refuerzo y hasta el borde de la junta;
  - disposición sobre la lámina impermeabilizante centrada en la junta de una banda de terminación de 45 cm de anchura del mismo material que la de refuerzo, adherida a la lámina;
  - sellado de la junta con una banda elástica.

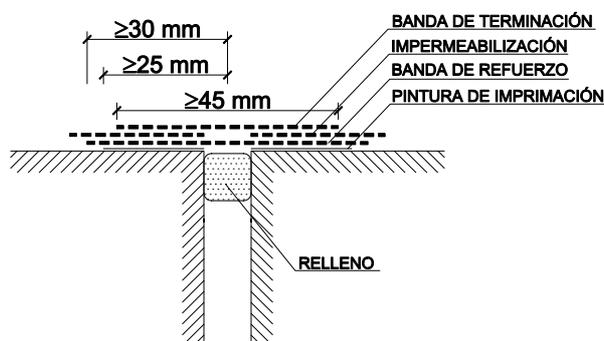


Fig.2.2 Ejemplo de junta

### 2.2.3.2 Encuentros del suelo con los muros

- 1 Cuando el suelo y el muro sean hormigonados in situ, excepto en el caso de muros pantalla, debe sellarse la junta entre ambos con una banda elástica embebida en la masa del hormigón a ambos lados de la junta.

- 2 Cuando el muro sea un muro pantalla hormigonado in situ, el suelo debe encastrarse y sellarse en el intradós del muro de la siguiente forma:
  - a) debe abrirse una roza horizontal de 3 cm de anchura como mínimo y 3 cm de profundidad como máximo en el intradós del muro y por encima de la cota de la superficie superior del suelo;
  - b) debe hormigonarse el suelo macizando la roza excepto su borde superior que debe sellarse con un perfil expansivo.
- 3 Cuando el muro sea prefabricado debe sellarse la junta conformada con un perfil expansivo situado en el interior de la junta.

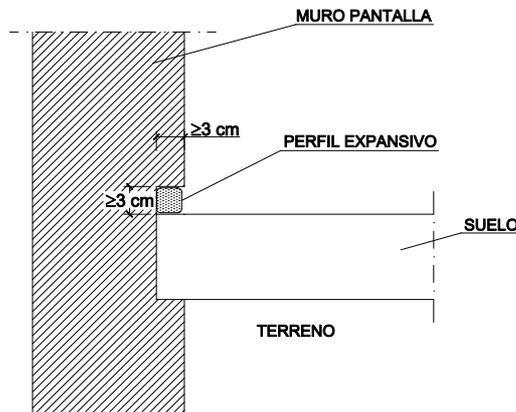


Fig.2.3 Ejemplo de encuentro del suelo con un muro

### 2.2.3.3 Encuentros entre suelos y particiones interiores

- 1 Cuando el suelo se impermeabilice por el interior, la fijación de la partición al suelo debe hacerse a la capa de protección.

## 2.3 Fachadas

### 2.3.1 Grado de impermeabilidad

- 1 El *grado de impermeabilidad* mínimo exigido a las fachadas frente a la penetración de las precipitaciones se obtiene en la tabla 2.5 en función de la *zona pluviométrica de promedios* y del grado de exposición al viento correspondientes al lugar de ubicación del edificio. Estos parámetros se determinan de la siguiente forma:
  - a) la *zona pluviométrica de promedios* se obtiene de la figura 2.4;
  - b) el grado de exposición al viento se obtiene en la tabla 2.6 en función de la altura de coronación del edificio sobre el terreno, de la *zona eólica* correspondiente al punto de ubicación, obtenida de la figura 2.5, y de la clase del entorno en el que está situado el edificio que será E1 cuando se trate de una zona urbana, suburbana, industrial o forestal y E0 en los demás casos.

Tabla 2.5 Grado de impermeabilidad mínimo exigido a las fachadas

		Zona pluviométrica de promedios				
		I	II	III	IV	V
Grado de exposición al viento	V1	5	5	4	3	2
	V2	5	4	3	3	2
	V3	5	4	3	2	1

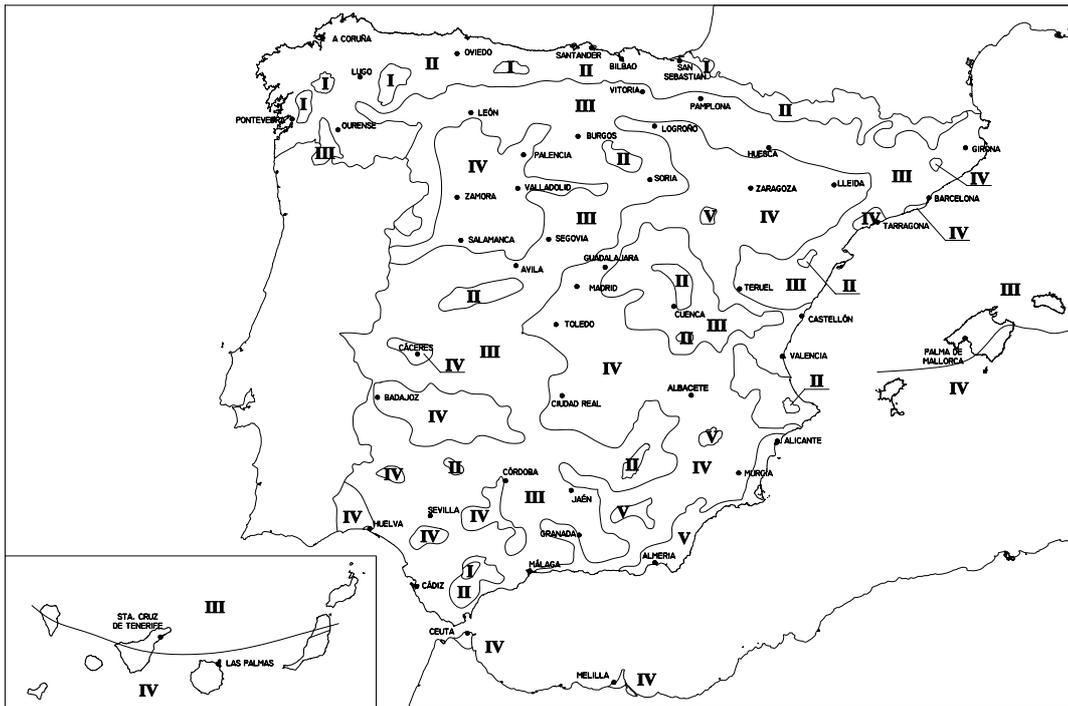


Fig.2.4 Zonas pluviométricas de promedios en función del índice pluviométrico anual

Tabla 2.6 Grado de exposición al viento

		Clase del entorno del edificio					
		E1			E0		
		Zona eólica			Zona eólica		
		A	B	C	A	B	C
Altura del edificio en m	≤15	V3	V3	V3	V2	V2	V2
	16 - 40	V3	V2	V2	V2	V2	V1
	41 – 100 <sup>(1)</sup>	V2	V2	V2	V1	V1	V1

<sup>(1)</sup> Para edificios de más de 100 m de altura y para aquellos que están próximos a un desnivel muy pronunciado, el grado de exposición al viento debe ser estudiada según lo dispuesto en el DB-SE-AE.

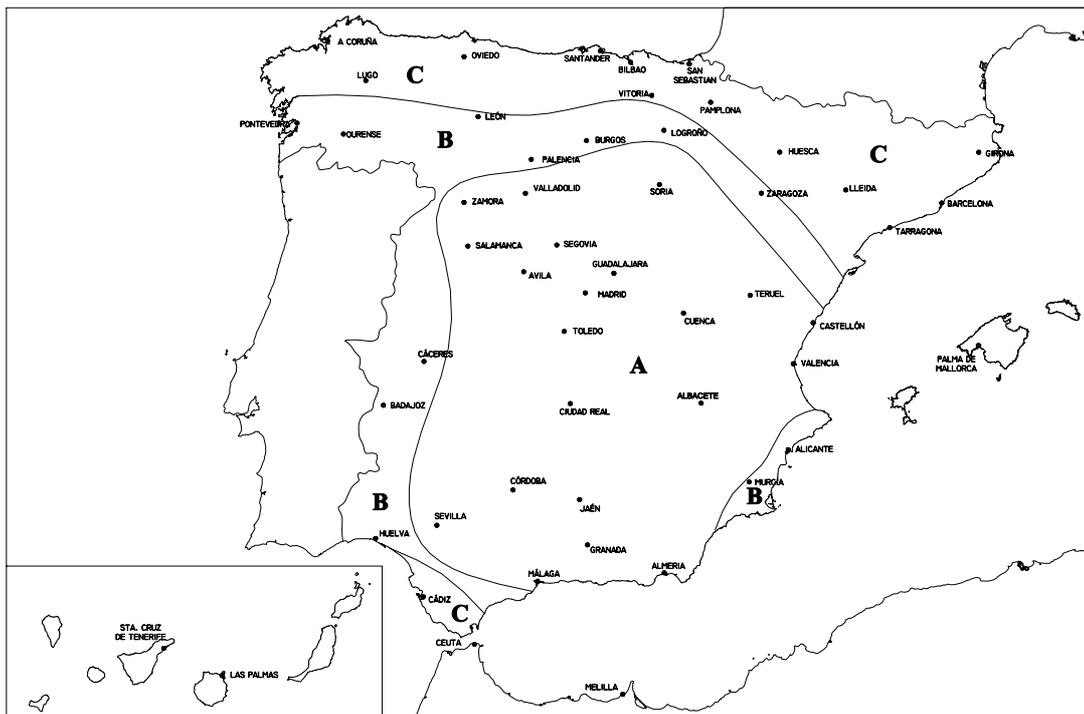


Figura 2.5 Zonas eólicas

### 2.3.2 Condiciones generales de las soluciones constructivas

- 1 La solución de fachada se caracteriza por la existencia o no de revestimiento exterior.
- 2 Las condiciones generales exigidas a cada solución constructiva en función del *grado de impermeabilidad* se obtienen en la tabla 2.7. En algunos casos estas condiciones son únicas y en otros se presentan conjuntos optativos de condiciones. La casilla en blanco se refiere a una solución a la que no se le exige ninguna condición para el grado de impermeabilidad correspondiente.

**Tabla 2.7 Condiciones generales de las soluciones de fachada**

		Con revestimiento exterior					Sin revestimiento exterior				
Grado de impermeabilidad	≤1	C1					C1				
	≤2	R1+C1					B1+C1	C2+H1	C2+J1 ó I1	C1+H1+J1+I1	
	≤3	R1+B1+C1	R1+C2				B2+C1	B1+C2+H1	B1+C2+J1 ó I1	B1+C1+H1+J1+I1	
	≤4	R1+B2+C1	R1+B1+C2	R2+C1			B2+C2+H1	B2+C2+J1 ó I1		B2+C1+H1+J1+I1	
	≤5	R3+C1	B3+C1	R2+B2+C1	R1+B2+C2	R2+B1+C1	B3+C1				

- 3 A continuación se describen las condiciones generales agrupadas en bloques homogéneos. En cada bloque el número de la denominación de la condición indica el nivel de prestación de tal forma que un número mayor corresponde a una prestación mejor, por lo que cualquier condición puede sustituir en el mismo bloque a otras de peor prestación.

R) Resistencia a la filtración del *revestimiento exterior*:

R1 Debe disponerse un revestimiento continuo o un revestimiento discontinuo rígido pegado provisto de juntas de dilatación de tal forma que la distancia entre juntas contiguas sea suficiente para evitar su agrietamiento y cada junta de la *hoja principal* coincida con una de ellas. Cuando sea continuo debe tener las siguientes características:

- espesor mayor o igual que 15 mm;
- adherencia al soporte suficiente para garantizar su estabilidad;
- permeabilidad suficiente al vapor para evitar su deterioro como consecuencia de una acumulación de vapor entre él y la *hoja principal*;
- adaptación a los movimientos del soporte y comportamiento aceptable frente a la fisuración;
- si se dispone sobre el aislante, compatibilidad química con éste, disposición de una armadura constituida por una malla de fibra de vidrio o de poliéster y acabado con una capa plástica delgada.

Cuando sea discontinuo debe tener las siguientes características:

- fijación al soporte suficiente para garantizar su estabilidad;
- disposición en la cara exterior de la *hoja principal* de un enfoscado de mortero;
- adaptación a los movimientos del soporte.

R2 Debe disponerse un revestimiento discontinuo rígido fijado mecánicamente dispuesto de tal manera que tenga las mismas características que uno discontinuo de R1 y provisto de juntas de dilatación de tal forma que la distancia entre juntas contiguas sea suficiente para evitar su agrietamiento y cada junta de la *hoja principal* coincida con una de ellas.

R3 Debe disponerse un revestimiento de alguno de los siguientes elementos discontinuos dispuestos de tal manera que tengan las mismas características que los discontinuos de R1 y provisto de juntas de dilatación de tal forma que la distancia entre juntas contiguas

sea suficiente para evitar su agrietamiento y cada junta de la *hoja principal* coincida con una de ellas:

- escamas: elementos manufacturados de pequeñas dimensiones (pizarra, piezas de fibrocemento, madera, productos de barro);
- lamas: elementos que tienen una dimensión pequeña y la otra grande (lamas de madera, metal);
- placas: elementos de grandes dimensiones (fibrocemento, metal);
- sistemas derivados: sistemas formados por cualquiera de los elementos discontinuos anteriores y un aislamiento térmico.

B) Resistencia a la filtración de la barrera contra la penetración de agua:

B1 Debe disponerse una barrera de resistencia pequeña a la filtración. Se consideran como tal los siguientes elementos:

- *aislante no hidrófilo* colocado en la cara interior de la *hoja principal*;
- cámara de aire sin ventilar.

B2 Debe disponerse una barrera de resistencia media a la filtración. Se consideran como tal los siguientes elementos:

- cámara de aire sin ventilar y *aislante no hidrófilo* dispuestos por el interior de la *hoja principal*;
- *aislante no hidrófilo* dispuesto por el exterior de la *hoja principal*.

B3 Debe disponerse una barrera de resistencia grande a la filtración. Se consideran como tal los siguientes elementos:

- *cámara de aire ventilada* y *aislante no hidrófilo* de las siguientes características:
  - la cámara debe disponerse por el lado exterior del aislante;
  - debe disponerse en la parte inferior de la cámara un sistema de recogida y evacuación del agua filtrada a la misma (véase el apartado 2.3.3.6);
  - el espesor de la cámara debe estar comprendido entre 3 y 10 cm;
  - deben disponerse aberturas de ventilación cuya área efectiva total sea como mínimo igual a 120 cm<sup>2</sup> por cada 10 m<sup>2</sup> de paño de fachada entre forjados repartidas al 50% entre la parte superior y la inferior. Pueden utilizarse como aberturas rejillas, llagas desprovistas de mortero en fábricas vistas y juntas abiertas que tengan una anchura mayor que 5 mm en los revestimientos discontinuos.
- sistemas continuos impermeables.

C) Composición de la *hoja principal*:

C1 Debe utilizarse una hoja principal de fábrica cogida con mortero, provista de juntas de dilatación de tal forma que cada junta estructural coincida con una de ellas y que la distancia entre juntas de dilatación contiguas sea como máximo la que figura en la tabla 2.8., de:

- ½ pie de ladrillo cerámico;
- 14 cm de bloque cerámico de arcilla aligerada;
- 15 cm de bloque de hormigón;
- 12 cm de piedra natural.

C2 Debe utilizarse una hoja principal de fábrica cogida con mortero, provista de juntas de dilatación de tal forma que cada junta estructural coincida con una de ellas y que la distancia entre juntas de dilatación contiguas sea como máximo la que figura en la tabla 2.8., de:

- 1 pie de ladrillo cerámico;
- 24 cm de bloque cerámico de arcilla aligerada, bloque de hormigón o piedra natural.

Tabla 2.8 Distancia entre juntas de dilatación

Material componente de los elementos de la fábrica	Distancia máxima entre juntas verticales de dilatación de la HP, en m
Arcilla cocida	12
Silicocalcáreos	8
Hormigón	6
Hormigón celular curado en autoclave	6
Piedra natural	12

H) *Higroscopicidad* del material componente de la *hoja principal*:

H1 Debe utilizarse una hoja principal de *higroscopicidad* pequeña, que corresponde a una fábrica de:

- ladrillo cerámico de absorción  $\leq 6\%$ , según el ensayo descrito en UNE 67 027:1984;
- piedra natural de absorción  $\leq 2\%$ , según el ensayo descrito en UNE-EN 13755:2002.

J) Resistencia a la filtración de las juntas, horizontales y verticales, entre las piezas que componen la *hoja principal*

J1 Deben realizarse juntas llagueadas o de pico de flauta, con morteros con adición de un producto hidrófugo, debe humedecerse el material constituyente de la hoja y, cuando se utilicen bloques, interrumpirse el mortero de la junta en la parte intermedia de la hoja y realizarse un rejuntado en una profundidad de 10-15 mm con un mortero más rico.

I) Existencia de un revestimiento intermedio en la cara interior de la *hoja principal*:

I1 Debe utilizarse un enfoscado de mortero con aditivos hidrofugantes con un espesor de 15 mm.

### 2.3.3 Condiciones particulares de los componentes y de los puntos singulares

#### 2.3.3.1 Hoja principal

- 1 En fábricas de ladrillo cerámico sin *revestimiento exterior* o con *revestimiento discontinuo* o aislante exteriores, el ladrillo debe ser perforado o macizo.
- 2 Cuando la *hoja principal* sea de fábrica vista y no exista una cámara ventilada debe revestirse la cara interior de ésta con un enfoscado de mortero.

#### 2.3.3.2 Juntas de dilatación

- 1 En las juntas de dilatación de la *hoja principal* debe colocarse un sellante sobre un relleno introducido en la junta. Deben emplearse rellenos y sellantes de materiales que tengan una elasticidad y una adherencia suficientes para absorber los movimientos de la hoja previstos y que sean impermeables y resistentes a los agentes atmosféricos. El espesor del sellante debe ser mayor o igual que 1 cm y la relación entre su espesor y su anchura debe estar comprendida entre 0,5 y 2. En fábricas vistas debe hundirse el sellante la misma profundidad del llagueado de las juntas de la fábrica y en fachadas enfoscadas debe enrasarse con el paramento de la *hoja principal* sin enfoscar. Cuando se utilicen chapas metálicas en las juntas de dilatación, deben disponerse las mismas de tal forma que éstas cubran a ambos lados de la junta una banda de muro de 5 cm como mínimo y cada chapa debe fijarse mecánicamente en dicha banda y sellarse su extremo correspondiente.

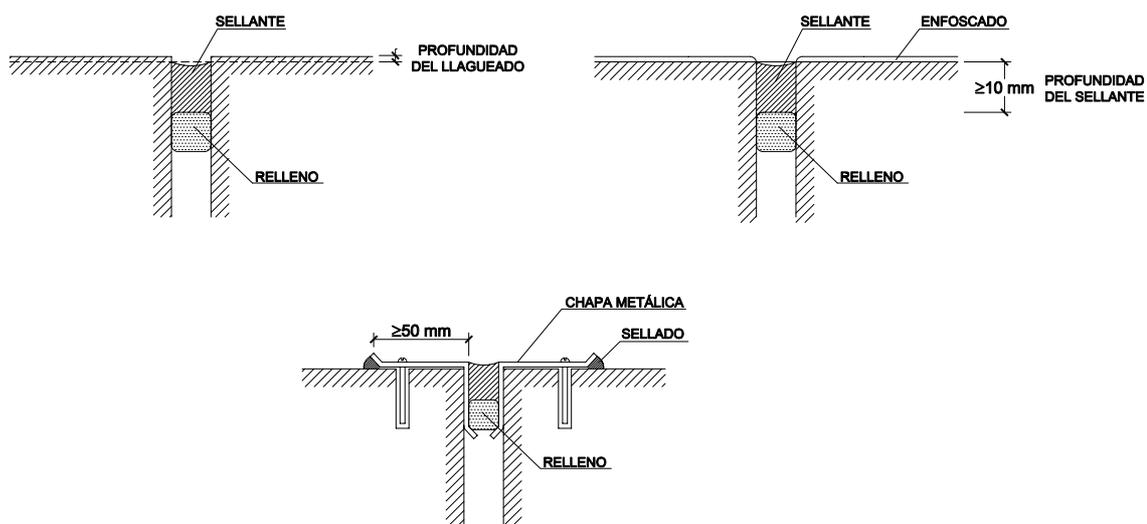


Figura 2.6 Ejemplos de juntas de dilatación

### 2.3.3.3 Arranque de la fachada desde la cimentación

- 1 Cuando la fachada esté constituida por un material poroso o tenga un revestimiento de similares características, debe disponerse un zócalo de más de 30 cm de altura sobre el nivel del suelo exterior para protegerla de las salpicaduras o adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto.
- 2 Debe colocarse una barrera impermeable que cubra todo el espesor de la fachada a más de 15 cm por encima del nivel del suelo exterior para evitar el ascenso del agua por capilaridad o adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto.

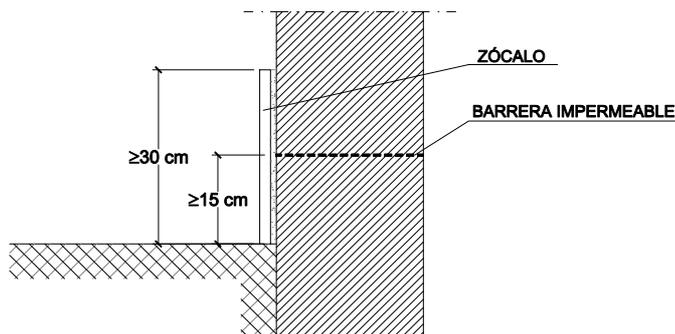


Figura 2.7 Ejemplo de arranque de la fachada desde la cimentación

### 2.3.3.4 Encuentros de la fachada con los forjados

- 1 Cuando la *hoja principal* esté interrumpida por los forjados y se tenga *revestimiento exterior* continuo, debe adoptarse una de las dos soluciones siguientes:
  - a) Disposición de una junta de desolidarización entre la *hoja principal* y cada forjado por debajo de éstos dejando una holgura de 2 cm que debe rellenarse después de la retracción de la *hoja principal* con un material cuya elasticidad sea compatible con la deformación prevista del forjado y protegerse de la filtración con un goterón;
  - b) refuerzo del *revestimiento exterior* con armaduras dispuestas a lo largo del forjado de tal forma que sobrepasen el elemento hasta 15 cm por encima del forjado y 15 cm por debajo de la primera hilada de la fábrica.

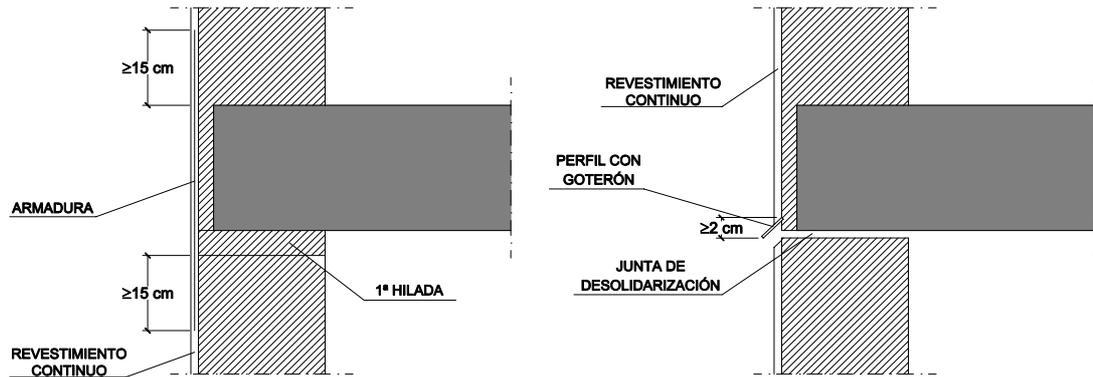


Figura 2.8 Ejemplos de encuentros de la fachada con los forjados

- 2 Cuando en otros casos se disponga una junta de desolidarización, ésta debe tener las características anteriormente mencionadas.
- 3 Cuando el paramento exterior de la *hoja principal* sobresalga del borde del forjado, el vuelo debe ser menor que 1/3 del espesor de dicha hoja.
- 4 Cuando el forjado sobresalga del plano exterior de la fachada debe disponerse un goterón en el borde del mismo.

### 2.3.3.5 Encuentros de la fachada con los pilares

- 1 Cuando la *hoja principal* esté interrumpida por los pilares, en el caso de fachada con *revestimiento continuo*, debe reforzarse éste con armaduras dispuestas a lo largo del pilar de tal forma que lo sobrepasen 15 cm por ambos lados.
- 2 Cuando la *hoja principal* esté interrumpida por los pilares, si se colocan piezas de menor espesor que la *hoja principal* por la parte exterior de los pilares, para conseguir la estabilidad de estas piezas, debe disponerse una armadura o cualquier otra solución que produzca el mismo efecto.

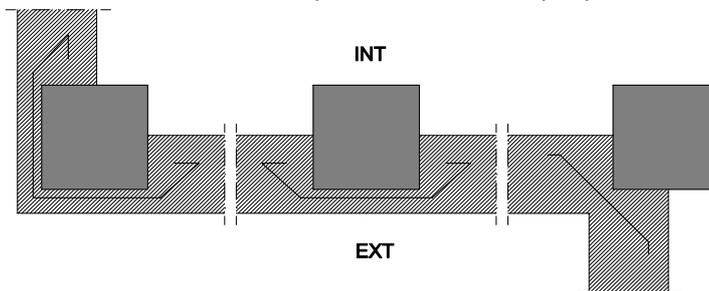


Figura 2.9 Ejemplo de encuentro de la fachada con los pilares

### 2.3.3.6 Encuentros de la cámara de aire ventilada con los forjados y los dinteles

- 1 Cuando la cámara quede interrumpida por un forjado o un dintel, debe disponerse un sistema de recogida y evacuación del agua filtrada a la misma.
- 2 Como sistema de recogida de agua debe utilizarse un elemento continuo impermeable (lámina, perfil especial, etc.) dispuesto a lo largo del fondo de la cámara, con inclinación hacia el exterior, de tal forma que su borde superior esté situado como mínimo a 10 cm del fondo y al menos 3 cm por encima del punto más alto del sistema de evacuación. Cuando se disponga una lámina, ésta debe introducirse en la hoja interior en todo su espesor.

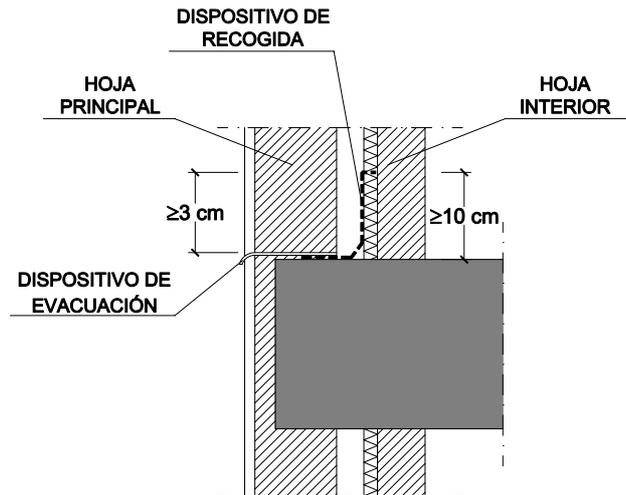


Figura 2.10 Ejemplo de encuentro de la cámara con los forjados

- 3 Para la evacuación debe disponerse un tubo de material estanco que conduzca el agua al exterior cada 1,5 m. En las fachadas de fábrica sin revestimiento en vez del sistema anterior puede utilizarse un conjunto de llagas de las primeras hiladas desprovistas de mortero y separadas menos de 1,5 m. En las fachadas con revestimiento discontinuo fijado mecánicamente no es necesario disponer ningún elemento de evacuación por cuanto ésta se realiza a través de las juntas del revestimiento.

### 2.3.3.7 Encuentro de la fachada con la carpintería

- 1 Cuando el *grado de impermeabilidad* exigido sea igual a 5, si las carpinterías están retranqueadas respecto del paramento exterior de la fachada, debe disponerse precerco y debe colocarse una barrera impermeable en las jambas entre la *hoja principal* y el precerco, o en su caso el cerco, prolongada 10 cm hacia el interior del muro.
- 2 Debe sellarse la junta entre el cerco y el muro con un cordón cuyo grueso debe estar comprendido entre 6 y 8 mm.

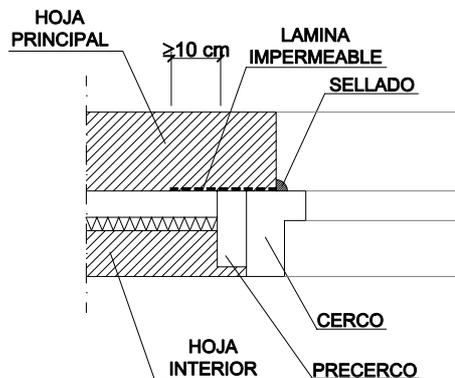


Figura 2.11 Ejemplo de encuentro de la fachada con la carpintería

- 3 Cuando la carpintería esté retranqueada respecto del paramento exterior de la fachada, debe rematarse el alféizar con un vierteaguas para evacuar hacia el exterior el agua de lluvia que llegue a él y evitar que alcance la parte de la fachada inmediatamente inferior al mismo y disponerse un goterón en el dintel para evitar que el agua de lluvia discorra por la parte inferior del dintel hacia la carpintería o adoptarse soluciones que produzcan los mismos efectos.
- 4 El vierteaguas debe tener una pendiente hacia el exterior de 10° como mínimo, debe ser impermeable o disponerse sobre una barrera impermeable fijada al cerco o al muro que se prolongue por la parte trasera y por ambos lados del vierteaguas y debe disponer de un goterón en la cara inferior del saliente, separado del paramento exterior de la fachada al menos 2 cm. La entrega lateral en la jamba debe ser de 2 cm como mínimo.

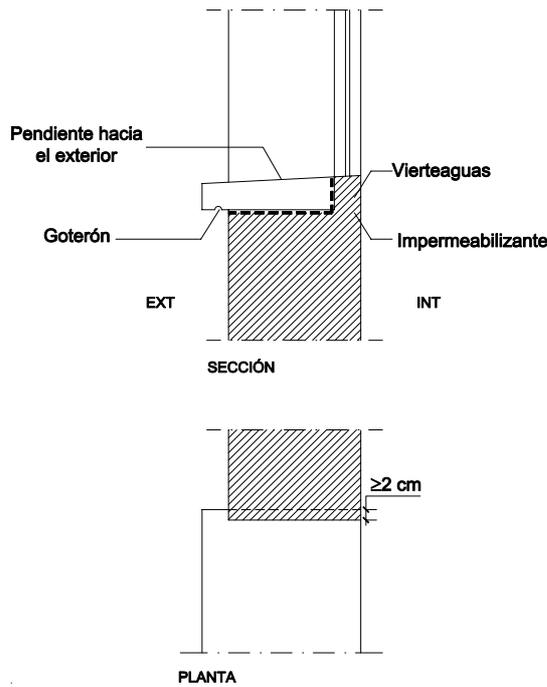


Figura 2.12 Ejemplo de vierteaguas

### 2.3.3.8 Antepechos y remates superiores de las fachadas

- 1 Los antepechos deben rematarse con albardillas para evacuar el agua de lluvia que llegue a su parte superior y evitar que alcance la parte de la fachada inmediatamente inferior al mismo o debe adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto.
- 2 Las albardillas deben tener una inclinación de  $10^\circ$  como mínimo, deben disponer de goterones en la cara inferior de los salientes hacia los que discurre el agua, separados de los paramentos correspondientes del antepecho al menos 2 cm y deben ser impermeables o deben disponerse sobre una barrera impermeable. Las juntas entre las albardillas deben realizarse de tal manera que sean impermeables.

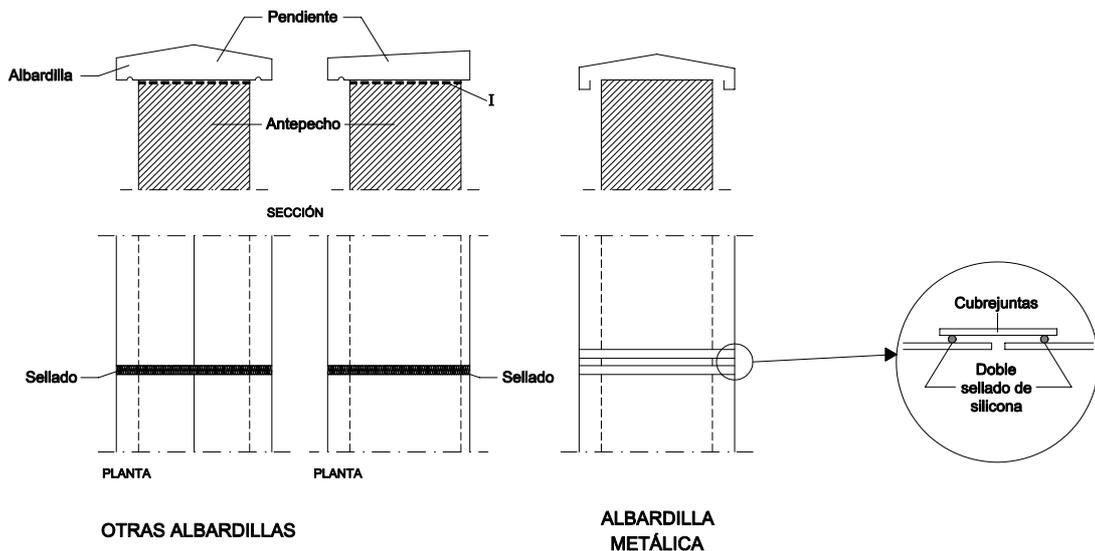


Figura 2.13 Ejemplos de albardillas

### 2.3.3.9 Anclajes a la fachada

- 1 Cuando los anclajes de elementos tales como barandillas o mástiles se realicen en un plano horizontal de la fachada, la junta entre el anclaje y la fachada debe realizarse de tal forma que se impida la entrada de agua a través de ella mediante el sellado, un elemento de goma, una pieza metálica u otro elemento que produzca el mismo efecto.

### 2.3.3.10 Aleros y cornisas

- 1 Los aleros y las cornisas deben tener una pendiente hacia el exterior de  $10^\circ$  como mínimo, su cara superior debe estar protegida por una barrera impermeable y deben disponer de goterón en la cara inferior del saliente para evitar que el agua de lluvia evacuada por el alero o la cornisa alcance la fachada por la parte inmediatamente inferior al mismo o debe adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto.

## 2.4 Cubiertas

### 2.4.1 Grado de impermeabilidad

- 1 Para las cubiertas el *grado de impermeabilidad* exigido es único e independiente de factores climáticos. Cualquier solución constructiva alcanza este *grado de impermeabilidad* siempre que se cumplan las condiciones indicadas a continuación.

### 2.4.2 Condiciones generales de las soluciones constructivas

- 1 Las cubiertas deben disponerse de los elementos siguientes:
  - a) un sistema de formación de pendientes cuando la cubierta sea plana o cuando sea inclinada y su soporte resistente no tenga la pendiente adecuada al tipo de protección y de impermeabilización que se vaya a utilizar;
  - b) una *barrera contra el vapor* bajo el *aislante térmico* cuando, según el cálculo descrito en la sección HE1 del DB “Ahorro de energía”, se prevea que vayan a producirse condensaciones en dicho elemento;
  - c) una *capa separadora* bajo el *aislante térmico*, cuando deba evitarse el contacto entre materiales químicamente incompatibles o la adherencia entre la impermeabilización y el elemento que sirve de soporte en sistemas no adheridos;
  - d) un *aislante térmico*;
  - e) una *capa separadora* bajo la capa de impermeabilización, cuando deba evitarse el contacto entre materiales químicamente incompatibles o la adherencia entre la impermeabilización y el elemento que sirve de soporte en sistemas no adheridos;
  - f) una capa de impermeabilización cuando la cubierta sea plana o cuando sea inclinada y el sistema de formación de pendientes no tenga la pendiente exigida en la tabla 2.15 o el solapo de las piezas de la protección sea insuficiente;
  - g) una *capa separadora* entre la capa de protección y la capa de impermeabilización, cuando
    - i) deba evitarse la adherencia entre ambas capas;
    - ii) la impermeabilización tenga una resistencia pequeña al punzonamiento estático;
    - iii) se utilice como capa de protección solado flotante colocado sobre soportes, grava de machaqueo, una capa de rodadura de hormigón, una capa de rodadura de aglomerado asfáltico dispuesta sobre una capa de mortero o tierra vegetal dispuesta sobre una capa drenante y una filtrante;
  - h) una *capa separadora* entre la capa de protección y el *aislante térmico*
    - i) cuando se utilice tierra vegetal como capa de protección; además debe disponerse inmediatamente por encima de esta capa separadora una capa drenante y sobre ésta una capa filtrante;
    - ii) cuando la cubierta sea transitable para peatones; e invertida, en este caso la capa separadora debe ser antipunzonante;
    - iii) cuando la cubierta sea invertida y se utilice grava como capa de protección; en este caso la capa separadora debe ser filtrante, capaz de impedir el paso de áridos finos y, cuando la grava sea de machaqueo, antipunzonante;

- i) una capa de protección, cuando la cubierta sea plana, salvo que la capa de impermeabilización sea autoprottegida;
- j) un tejado, cuando la cubierta sea inclinada.

### 2.4.3 Condiciones particulares de los componentes

#### 2.4.3.1 Sistema de formación de pendientes

- 1 El sistema de formación de pendientes debe tener una cohesión y estabilidad suficientes frente a las sollicitaciones mecánicas y térmicas, y su constitución debe ser adecuada para el recibido o fijación del resto de componentes.
- 2 Cuando el sistema de formación de pendientes sea el elemento que sirve de soporte a la capa de impermeabilización, el material que lo constituye debe ser compatible con el material impermeabilizante y con la forma de unión de dicho impermeabilizante a él.
- 3 El sistema de formación de pendientes en cubiertas planas debe tener una pendiente hacia los elementos de evacuación de agua incluida dentro de los intervalos que figuran en la tabla 2.9 en función del uso de la cubierta y del tipo de protección.

**Tabla 2.9 Pendientes de cubiertas planas**

Uso	Protección	Pendiente en %
Transitables	Peatones	Solado fijo 1-5
	Vehículos	Solado flotante 1-5
		Capa de rodadura 1-15
No transitables	Grava	1-5
	Lámina autoprottegida	1-15
Ajardinadas	Tierra vegetal	1-5

- 4 El sistema de formación de pendientes en cubiertas inclinadas, cuando éstas no tengan capa de impermeabilización, debe tener una pendiente hacia los elementos de evacuación de agua comprendida entre los límites obtenidos en la tabla 2.10 en función del tipo de protección. Cuando tengan capa de impermeabilización, la pendiente debe ser como máximo la establecida como límite superior en dicha tabla y no existe límite inferior.

**Tabla 2.10 Pendientes de cubiertas inclinadas**

Protección <sup>(1) (2)</sup>		Pendiente mínima en %	Pendiente máxima en %
Tejas	Teja curva o mixta sin encajes	30	50
	Teja plana o mixta con encajes	50	100
	Teja plana o mixta con fijación mecánica	50	175
Pizarra		60	175
Cinc		10	60
	Fibrocemento	Placas simétricas de onda grande 10	-
Placas y perfiles	Fibrocemento	Placas asimétricas de nervadura grande 10	-
		Placas asimétricas de nervadura media 25	-
		Sintéticos	Perfiles de ondulado grande 10
	Galvanizados	Perfiles de ondulado pequeño 15	-
		Perfiles de grecado grande 5	-
		Perfiles de grecado medio 8	-
		Perfiles nervados 10	-
		Perfiles de ondulado pequeño 15	-
		Perfiles de grecado o nervado grande 5	-
		Perfiles de grecado o nervado medio 8	-
Paneles 2	-		
Aleaciones ligeras	Perfiles de ondulado pequeño 15	-	
	Perfiles de nervado medio 5	-	

<sup>(1)</sup> En caso de cubiertas con varios sistemas de protección superpuestos se establece como pendiente mínima la menor de las pendientes para cada uno de los sistemas de protección.

<sup>(2)</sup> Para los sistemas y piezas de formato especial las pendientes deben establecerse de acuerdo con las correspondientes especificaciones de aplicación.

### 2.4.3.2 Barrera contra el vapor

- 1 Cuando se disponga una *barrera contra el vapor*, el material de la barrera debe ser laminar.

### 2.4.3.3 Aislante térmico

- 1 El material del *aislante térmico* debe tener una cohesión y una estabilidad suficientes para proporcionar al sistema la solidez necesaria frente a las sollicitaciones mecánicas. El *aislante térmico* debe tener una resistencia a la compresión y una deformación relativa adecuadas para su uso.
- 2 Cuando el *aislante térmico* esté en contacto con la capa de impermeabilización, ambos materiales deben ser compatibles; en caso contrario debe disponerse una *capa separadora* entre ellos.
- 3 Cuando el *aislante térmico* se disponga encima de la capa de impermeabilización y quede expuesto al contacto con el agua, dicho aislante debe tener unas características adecuadas para esta situación.

### 2.4.3.4 Capa de impermeabilización

- 1 Cuando se disponga una capa de impermeabilización, ésta debe aplicarse y fijarse de acuerdo con las condiciones que se exponen a continuación para cada tipo de material constitutivo de la misma.

#### 2.4.3.4.1 Impermeabilización con materiales bituminosos y bituminosos modificados

- 1 Las láminas pueden ser de oxiasfalto o de betún modificado. Las de oxiasfalto deben aplicarse con sistema bicapa. Las de betún modificado pueden aplicarse con sistema monocapa o bicapa
- 2 Cuando la pendiente de la cubierta sea mayor que 15%, deben utilizarse sistemas fijados mecánicamente.
- 3 Cuando la pendiente de la cubierta esté comprendida entre 5 y 15%, deben utilizarse sistemas adheridos.
- 4 Cuando se quiera independizar el impermeabilizante del elemento que le sirve de soporte para mejorar la absorción de movimientos estructurales, deben utilizarse sistemas no adheridos.
- 5 Cuando se utilicen sistemas no adheridos debe emplearse una capa de protección pesada.

#### 2.4.3.4.2 Impermeabilización con poli (cloruro de vinilo) plastificado

- 1 Las láminas deben aplicarse con sistema monocapa.
- 2 Cuando la pendiente de la cubierta sea mayor que 15%, deben utilizarse sistemas fijados mecánicamente.
- 3 Cuando la cubierta no tenga protección, deben utilizarse sistemas adheridos o fijados mecánicamente.
- 4 Cuando se utilicen sistemas no adheridos, debe emplearse una capa de protección pesada.

#### 2.4.3.4.3 Impermeabilización con etileno propileno dieno monómero

- 1 Las láminas deben aplicarse con sistema monocapa.
- 2 Cuando la pendiente de la cubierta sea mayor que 15%, deben utilizarse sistemas fijados mecánicamente.
- 3 Cuando la cubierta no tenga protección, deben utilizarse sistemas adheridos o fijados mecánicamente.
- 4 Cuando se utilicen sistemas no adheridos, debe emplearse una capa de protección pesada.

#### 2.4.3.4.4 Impermeabilización con poliolefinas

- 1 Deben utilizarse láminas de alta flexibilidad, con sistema monocapa.

#### 2.4.3.4.5 Impermeabilización con un sistema de placas

- 1 Véase apartado de tejado.

#### 2.4.3.5 Cámara de aire ventilada

- 1 Cuando se disponga una cámara de aire, ésta debe situarse en el lado exterior del *aislante térmico* y ventilarse mediante un conjunto de aberturas de tal forma que el cociente entre su área efectiva total,  $S_s$ , en  $\text{cm}^2$ , y la superficie de la cubierta,  $A_c$ , en  $\text{m}^2$  cumpla la condición

$$30 > \frac{S_s}{A_c} > 3 \quad (2.3)$$

#### 2.4.3.6 Capa de protección

- 1 Cuando se disponga una capa de protección, el material que forma la capa debe ser resistente a la intemperie en función de las condiciones ambientales previstas, debe tener un peso suficiente para contrarrestar la succión del viento y debe estar realizada de tal forma que se impida la formación de charcos sobre su superficie.
- 2 Cuando la cubierta sea ajardinada, la capa de protección debe ser de tierra vegetal.
- 3 Cuando la cubierta no sea transitable, la capa de protección debe ser de los siguientes tipos: grava, solado fijo o flotante, mortero, tejas y otros materiales que conformen una capa pesada y estable.
- 4 Cuando la cubierta sea transitable para peatones o de uso deportivo, la capa de protección debe ser de solado fijo o flotante. También es aceptable la capa de rodadura.
- 5 Cuando la cubierta sea transitable para vehículos, la capa de protección debe ser de rodadura.

##### 2.4.3.6.1 Capa de tierra vegetal

- 6 La capa de tierra vegetal debe tener un espesor adecuado a la vegetación que se coloque en ella.

##### 2.4.3.6.2 Capa de grava

- 1 La grava puede ser suelta o aglomerada con mortero.
- 2 La grava suelta sólo puede emplearse en cubiertas cuya pendiente sea menor que el 5 %.
- 3 La grava debe estar limpia y carecer de sustancias extrañas. Su tamaño debe estar comprendido entre 16 y 32 mm y debe formar una capa cuyo espesor sea igual a 5 cm como mínimo. Debe establecerse el lastre de grava adecuado en cada parte de la cubierta en función de las diferentes zonas de exposición en la misma.
- 4 Deben disponerse pasillos y zonas de trabajo con una capa de protección de un material apto para cubiertas transitables con el fin de facilitar el tránsito en la cubierta para realizar las operaciones de mantenimiento y evitar el deterioro del sistema.

##### 2.4.3.6.3 Solado fijo

- 1 El solado fijo puede ser de los materiales siguientes: baldosas recibidas con mortero, capa de mortero, piedra natural recibida con mortero, hormigón, adoquín sobre lecho de arena, mortero filtrante, aglomerado asfáltico u otros materiales de características análogas.
- 2 El material que se utilice debe tener una forma y unas dimensiones compatibles con la pendiente.
- 3 Las piezas no deben colocarse a hueso.

##### 2.4.3.6.4 Solado flotante

- 1 El solado flotante puede ser de baldosas apoyadas sobre soportes o baldosas sueltas con *aislante térmico* incorporado.
- 2 Las baldosas apoyadas sobre soportes deben disponerse horizontalmente. Los soportes deben estar diseñados y fabricados expresamente para este fin, deben tener una plataforma de apoyo pa-

ra repartir las cargas y deben disponerse sobre la *capa separadora* en el plano inclinado de escorrentía.

- 3 Las baldosas deben ser resistentes a los esfuerzos de flexión a los que vayan a estar sometidos.
- 4 Las baldosas deben colocarse con junta abierta.

#### **2.4.3.6.5 Capa de rodadura**

- 1 La capa de rodadura puede ser aglomerado asfáltico, capa de hormigón u otros materiales de características análogas.
- 2 Cuando el aglomerado asfáltico se vierta en caliente directamente sobre la impermeabilización, el espesor mínimo de la capa de aglomerado debe ser 8 cm.
- 3 Cuando el aglomerado asfáltico se vierta sobre una capa de mortero dispuesta sobre la impermeabilización, debe interponerse entre estas dos capas una *capa separadora* para evitar la adherencia entre ellas de 4 cm de espesor como máximo y armada de tal manera que se evite su fisuración. Esta capa de mortero debe aplicarse sobre el impermeabilizante en los puntos singulares que estén impermeabilizados.

#### **2.4.3.7 Tejado**

- 1 Debe estar contiguado por piezas de cobertura tales como tejas, pizarra, placas, etc. El solapo de las piezas depende de la pendiente del elemento que les sirve de soporte y de otros factores relacionados con la situación de la cubierta, tales como *zona eólica*, tormentas y altitud topográfica.
- 2 Debe recibirse o fijarse al soporte una cantidad de piezas suficiente para garantizar su estabilidad dependiendo de la pendiente de la cubierta, del tipo de piezas y del solapo de las mismas, así como de la zona geográfica del emplazamiento del edificio.

### **2.4.4 Condiciones particulares de los puntos singulares**

#### **2.4.4.1 Cubiertas planas**

##### **2.4.4.1.1 Juntas de dilatación**

- 1 Deben disponerse juntas de dilatación de la cubierta y la distancia entre juntas de dilatación contiguas debe ser como máximo 15 m. Estas juntas deben disponerse de tal forma que cada junta estructural coincida con una de ellas, en el encuentro con los paramentos verticales y deben afectar a las distintas capas de la cubierta a partir del elemento que sirve de soporte resistente. Los bordes de las juntas de dilatación deben ser romos, con un ángulo de 45° aproximadamente, y la anchura de la junta debe ser mayor que 3 cm.
- 2 Cuando la capa de protección sea de solado fijo, deben disponerse juntas de dilatación en la misma. Estas juntas deben afectar a las piezas, al mortero de agarre y a la capa de asiento del solado y deben disponerse de la siguiente forma:
  - a) coincidiendo con las juntas de la cubierta;
  - b) en el perímetro exterior e interior de la cubierta y en los encuentros con paramentos verticales y elementos pasantes;
  - c) en cuadrícula, situadas a 5 m como máximo en cubiertas no ventiladas y a 7,5 m como máximo en cubiertas ventiladas, de forma que las dimensiones de los paños entre las juntas guarden como máximo la relación 1:1,5.
- 3 En las juntas debe colocarse un sellante dispuesto sobre un relleno introducido en su interior. Deben emplearse rellenos y sellantes de materiales que tengan una elasticidad y una adherencia suficientes para absorber los movimientos de la hoja previstos y que sean impermeables y resistentes a los agentes atmosféricos. El sellado debe quedar enrasado con la superficie de la capa de *protección de la cubierta*.

### 2.4.4.1.2 Encuentro de la cubierta con un paramento vertical

- 1 La impermeabilización debe prolongarse por el paramento vertical hasta una altura de 15 cm como mínimo por encima de la *protección de la cubierta*.
- 2 El encuentro con el paramento debe redondearse con un radio de curvatura de 5 cm aproximadamente o achaflanarse una medida análoga según el sistema de impermeabilización.

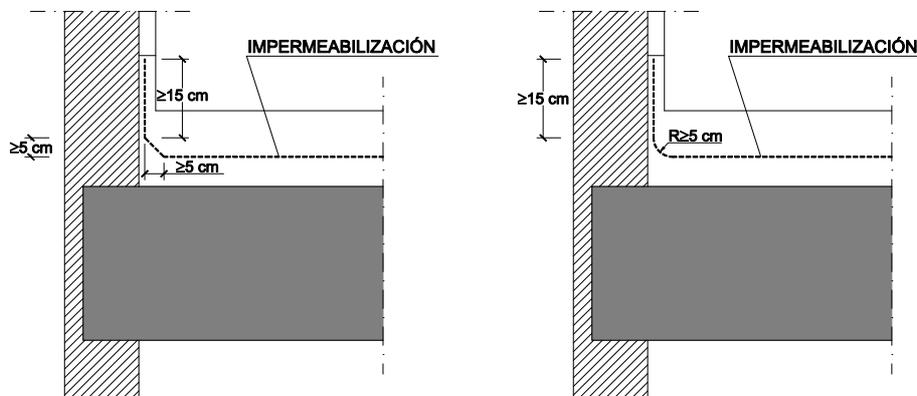


Figura 2.14 Encuentro de la cubierta con un paramento vertical

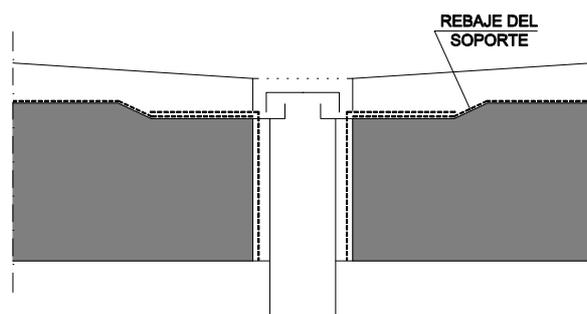
- 3 El remate superior de la impermeabilización debe realizarse de alguna de las formas siguientes:
  - a) mediante una roza de 3 x 3 cm como mínimo en la que debe recibirse la impermeabilización con mortero en bisel formando aproximadamente un ángulo de 30° con la horizontal y redondeándose la arista del paramento;
  - b) mediante un retranqueo cuya profundidad con respecto a la superficie externa del paramento vertical debe ser mayor que 5 cm y cuya altura por encima de la *protección de la cubierta* debe ser mayor que 20 cm;
  - c) mediante un perfil metálico inoxidable provisto de una pestaña al menos en su parte superior, que sirva de base a un cordón de sellado entre el perfil y el muro. Si en la parte inferior no lleva pestaña, la arista debe ser redondeada para evitar que pueda dañarse la lámina.

### 2.4.4.1.3 Encuentro de la cubierta con el borde lateral

- 1 El encuentro debe realizarse mediante una de las formas siguientes:
  - a) prolongando la impermeabilización 5 cm como mínimo sobre el frente del alero o el paramento;
  - b) disponiéndose un perfil angular con el ala horizontal, que debe tener una anchura mayor que 10 cm, anclada al faldón de tal forma que el ala vertical descuelgue por la parte exterior del paramento a modo de goterón y prolongando la impermeabilización sobre el ala horizontal.

### 2.4.4.1.4 Encuentro de la cubierta con un sumidero o un canalón

- 1 El sumidero o el canalón debe ser una pieza prefabricada, de un material compatible con el tipo de impermeabilización que se utilice y debe disponer de un ala de 10 cm de anchura como mínimo en el borde superior.
- 2 El sumidero o el canalón debe estar provisto de un elemento de protección para retener los sólidos que puedan obturar la bajante. En cubiertas transitables este elemento debe estar enrasado con la capa de protección.
- 3 El elemento que sirve de soporte de la impermeabilización debe rebajarse alrededor de los sumideros o en todo el perímetro de los canalones.



**Figura 2.15 Rebaje del soporte alrededor de los sumideros**

- 4 La impermeabilización debe prolongarse 10 cm como mínimo por encima de las alas.
- 5 La unión del impermeabilizante con el sumidero o el canalón debe ser estanca.
- 6 Cuando el sumidero se disponga en la parte horizontal de la cubierta, debe situarse separado 50 cm como mínimo de los encuentros con los paramentos verticales o con cualquier otro elemento que sobresalga de la cubierta.
- 7 El borde superior del sumidero debe quedar por debajo del nivel de escorrentía de la cubierta.
- 8 Cuando el sumidero se disponga en un paramento vertical, el sumidero debe tener sección rectangular y su ala vertical debe tener 10 cm de altura como mínimo. Debe disponerse un impermeabilizante que cubra dicha ala, que se extienda hasta 15 cm como mínimo por encima de la *protección de la cubierta* y cuyo remate superior se haga según lo descrito en el apartado 2.4.4.1.2;
- 9 Cuando se disponga un canalón su borde superior debe quedar por debajo del nivel de escorrentía de la cubierta y debe estar fijado al elemento que sirve de soporte.
- 10 Cuando el canalón se disponga en el encuentro con un paramento vertical, el ala del canalón de la parte del encuentro debe ascender por el paramento y debe disponerse una banda impermeabilizante que cubra el borde superior del ala, de 10 cm como mínimo de anchura centrada sobre dicho borde resuelto según lo descrito en el apartado 2.4.4.1.2.

#### **2.4.4.1.5 Rebosaderos**

- 1 En las cubiertas planas que tengan un paramento vertical que las delimite en todo su perímetro, deben disponerse rebosaderos en los siguientes casos:
  - a) cuando en la cubierta exista una sola bajante;
  - b) cuando, debido a la disposición de las bajantes o de los faldones de la cubierta, se prevea que si se obtura una bajante, el agua acumulada no pueda evacuar por otras;
  - c) cuando la obturación de una bajante pueda producir una carga en la cubierta que comprometa la estabilidad del elemento que sirve de soporte resistente.
- 2 La suma de las áreas de las secciones de los rebosaderos debe ser igual o mayor que la suma de las de los sumideros de la cubierta o de la parte de la cubierta a la que sirvan.
- 3 El rebosadero debe disponerse a una altura intermedia entre la del punto más bajo y la del más alto de la entrega de la impermeabilización al paramento vertical.
- 4 El rebosadero debe sobresalir 5 cm como mínimo de la cara exterior del paramento vertical y disponerse con una pendiente favorable a la evacuación.

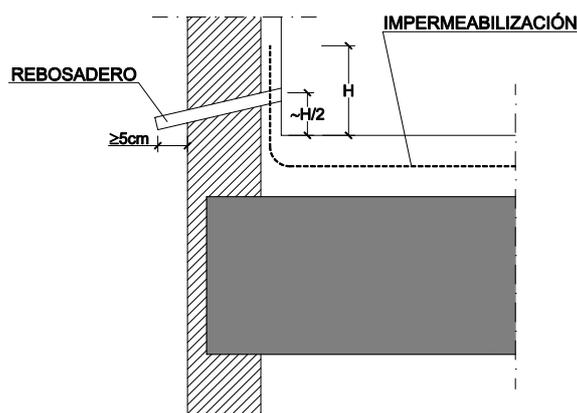


Figura 2.16 Rebosadero

#### 2.4.4.1.6 Encuentro de la cubierta con elementos pasantes

- 1 Los elementos pasantes deben situarse separados 50 cm como mínimo de los encuentros con los paramentos verticales y de los elementos que sobresalgan de la cubierta.
- 2 Deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ, que deben ascender por el elemento pasante 15 cm como mínimo por encima de la *protección de la cubierta*.

#### 2.4.4.1.7 Anclajes a cubierta

- 1 Los anclajes de elementos deben realizarse de una de las formas siguientes:
  - a) sobre un paramento vertical por encima del remate de la impermeabilización;
  - b) sobre la parte horizontal de la cubierta de forma análoga a la establecida para los encuentros con elementos pasantes o sobre una bancada apoyada en la misma.

#### 2.4.4.1.8 Rincones y esquinas

- 1 En los rincones y las esquinas deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ hasta una distancia de 10 cm como mínimo desde el vértice por los tres planos que conforman el rincón o la esquina.

#### 2.4.4.1.9 Accesos y aberturas

- 1 Los accesos y las aberturas situados en un paramento vertical deben realizarse de una de las formas siguientes:
  - a) disponiendo un escalón de 15 cm de altura como mínimo por encima de la *protección de la cubierta*, protegido con un impermeabilizante que lo cubra y ascienda por los laterales del hueco hasta una altura de 15 cm como mínimo por encima de dicho escalón;
  - b) disponiéndolos retranqueados respecto del paramento vertical 1 m como mínimo. El suelo hasta el acceso debe tener una pendiente del 10% hacia fuera y debe ser tratado como la cubierta.
- 2 Los accesos y las aberturas situados en el paramento horizontal de la cubierta deben realizarse disponiendo alrededor del hueco un antepecho de una altura por encima de la *protección de la cubierta* de 15 cm como mínimo e impermeabilizado según lo descrito en el apartado 2.4.4.1.2.

#### 2.4.4.2 Cubiertas inclinadas

- 1 Cuando se disponga capa de impermeabilización, los puntos singulares deben resolverse de forma similar a la descrita para cubiertas planas.

##### 2.4.4.2.1 Encuentro de la cubierta con un paramento vertical

- 1 En el encuentro de la cubierta con un paramento vertical deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ.

- 2 Los elementos de protección deben cubrir como mínimo una banda del paramento vertical de 25 cm de altura por encima del tejado y su remate debe realizarse de forma similar a la descrita en las cubiertas planas.
- 3 Cuando el encuentro se produzca en la parte inferior del faldón, los elementos de protección deben colocarse por debajo de las piezas del tejado y prolongarse 10 cm como mínimo desde el encuentro.
- 4 Cuando el encuentro se produzca en la parte superior o lateral del faldón, los elementos de protección deben colocarse por encima de las piezas del tejado y prolongarse 10 cm como mínimo desde el encuentro.

#### **2.4.4.2.2 Alero**

- 1 Las piezas del tejado deben sobresalir 5 cm como mínimo y media pieza como máximo sobre el alero.
- 2 Cuando el tejado sea de pizarra o de teja, para evitar la filtración de agua a través de la unión, debe realizarse en el borde un recalde de asiento de la primera hilada de las piezas de tal manera que mantenga constante la pendiente del faldón, o adoptarse cualquier otra solución que produzca el mismo efecto.

#### **2.4.4.2.3 Borde lateral**

- 1 En el borde lateral deben disponerse piezas especiales que vuelen lateralmente más de 5 cm o baberos protectores realizados in situ. En el último caso el borde puede rematarse con piezas especiales o con piezas normales que vuelen 5 cm.

#### **2.4.4.2.4 Limahoyas**

- 1 En las limahoyas deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ.
- 2 Las piezas del tejado deben sobresalir 5 cm como mínimo sobre la limahoya.
- 3 La separación entre las piezas del tejado de los dos faldones debe ser 20 cm como mínimo.

#### **2.4.4.2.5 Cumbreiras y limatesas**

- 1 En las cumbreiras y limatesas deben disponerse piezas especiales, que deben solapar 5 cm como mínimo sobre las piezas del tejado de ambos faldones.
- 2 Las piezas del tejado de la última hilada horizontal superior y las de la cumbreira y la limatesa deben fijarse.
- 3 Cuando no sea posible el solape entre las piezas de una cumbreira en un cambio de dirección o en un encuentro de cumbreiras este encuentro debe impermeabilizarse con piezas especiales o baberos protectores.

#### **2.4.4.2.6 Encuentro de la cubierta con elementos pasantes**

- 1 Los elementos pasantes no debe disponerse en las limahoya.
- 2 La parte superior del enduentreo del faldón con el elemento pasante debe resolverse de tal manera que se desvíe el agua hacia los lados del mismo.
- 3 En el perímetro del encuentro deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ, que deben cubrir una banda del elemento pasante por encima del tejado de 15 cm de altura como mínimo.

#### **2.4.4.2.7 Lucernarios**

- 1 Deben impermeabilizarse las zonas del faldón que estén en contacto con el precerco o el cerco del lucernario mediante elementos de protección prefabricados o realizados in situ.

- 2 En la parte inferior del lucernario, los elementos de protección deben colocarse por debajo de las piezas del tejado y prolongarse 10 cm como mínimo desde el encuentro y en la superior por encima y prolongarse 10 cm como mínimo.

#### 2.4.4.2.8 Anclaje de elementos

- 1 Los anclajes no deben disponerse en las limahoyas.
- 2 Deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ, que deben cubrir una banda del elemento anclado de una altura de 15 cm como mínimo por encima del tejado.

#### 2.4.4.2.9 Canales

- 1 Para la formación del canalón deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ.
- 2 Los canales deben disponerse con una pendiente hacia el desagüe del 1% como mínimo.
- 3 La unión del tejado con el canalón debe ser impermeable.
- 4 Las piezas del tejado deben sobresalir 5 cm como mínimo sobre el canalón.
- 5 Cuando el canalón sea visto, debe disponerse el borde en contacto con la fachada de tal forma que quede por encima del borde exterior del mismo.
- 6 Cuando el canalón esté situado junto a un paramento vertical deben disponerse en el encuentro con el paramento elementos de protección prefabricados o realizados in situ de tal forma que;
  - a) cubran una banda del paramento vertical por encima del tejado de 25 cm como mínimo y su remate se realice de forma similar a la descrita para cubiertas planas;
  - b) el ala del canalón se extienda por debajo de las piezas del tejado 10 cm como mínimo.
- 7 Cuando el canalón sea oculto debe disponerse de tal forma que
  - a) se dispongan en el encuentro con el paramento elementos de protección prefabricados o realizados in situ;
  - b) en la parte inferior del faldón, los elementos de protección se coloquen por debajo de las piezas del tejado de tal forma que cubran una banda a partir del encuentro de 10 cm de anchura como mínimo;
  - c) en la parte superior del faldón, los elementos de protección se coloquen por encima de las piezas del tejado de tal forma que cubran una banda a partir del encuentro de 10 cm de anchura como mínimo;
  - d) la separación entre las piezas del tejado a ambos lados del canalón sea de 20 cm como mínimo.

## 3 Dimensionado

### 3.1 Tubos de drenaje

- 1 Las pendientes mínima y máxima y el diámetro nominal mínimo de los tubos de drenaje deben ser los que se indican en la tabla 3.1.

Tabla 3.1 Tubos de drenaje

Grado de impermeabilidad	Pendiente mínima en %	Pendiente máxima en %	Diámetro nominal mínimo en mm	
			Drenes bajo suelo de sótano	Drenes en el perímetro del muro
1	4	14	125	150
2	4	14	125	150
3	8	14	150	200
4	8	14	150	200
5	12	14	200	250

- 2 La superficie de orificios del tubo drenante por metro lineal debe ser como mínimo la obtenida de la tabla 3.2.

Tabla 3.2 Superficie mínima de orificios de los tubos de drenaje

Diámetro nominal	Superficie total mínima de orificios en cm <sup>2</sup> /m
125	10
150	10
200	12
250	17

### 3.2 Canaletas de recogida

- 1 El diámetro de los sumideros de las canaletas de recogida del agua en los muros parcialmente estancos debe ser 110mm como mínimo.
- 2 Las pendientes mínima y máxima de la canaleta y el número mínimo de sumideros en función del *grado de impermeabilidad* exigido al muro sumideros deben ser los que se indican en la tabla 3.3.

Tabla 3.3 Canaletas de recogida de agua filtrada

Grado de impermeabilidad del muro	Pendiente mínima en %	Pendiente máxima en %	Sumideros
1	5	14	1 cada 25 m <sup>2</sup> de muro
2	5	14	1 cada 25 m <sup>2</sup> de muro
3	8	14	1 cada 20 m <sup>2</sup> de muro
4	8	14	1 cada 20 m <sup>2</sup> de muro
5	12	14	1 cada 15 m <sup>2</sup> de muro

### 3.3 Bombas de achique

- 1 Cada una de las bombas de achique debe dimensionarse para el caudal total de agua a evacuar que, en el caso de referirse a muros, se puede calcular según el método descrito en el apéndice C.
- 2 Las bombas de achique deben alojarse en una cámara de bombeo cuyo volumen debe ser como mínimo igual al obtenido de la tabla 3.4. Para caudales mayores debe colocarse una segunda cámara.

Tabla 3.4 Cámaras de bombeo

Caudal de la bomba en l/s	Volumen de la cámara en l
0,15	2,4
0,31	2,85
0,46	3,6
0,61	3,9
0,76	4,5
1,15	5,7
1,53	9,6
1,91	10,8
2,3	15
3,1	20

## 4 Productos de construcción

### 4.1 Características exigibles a los productos

#### 4.1.1 Introducción

- 1 El comportamiento de los edificios frente al agua se caracteriza mediante las propiedades hídricas de los productos de construcción que componen sus cerramientos.
- 2 Los productos para aislamiento térmico y los que forman la *hoja principal* se definen mediante las siguientes propiedades:

- a) la succión o absorción al agua a corto plazo por inmersión parcial ( $\text{kg/m}^2$ );
  - b) la absorción al agua a largo plazo por inmersión total (%).
- 3 Los productos para la *barrera contra el vapor* se definen mediante la resistencia al paso del vapor de agua ( $\text{MN}\cdot\text{s/g}$  ó  $\text{m}^2\cdot\text{h}\cdot\text{Pa/mg}$ ).

#### 4.1.2 Componentes de la *hoja principal*

- 4 Cuando la *hoja principal* sea de ladrillo cerámico, los ladrillos deben tener como máximo una succión de  $0,45 \text{ g}/(\text{cm}^2 \text{ min})$  medida según el ensayo de UNE 67 031:1985.
- 5 Cuando la *hoja principal* sea resistente y de bloque de hormigón, el valor medio de absorción de los bloques medido según el ensayo de UNE 41 170:1989 debe ser como máximo 9% y el valor individual debe ser como máximo 11%.
- 6 Cuando la *hoja principal* sea resistente y de bloque de hormigón visto, el valor medio del coeficiente de succión de los bloques medido según el ensayo de UNE EN 772 11:2001 y para un tiempo de 10 minutos debe ser como máximo 5 y el valor individual del coeficiente debe ser como máximo 7.

## 4.2 Control de recepción en obra de productos

- 1 En el pliego de condiciones técnicas deben indicarse las condiciones particulares de control para la recepción de los productos, incluyendo los ensayos necesarios para comprobar que los mismos reúnen las características exigidas en los apartados anteriores.
- 2 Debe comprobarse que los productos recibidos:
  - a) corresponden a los especificados en el pliego de condiciones del proyecto;
  - b) disponen de la documentación exigida;
  - c) están caracterizados por las propiedades exigidas;
  - d) han sido ensayados, cuando así se establezca en el pliego de condiciones o lo determine el director de la ejecución de la obra, con la frecuencia establecida.
- 3 En el control deben seguirse los criterios indicados en el artículo 7.2 de la parte I del CTE.

## 5 Construcción

- 1 En el proyecto se definirán y justificarán las características técnicas mínimas que deben reunir los productos, así como las condiciones de ejecución de cada unidad de obra, con las verificaciones y controles especificados para comprobar su conformidad con lo indicado en dicho proyecto, según lo indicado en el artículo 6 de la parte I del CTE.

### 5.1 Ejecución

- 1 Las obras de construcción del edificio se ejecutarán con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable, a las normas de la buena práctica constructiva y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra, conforme a lo indicado en el artículo 7 de la parte I del CTE. En el pliego de condiciones técnicas se indicarán las condiciones particulares de ejecución de los cerramientos.

#### 5.1.1 Muros

##### 5.1.1.1 Condiciones generales

- 1 Los pasa-muros deben ser suficientemente flexibles para absorber los movimientos previstos y estancos.

##### 5.1.1.2 Condiciones particulares de las láminas impermeabilizantes

- 1 Las láminas deben aplicarse en unas condiciones ambientales que se encuentren dentro de los márgenes prescritos en las correspondientes especificaciones de aplicación.

- 2 Las láminas deben aplicarse cuando el muro esté suficientemente seco de acuerdo con las correspondientes especificaciones de aplicación.
- 3 Las láminas deben aplicarse de tal forma que no entren en contacto materiales incompatibles químicamente.
- 4 En las uniones de las láminas deben respetarse los solapos mínimos prescritos en las correspondientes especificaciones de aplicación.
- 5 El paramento donde se va aplicar la lámina no debe tener rebabas de mortero en las fábricas de ladrillo o bloques ni ningún resalto de material que pueda suponer riesgo de punzonamiento.
- 6 Cuando se utilice una lámina impermeabilizante adherida deben aplicarse imprimaciones previas y cuando se utilice una lámina impermeabilizante no adherida deben sellarse los solapos.
- 7 Cuando la impermeabilización se haga por el interior, deben colocarse bandas de refuerzo en los cambios de dirección.

#### **5.1.1.3 Condiciones particulares del revestimiento hidrófugo**

- 1 El paramento donde se va aplicar el revestimiento debe estar limpio.
- 2 Deben aplicarse al menos cuatro capas de revestimiento de espesor uniforme y el espesor total no debe ser mayor que 2 cm.
- 3 No debe aplicarse el revestimiento cuando la temperatura ambiente sea menor que 0°C ni cuando se prevea un descenso de la misma por debajo de dicho valor en las 24 horas posteriores a su aplicación.
- 4 En los encuentros deben solaparse las capas del revestimiento al menos 25 cm.

#### **5.1.1.4 Condiciones particulares de los productos líquidos de impermeabilización**

##### **5.1.1.4.1 Revestimientos sintéticos de resinas**

- 1 Las fisuras grandes deben cajearse mediante rozas de 2 cm de profundidad y deben rellenarse éstas con mortero pobre.
- 2 Las coqueras y las grietas deben rellenarse con masillas especiales compatibles con la resina.
- 3 Antes de la aplicación de la imprimación debe limpiarse el paramento delmuro.
- 4 No debe aplicarse el revestimiento cuando la temperatura sea menor que 5°C o mayor que 35°C. Salvo que en las especificaciones de aplicación se fijen otros límites.
- 5 El espesor de la capa de resina debe estar comprendido entre 300 y 500 de tal forma que cubran una banda a partir del encuentro de 10 cm de anchura como mínimo  $\mu\text{m}$ .
- 6 Cuando existan fisuras de espesor comprendido entre 100 y 250  $\mu\text{m}$  debe aplicarse una imprimación en torno a la fisura. Luego debe aplicarse una capa de resina a lo largo de toda la fisura, en un ancho mayor que 12 cm y de un espesor que no sea mayor que 50  $\mu\text{m}$ . Finalmente deben aplicarse tres manos consecutivas, en intervalos de seis horas como mínimo, hasta alcanzar un espesor total que no sea mayor que 1 mm.
- 7 Cuando el revestimiento esté elaborado a base de poliuretano y esté total o parcialmente expuesto a la intemperie debe cubrirse con una capa adecuada para protegerlo de las radiaciones ultravioleta.

##### **5.1.1.4.2 Polímeros Acrílicos**

- 1 El soporte debe estar seco, sin restos de grasa y limpio.
- 2 El revestimiento debe aplicarse en capas sucesivas cada 12 horas aproximadamente. El espesor no debe ser mayor que 100  $\mu\text{m}$ .

##### **5.1.1.4.3 Caucho acrílico y resinas acrílicas**

- 1 El soporte debe estar seco y exento de polvo, suciedad y lechadas superficiales.

### **5.1.1.5 Condiciones particulares del sellado de juntas**

#### **5.1.1.5.1 Masillas a base de poliuretano**

- 1 En juntas mayores de 5 mm debe colocarse un relleno de un material no adherente a la masilla para limitar la profundidad.
- 2 La junta debe tener como mínimo una profundidad de 8 mm.
- 3 La anchura máxima de la junta no debe ser mayor que 25 mm.

#### **5.1.1.5.2 Masillas a base de siliconas**

- 1 En juntas mayores de 5 mm debe colocarse un relleno de un material no adherente a la masilla para obtener la sección adecuada.

#### **5.1.1.5.3 Masillas a base de resinas acrílicas**

- 1 Si el soporte es poroso y está excesivamente seco deben humedecerse ligeramente los bordes de la junta.
- 2 En juntas mayores de 5 mm debe colocarse un relleno de un material no adherente a la masilla para obtener la sección adecuada.
- 3 La junta debe tener como mínimo una profundidad de 10 mm.
- 4 La anchura máxima de la junta no debe ser mayor que 25 mm.

#### **5.1.1.5.4 Masillas asfálticas**

- 1 Deben aplicarse directamente en frío sobre las juntas.

### **5.1.1.6 Condiciones particulares de los sistemas de drenaje**

- 1 El tubo drenante debe rodearse de una capa de árido y ésta, a su vez, envolverse totalmente con una lámina filtrante.
- 2 Si el árido es de aluvión el espesor mínimo del recubrimiento de la capa de árido que envuelve el tubo drenante debe ser, en cualquier punto, como mínimo 1,5 veces el diámetro del dren.
- 3 Si el árido es de machaqueo el espesor mínimo del recubrimiento de la capa de árido que envuelve el tubo drenante debe ser, en cualquier punto, como mínimo 3 veces el diámetro del dren.

## **5.1.2 Suelos**

### **5.1.2.1 Condiciones generales**

- 1 Los pasa-muros deben ser flexibles para absorber los movimientos previstos y estancos.
- 2 Deben sellarse todas las tapas de arquetas al propio marco mediante bandas de caucho o similares que permitan el registro.

### **5.1.2.2 Condiciones particulares de las láminas impermeabilizantes**

- 1 Las láminas deben aplicarse en unas condiciones térmicas ambientales que se encuentren dentro de los márgenes prescritos en las correspondientes especificaciones de aplicación.
- 2 Las láminas deben aplicarse cuando el muro esté suficientemente seco de acuerdo con las correspondientes especificaciones de aplicación.
- 3 Las láminas deben aplicarse de tal forma que no entren en contacto materiales incompatibles químicamente.
- 4 Deben respetarse en las uniones de las láminas los solapos mínimos prescritos en las correspondientes especificaciones de aplicación.

- 5 La superficie donde va a aplicarse la impermeabilización no debe presentar algún tipo de resaltos de materiales que puedan suponer un riesgo de punzonamiento.
- 6 Deben aplicarse imprimaciones sobre los hormigones de regulación o limpieza y las cimentaciones en el caso de aplicar láminas adheridas y en el perímetro de fijación en el caso de aplicar láminas no adheridas.
- 7 En la aplicación de las láminas impermeabilizantes deben colocarse bandas de refuerzo en los cambios de dirección.

#### **5.1.2.5 Condiciones particulares de los sistemas de drenaje**

- 1 El terreno inferior de las soleras y placas drenadas debe compactarse y tener como mínimo una pendiente del 1%.

### **5.1.3 Fachadas**

#### **5.1.3.1 Condiciones particulares de la *hoja principal***

- 1 Cuando la *hoja principal* sea de ladrillo de una succión mayor o igual que  $0,15 \text{ g}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$ , deben sumergirse los ladrillos en agua brevemente antes de su colocación.
- 2 Deben dejarse *enjarjes* en los encuentros y en las esquinas para trabar la fábrica.
- 3 Cuando la *hoja principal* no esté interrumpida por los pilares, el anclaje de dicha hoja a los pilares debe realizarse de tal forma que no se produzcan agrietamientos en la misma. Cuando se ejecute la *hoja principal* debe evitarse la adherencia de ésta con los pilares.
- 4 Cuando la *hoja principal* no esté interrumpida por los forjados el anclaje de dicha hoja a los forjados, debe realizarse de tal forma que no se produzcan agrietamientos en la misma. Cuando se ejecute la *hoja principal* debe evitarse la adherencia de ésta con los forjados.

#### **5.1.3.2 Condiciones particulares del revestimiento intermedio**

- 1 Debe disponerse adherido al elemento que sirve de soporte y aplicarse de manera uniforme sobre éste.

#### **5.1.3.3 Condiciones particulares del *aislante térmico***

- 1 Debe colocarse de forma continua y estable.
- 2 Cuando el *aislante térmico* no rellene la totalidad del espacio entre las dos hojas de la fachada, el *aislante térmico* debe disponerse en contacto con la hoja interior y deben utilizarse elementos separadores entre la hoja exterior y el aislante.

#### **5.1.3.4 Condiciones particulares de la *cámara de aire ventilada***

- 1 Durante la construcción de la fachada debe evitarse que caigan cascotes, rebabas de mortero y suciedad en la cámara de aire.

#### **5.1.3.5 Condiciones particulares del *revestimiento exterior***

- 1 Debe disponerse adherido o fijado al elemento que sirve de soporte de manera uniforme.

#### **5.1.3.4 Condiciones particulares de los puntos singulares**

- 1 Las juntas de dilatación deben ejecutarse aplomadas y deben dejarse limpias para la aplicación del relleno y del sellado.

## 5.1.4 Cubiertas

### 5.1.4.1 Condiciones particulares de la formación de pendientes

- 1 Cuando la formación de pendientes sea el elemento que sirve de soporte de la impermeabilización, su superficie debe ser uniforme y limpia.

### 5.1.4.2 Condiciones particulares de la *barrera contra el vapor*

- 1 La *barrera contra el vapor* debe extenderse bajo el fondo y los laterales de la capa de *aislante térmico*.
- 2 Debe aplicarse en unas condiciones térmicas ambientales que se encuentren dentro de los márgenes prescritos en las correspondientes especificaciones de aplicación.

### 5.1.4.3 Condiciones particulares del *aislante térmico*

- 1 Debe colocarse de forma continua y estable.

### 5.1.4.4 Condiciones particulares de la impermeabilización

- 1 Las láminas deben aplicarse en unas condiciones térmicas ambientales que se encuentren dentro de los márgenes prescritos en las correspondientes especificaciones de aplicación.
- 2 Cuando se interrumpan los trabajos deben protegerse adecuadamente los materiales.
- 3 La impermeabilización debe colocarse en dirección perpendicular a la línea de máxima pendiente.
- 4 Las distintas capas de la impermeabilización deben colocarse en la misma dirección y a cubreuntas.
- 5 Los solapos deben quedar a favor de la corriente de agua y no deben quedar alineados con los de las hileras contiguas.

### 5.1.4.5 Condiciones particulares de la *cámara de aire ventilada*

- 1 Durante la construcción de la cubierta debe evitarse que caigan cascotes, rebabas de mortero y suciedad en la cámara de aire.

## 5.2 Control de la ejecución

- 1 El control de la ejecución de las obras se realizará de acuerdo con las especificaciones del proyecto, sus anejos y modificaciones autorizados por el director de obra y las instrucciones del director de la ejecución de la obra, conforme a lo indicado en el artículo 7.3 de la parte I del CTE y demás normativa vigente de aplicación.
- 2 Se comprobará que la ejecución de la obra se realiza de acuerdo con los controles y con la frecuencia de los mismos establecida en dicho pliego.
- 3 Cualquier modificación que pueda introducirse durante la ejecución de la obra quedará en la documentación de la obra ejecutada sin que en ningún caso dejen de cumplirse las condiciones mínimas señaladas en este Documento Básico.

## 5.3 Control de la obra terminada

- 1 En el control se seguirán los criterios indicados en el artículo 7.4 de la parte I del CTE. En esta sección del DB no se prescriben pruebas finales.

## 6 Mantenimiento y conservación

- 1 Deben realizarse las operaciones de mantenimiento que, junto con su periodicidad, se incluyen en la tabla 6.1 y las correcciones pertinentes en el caso de que se detecten defectos.

Tabla 6.1 Operaciones de mantenimiento

	Operación	Periodicidad
<b>Muros</b>	Comprobación del correcto funcionamiento de los canales y bajantes de evacuación de los muros parcialmente estancos	1 año <sup>(1)</sup>
	Comprobar que las aberturas de ventilación de la cámara de los muros parcialmente estancos no se obstruyen	1 año
	Comprobación del estado de la impermeabilización interior	1 año
<b>Suelos</b>	Comprobación del estado de limpieza de la red de drenaje y de evacuación	1 año <sup>(2)</sup>
	Limpieza de las arquetas	1 año <sup>(2)</sup>
	Comprobación del estado de las bombas de achique, incluyendo las de reserva, si hubiera sido necesarias su implantación para poder garantizar el drenaje	1 año
	Comprobación de la posible existencia de filtraciones por fisuras y grietas	1 año
<b>Fachadas</b>	Comprobación de la posible existencia de grietas y fisuras, así como desplomes u otras deformaciones, en la hoja principal	5 años
	Comprobación del estado de conservación del revestimiento: posible aparición de fisuras, desprendimientos, humedades y manchas	3 años
	Comprobación del estado de conservación de los puntos singulares	3 años
<b>Cubiertas</b>	Limpieza de los elementos de desagüe (sumideros, canalones y rebosaderos) y comprobación de su correcto funcionamiento	1 año
	Comprobación del estado de conservación de la protección o tejado	3 años
	Comprobación del estado de conservación de los puntos singulares	3 años

<sup>(1)</sup> Además debe realizarse cada vez que haya habido tormentas importantes.

<sup>(2)</sup> Debe realizarse cada año al final del verano.

## Apéndice A Terminología

**Absorción:** retención de un gas o vapor por un líquido o de un líquido por un sólido.

**Aislante no hidrófilo:** aislante que tiene una absorción de agua a corto plazo por inmersión parcial menor que  $1\text{kg/m}^2$  según ensayo UNE-EN 1609:1997 o una absorción de agua a largo plazo por inmersión total menor que el 5% según ensayo UNE-EN 12087:1997.

**Aislante térmico:** elemento que tiene una conductividad térmica menor que  $0,060\text{ W/(m}\cdot\text{K)}$  y un coeficiente de aislamiento térmico mayor que  $0,25\text{ m}^2\cdot\text{K/W}$ .

**Aplicaciones líquidas:** sustancias líquidas de impermeabilización.

**Área efectiva (de una abertura):** área de la sección perpendicular a la dirección del movimiento del aire que está libre de obstáculos.

**Barrera contra el vapor:** elemento que tiene una resistencia a la difusión de vapor mayor que  $10\text{ MN}\cdot\text{s/g}$  equivalente a  $2,7\text{ m}^2\cdot\text{h}\cdot\text{Pa/mg}$ .

**Cámara de aire ventilada:** espacio de separación en la sección constructiva de una fachada o de una cubierta que permite la difusión del vapor de agua a través de aberturas al exterior dispuestas de forma que se garantiza la ventilación cruzada.

**Cámara de bombeo:** depósito o arqueta donde se acumula provisionalmente el agua drenada antes de su bombeo y donde están alojadas las bombas de achique, incluyendo la o las de reserva.

**Capa antipunzonamiento:** lámina que se interpone entre dos capas sometidas a presión cuya función es proteger a la menos resistente y evitar con ello su rotura.

**Capa de protección:** producto que se dispone sobre la capa de impermeabilización para protegerla de las radiaciones ultravioletas y del impacto térmico directo del sol y además favorece la escorrentía y la evacuación del agua hacia los sumideros.

**Capa de regulación:** capa que se dispone sobre la capa drenante o el terreno para eliminar las posibles irregularidades y desniveles y así recibir de forma homogénea el hormigón de la solera o la placa.

**Capa separadora:** capa que se intercala entre elementos del sistema de impermeabilización para todas o algunas de las finalidades siguientes:

- a) evitar la adherencia entre ellos;
- b) proporcionar protección física o química a la membrana;
- c) permitir los movimientos diferenciales entre los componentes de la cubierta;
- d) actuar como capa antipunzonante;
- e) actuar como capa filtrante;
- f) actuar como capa ignífuga.

**Capilaridad:** fenómeno según el cual la superficie de un líquido en contacto con un sólido se eleva o se deprime debido a la fuerza resultante de atracciones entre las moléculas del líquido (cohesión) y las de éste con las del sólido (adhesión).

**Coefficiente de permeabilidad:** parámetro indicador del grado de permeabilidad de un suelo medido por la velocidad de paso del agua a través de él. Se expresa en  $\text{m/s}$  o  $\text{cm/s}$ . Puede determinarse directamente mediante ensayo en permeámetro o mediante ensayo in situ, o indirectamente a partir de la granulometría y la porosidad del terreno.

**Cubrejunta:** pequeña pieza de madera o metal que se utiliza para fijar una junta a tope.

**Drenaje:** operación de dar salida a las aguas muertas o a la excesiva humedad de los terrenos por medio de zanjás o cañerías.

**Encachado:** capa de grava de diámetro grande que sirve de base a una solera apoyada en el terreno con el fin de dificultar la ascensión del agua del terreno por capilaridad a ésta.

**Enjarje:** cada uno de los dentellones que se forman en la interrupción lateral de un muro para su trabazón al proseguirlo.

**Formación de pendientes (sistema de):** sistema constructivo situado sobre el soporte resistente de una cubierta y que tiene una inclinación para facilitar la evacuación de agua.

**Geotextil:** tipo de lámina plástica que contiene un tejido de refuerzo y cuyas principales funciones son filtrar, proteger químicamente y desolidarizar capas en contacto.

**Grado de impermeabilidad:** número indicador de la resistencia al paso del agua característica de una solución constructiva definido de tal manera que cuanto mayor sea la sollicitación de humedad mayor debe ser el grado de impermeabilización de dicha solución para alcanzar el mismo resultado. La resistencia al paso del agua se gradúa independientemente para las distintas soluciones de cada elemento constructivo por lo que las graduaciones de los distintos elementos no son equivalentes, por ejemplo, el grado 3 de un muro no tiene por qué equivaler al grado 3 de una fachada.

**Higroscopicidad:** propiedad de un material de absorber o ceder agua en función de la humedad relativa del ambiente en que se encuentra.

**Hoja principal:** hoja de una fachada cuya función es la de soportar el resto de las hojas y componentes de la fachada, así como, en su caso desempeñar la función estructural.

**Hormigón de consistencia fluida:** hormigón que, ensayado en la mesa de sacudidas, presenta un asentamiento comprendido entre el 70% y el 100%, que equivale aproximadamente a un asiento superior a 20 cm en el cono de Abrams.

**Hormigón de elevada compacidad:** hormigón con un índice muy reducido de huecos en su granulometría.

**Hormigón hidrófugo:** hormigón que, por contener sustancias de carácter químico hidrófobo, evita o disminuye sensiblemente la absorción de agua.

**Hormigón de retracción moderada:** hormigón que sufre poca reducción de volumen como consecuencia del proceso físico-químico del fraguado, endurecimiento o desecación.

**Impermeabilización:** procedimiento destinado a evitar el mojado o la absorción de agua por un material o elemento constructivo. Puede hacerse durante su fabricación o mediante la posterior aplicación de un tratamiento.

**Impermeabilizante:** producto que evita el paso de agua a través de los materiales tratados con él.

**Índice pluviométrico anual:** para un año dado, es el cociente entre la precipitación media y la precipitación media anual de la serie.

**Inyección:** técnica de recalce consistente en el refuerzo o consolidación de un terreno de cimentación mediante la introducción en él a presión de un mortero de cemento fluido con el fin de que rellene los huecos existentes.

**Intradós:** superficie interior del muro.

**Lámina drenante:** lámina que contiene nodos o algún tipo de pliegue superficial para formar canales por donde pueda discurrir el agua.

**Lámina filtrante:** lámina que se interpone entre el terreno y un elemento constructivo y cuya característica principal es permitir el paso del agua a través de ella e impedir el paso de las partículas del terreno.

**Limahoya:** línea de intersección de dos vertientes de cubierta que se juntan formando un ángulo cóncavo.

**Limatesa:** línea de intersección de dos vertientes de cubierta que se juntan formando un ángulo convexo.

**Llaga:** junta vertical entre dos ladrillos de una misma hilada.

**Lodo de bentonita:** suspensión en agua de bentonita que tiene la cualidad de formar sobre una superficie porosa una película prácticamente impermeable y que es tixotrópica, es decir, tiene la facultad de adquirir en estado de reposo una cierta rigidez.

**Mortero hidrófugo:** mortero que, por contener sustancias de carácter químico hidrófobo, evita o disminuye sensiblemente la absorción de agua.

**Mortero hidrófugo de baja retracción:** mortero que reúne las siguientes características:

- a) contiene sustancias de carácter químico hidrófobo que evitan o disminuyen sensiblemente la absorción de agua;
- b) experimenta poca reducción de volumen como consecuencia del proceso físico-químico del fraguado, endurecimiento o desecación.

**Mortero pobre:** mortero que tiene una dosificación, expresada en Kg de cemento por m<sup>3</sup> de arena, menor o igual que 1/8.

**Muro flexorresistente:** muro armado que resiste esfuerzos de compresión y de flexión. Este tipo de muro se construye después de realizado el vaciado del terreno del sótano.

**Muro de gravedad:** muro no armado que resiste esfuerzos principalmente de compresión. Este tipo de muro se construye después de realizado el vaciado del terreno del sótano.

**Muro pantalla:** muro armado que resiste esfuerzos de compresión y de flexión. Este tipo de muro se construye en el terreno mediante el vaciado del terreno exclusivo del muro y el consiguiente hormigonado in situ o mediante el hincado en el terreno de piezas prefabricadas. El vaciado del terreno del sótano se realiza una vez construido el muro.

**Muro parcialmente estanco:** muro compuesto por una hoja exterior resistente, una cámara de aire y una hoja interior. El muro no se impermeabiliza sino se permite el paso del agua del terreno hasta la cámara donde se recoge y se evacua.

**Nivel freático:** valor medio anual de la profundidad con respecto a la superficie del terreno de la cara superior de la capa freática.

**Pintura impermeabilizante:** compuesto líquido pigmentado que se convierte en película sólida después de su aplicación y que impide la filtración y la absorción de agua a través de él

**Placa:** solera armada para resistir mayores esfuerzos de flexión como consecuencia, entre otros, del empuje vertical del agua freática.

**Pozo drenante:** pozo efectuado en el terreno con entibación perforada para permitir la llegada del agua del terreno circundante a su interior. El agua se extrae por bombeo.

**Resistividad al vapor de agua:** cualidad de un material que mide la dificultad en permitir el paso de vapor de agua a través de él. Es la inversa de la permeabilidad definida a su vez como la cantidad de vapor de agua que se transmite a través de un material de espesor dado por unidad de área, unidad de tiempo y de diferencia de presión parcial de vapor de agua. La resistividad se expresa en MN s/(g·m) o en mmHG m<sup>2</sup> día/(g·cm). Se consideran que son de alta resistividad aquellos materiales cuya resistividad al vapor de agua es mayor que 10.000 MN s/(g·m), equivalente a 8,33 mmHG m<sup>2</sup> día/(g·cm).

**Revestimiento continuo:** revestimiento en forma de pasta fluida que se aplica directamente sobre la superficie a revestir. Puede ser a base de morteros hidráulicos, plástico y pintura.

**Revestimiento discontinuo:** revestimiento conformado a partir de piezas (baldosas, lamas, placas, etc.) de materiales naturales o artificiales que se fijan a las superficies mediante sistemas de agarre o anclajes. Según sea este sistema de fijación el revestimiento se considera pegado o fijado mecánicamente.

**Revestimiento exterior:** revestimiento situado en el paramento exterior de la *hoja principal* de la fachada.

**Sistema adherido:** sistema de fijación en el que la impermeabilización se adhiere al elemento que sirve de soporte en toda su superficie.

**Sistema fijado mecánicamente:** sistema de fijación en el que la impermeabilización se sujeta al elemento que sirve de soporte mediante fijaciones mecánicas.

**Sistema no adherido:** sistema de fijación en el que la impermeabilización se coloca sobre el soporte sin adherirse al mismo salvo en elementos singulares tales como juntas, desagües, petos, bordes, etc. y en el perímetro de elementos sobresalientes de la cubierta, tales como chimeneas, claraboyas, mástiles, etc.

**Sistema semiadherido:** sistema de fijación en el que la impermeabilización se adhiere al elemento que sirve de soporte en una extensión comprendida entre el 15 y el 50 %.

**Solera:** capa gruesa de hormigón apoyada sobre el terreno, que se dispone como pavimento o como base para un solado.

**Succión:** capacidad de imbibición de agua por capilaridad de un producto mediante inmersión parcial en un período corto de tiempo.

**Suelo elevado:** suelo en el que la relación entre la suma de la superficie de contacto con el terreno y la de apoyo, y la superficie del suelo es inferior a 1/7.

**Trasdós:** superficie exterior de un muro.

**Tubo drenante:** tubo enterrado cuyas paredes están perforadas para permitir la llegada del agua del terreno circundante a su interior.

**Valor básico de la velocidad del viento:** corresponde al valor característico de la velocidad media del viento a lo largo de un periodo de 10 minutos, tomada en zona plana y desprotegida frente al viento a un altura de 10 m sobre el suelo. Dicho valor característico es el valor cuya probabilidad anual de ser sobrepasado es de 0,02 (período de retorno de 50 años).

**Zanja drenante:** zanja que recoge el agua del terreno circundante y la conduce a la red de alcantarillado o de saneamiento.

**Zona eólica:** zona geográfica que engloba todos los puntos que tienen un *valor básico de la velocidad del viento*,  $V$ , comprendido dentro del mismo intervalo de los siguientes:

zona A cuando  $V = 26$  m/s

zona B cuando  $V = 27$  m/s

zona C cuando  $V = 29$  m/s

**Zona pluviométrica de promedios:** zona geográfica que engloba todos los puntos que tienen un *índice pluviométrico anual*,  $p$ , comprendido dentro del mismo intervalo de los siguientes:

zona I cuando  $p > 2000$  mm

zona II cuando  $1000 \text{ mm} < p \leq 2000$  mm

zona III cuando  $500 \text{ mm} < p \leq 1000$  mm

zona IV cuando  $300 \text{ mm} < p \leq 500$  mm

zona V cuando  $p < 300$  mm

## Apéndice B Notación

- 1 En este apéndice se recogen, ordenados alfabéticamente, los símbolos correspondientes a las magnitudes que se utilizan en esta sección del DB junto con las unidades.
  - $A_h$ : superficie de la hoja interior del cerramiento, [m].
  - $A_s$ : superficie del suelo elevado, [m].
  - $A_c$ : superficie de la cubierta, [m].
  - H: diferencia entre la profundidad de la cara superior de la capa impermeable y el nivel freático antes de la intervención, [m].
  - $h_o$ : diferencia entre la profundidad de la cara superior de la capa impermeable y el nivel freático en el punto del terreno donde está situado el tubo drenante, [m].
  - $K_s$ : coeficiente de permeabilidad del terreno, [m/s].
  - NF: nivel freático, [m].
  - P: profundidad del arranque del muro con respecto a la superficie del terreno, [m];
  - p: índice pluviométrico anual, [mm].
  - q: caudal de drenaje por metro lineal de muro, [m<sup>3</sup>/(s.m)].
  - R: radio de acción del drenaje, equivalente a la distancia de la zona de recarga del acuífero, [m].
  - $S_s$ : área efectiva total de las aberturas de ventilación de una cámara, [cm<sup>2</sup>].
  - V: valor básico de la velocidad del viento, [m/s].



## Apéndice C Cálculo del caudal de drenaje

1 El caudal de drenaje por metro lineal de muro en  $\text{m}^3/(\text{s.m})$  debido al encuentro con una capa freática,  $q$ , se obtiene por el procedimiento que se expone a continuación.

a) Cuando el arranque del muro coincide o está por debajo de la cara superior de una capa impermeable el caudal se obtiene mediante la fórmula C.1 o la fórmula C.2

$$q = \frac{K_s(P - NF)}{10} \quad (\text{C.1})$$

siendo

$K_s$  el coeficiente de permeabilidad del terreno [en m/s];

$P$  la profundidad del arranque del muro con respecto a la superficie del terreno, [m];

$NF$  el nivel freático, [m].

$$q = \frac{K_s(H^2 - h_o^2)}{2R} \quad [\text{m}^3/(\text{s.m})] \quad (\text{C.2})$$

siendo

$q$  el caudal de drenaje por metro lineal de muro,  $[\text{m}^3/(\text{s.m})]$ ;

$K_s$  el coeficiente de permeabilidad del terreno, [m/s];

$H$  la diferencia entre la profundidad de la cara superior de la capa impermeable y el nivel freático antes de la intervención, [m];

$h_o$  la diferencia entre la profundidad de la cara superior de la capa impermeable y el nivel freático en el punto del terreno donde está situado el tubo drenante, [m];

$R$  el radio de acción del drenaje, equivalente a la distancia de la zona de recarga del acuífero, [m].

En esta fórmula aproximada de Dupuit se han considerado  $h_o$  igual a 0 y  $R$  igual a  $5H$ .

b) Cuando el arranque del muro no alcanza ninguna capa impermeable, el caudal se obtiene mediante la fórmula

$$q = \frac{K_s \left[ 0,73 + 0,27 \frac{H - h_o}{H} \right] (H^2 - h_o^2)}{2R} \quad (\text{C.3})$$

siendo

$K_s$  el coeficiente de permeabilidad del terreno, [m/s];

$H$  la diferencia entre la profundidad de la cara superior de la capa impermeable y el nivel freático antes de la intervención, [m];

$h_o$  la diferencia entre la profundidad de la cara superior de la capa impermeable y el nivel freático en el punto del terreno donde está situado el tubo drenante, [m];

$R$  el radio de acción del drenaje, equivalente a la distancia de la zona de recarga del acuífero, [m].

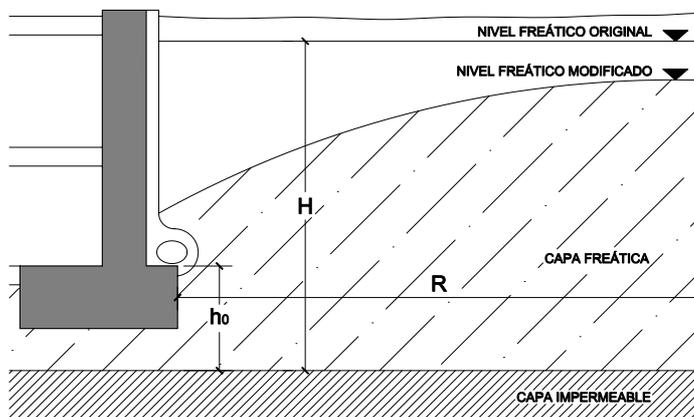


Figura C.1



## Sección HS 2

# Eliminación de residuos

## 1 Generalidades

### 1.1 Ámbito de aplicación

- 1 Esta sección se aplica a los edificios de viviendas, tengan o no locales destinados a otros usos, en lo referente a la recogida de los *residuos ordinarios* generados en ellos.
- 2 Para los edificios y locales con otros usos la demostración de la conformidad con las exigencias básicas debe realizarse mediante un estudio específico adoptando criterios análogos a los establecidos en esta sección.

### 1.2 Procedimiento de verificación

- 1 Para la aplicación de esta sección debe seguirse la secuencia de verificaciones que se expone a continuación.
- 2 Cumplimiento de las condiciones de diseño y dimensionado del apartado 2 relativas al sistema de almacenamiento y traslado de *residuos*:
  - a) cuando el edificio esté situado en una zona en la que exista *recogida puerta a puerta* de alguna de las fracciones de los *residuos ordinarios*, la existencia del almacén de *contenedores de edificio*;
  - b) cuando el edificio esté situado en una zona en la que exista *recogida centralizada* con *contenedores de calle* de superficie de alguna de las fracciones de los *residuos ordinarios*, la existencia de la reserva de espacio y las condiciones relativas al mismo;
  - c) las condiciones relativas a la instalación de traslado por *bajantes*, en el caso de que se haya dispuesto ésta;
  - d) la existencia del espacio de *almacenamiento inmediato* y las condiciones relativas al mismo.
- 3 Cumplimiento de las condiciones de mantenimiento y conservación del apartado 3.

## 2 Diseño y dimensionado

### 2.1 Almacén de *contenedores de edificio*

- 1 En cada edificio situado en las zonas en las que exista *recogida puerta a puerta* de alguna de las fracciones de los *residuos* debe disponerse al menos un almacén de *contenedores de edificio*.
- 2 En el caso de viviendas aisladas o agrupadas horizontalmente, el almacén de contenedores del edificio puede disponerse de tal forma que sirva a varias viviendas.

#### 2.1.1 Situación

- 1 El almacén, en el caso de que esté fuera del edificio, debe estar situado a una distancia del acceso del mismo menor que 25 m.

- 2 El recorrido entre el almacén y el punto de recogida exterior debe tener una anchura libre de 1,20 m como mínimo, aunque se admiten estrechamientos localizados siempre que no reduzcan la anchura libre a menos de 1 m y que su longitud no sea mayor que 450 mm. Cuando en el recorrido existan puertas de apertura manual éstas deben abrirse en el sentido de salida. La pendiente debe ser del 12 % como máximo y no deben disponerse escalones.

### 2.1.2 Superficie útil

- 1 La superficie útil del almacén debe calcularse mediante la fórmula siguiente:

$$S = 0,8 \cdot P \cdot \sum (T_f \cdot G_f \cdot C_f \cdot M_f) \quad (2.1)$$

siendo

S la superficie útil [m<sup>2</sup>];

P el número estimado de ocupantes habituales del edificio que equivale a la suma del número total de dormitorios sencillos y el doble de número total de dormitorios dobles;

T<sub>f</sub> el período de recogida de la fracción [días];

G<sub>f</sub> el volumen generado de la fracción por persona y día [dm<sup>3</sup>/(persona·día)], que equivale a los siguientes valores:

Papel / cartón 1,55

Envases ligeros 8,40

Materia orgánica 1,50

Vidrio 0,48

Varios 1,50

C<sub>f</sub> el *factor de contenedor* [m<sup>2</sup>/l], que depende de la capacidad del contenedor de edificio que el servicio de recogida exige para cada fracción y que se obtiene de la tabla 2.1;

Tabla 2.1 Factor de contenedor

Capacidad del contenedor de edificio en l	C <sub>f</sub> en m <sup>2</sup> /l
120	0,0050
240	0,0042
330	0,0036
600	0,0033
800	0,0030
1.100	0,0027

M<sub>f</sub> un factor de mayoración que se utiliza para tener en cuenta que no todos los ocupantes del edificio separan los *residuos* y que es igual a 4 para varios y a 1 para las demás fracciones.

- 2 Con independencia de lo anteriormente expuesto, la superficie útil del almacén debe ser como mínimo 3 m<sup>2</sup>.

### 2.1.3 Otras características

- 1 El almacén de contenedores debe tener las siguientes características:
- su emplazamiento y su diseño deben ser tales que la temperatura interior no supere 30°;
  - el revestimiento de las paredes y el suelo debe ser impermeable y fácil de limpiar; los encuentros entre las paredes y el suelo deben ser redondeados;
  - debe contar al menos con una toma de agua dotada de válvula de cierre y un sumidero sifónico antimúridos en el suelo;
  - debe disponer de una iluminación artificial que proporcione 100 lux como mínimo a una altura respecto del suelo de 1m y de una base de enchufe con borne de protección;
  - los muros que lo separen del resto de los recintos del edificio deben tener una resistencia a fuego R-60 o EF-60 o, si son portantes, REI-60 o RF-60;
  - en el caso de traslado de *residuos por bajante*

- i) si se dispone una tolva intermedia para almacenar los *residuos* hasta su paso a los contenedores, ésta debe ir provista de una compuerta para su vaciado y limpieza, así como de un punto de luz que proporcione 1.000 lúmenes situado en su interior sobre la compuerta, y cuyo interruptor esté situado fuera de la tolva;
- ii) el suelo debe ser flotante y debe tener una frecuencia de resonancia de 50 Hz como máximo calculada según el método descrito en el DB HR.

## 2.2 Reserva de espacio

- 1 En cada edificio situado en las zonas en las que exista *recogida centralizada* con *contenedores de calle* de superficie de alguna de las fracciones de los *residuos* debe reservarse un espacio adecuado para que puedan disponerse en él los almacenes de *contenedores de edificio*.
- 2 En el caso de viviendas aisladas o agrupadas horizontalmente, el espacio puede reservarse de tal forma que pueda servir a varias viviendas.

### 2.2.1 Situación

- 1 El espacio reservado, en el caso de que esté fuera del edificio, debe estar situado a una distancia del acceso del mismo menor que 25 m.
- 2 El recorrido entre el almacén y el punto de recogida exterior debe tener una anchura libre de 1,20 m como mínimo, aunque se admiten estrechamientos localizados siempre que no reduzcan la anchura libre a menos de 1 m y que su longitud no sea mayor que 450 mm. Cuando en el recorrido existan puertas de apertura manual éstas deben abrirse en el sentido de salida. La pendiente debe ser del 12 % como máximo y no deben disponerse escalones.

### 2.2.2 Superficie de reserva

- 1 La superficie de reserva debe calcularse mediante la fórmula siguiente:

$$S_R = P \cdot \sum F_f \quad (2.2)$$

siendo

$S_R$  la superficie de reserva [ $m^2$ ];

$P$  el número estimado de ocupantes habituales del edificio que equivale a la suma del número total de dormitorios sencillos y el doble de número total de dormitorios dobles;

$F_f$  el *factor de fracción* [ $m^2$ /persona], que se obtiene de la tabla 2.2.

Tabla 2.2 Factor de fracción

Fracción	$F_f$ en $m^2$ /persona
Papel / cartón	0,039
Envases ligeros	0,060
Materia orgánica	0,005
Vidrio	0,012
Varios	0,038

- 2 Con independencia de lo anteriormente expuesto, la superficie de reserva debe ser como mínimo  $3,5 m^2$ .

## 2.3 Instalaciones de traslado por *bajantes*

### 2.3.1 Condiciones generales

- 1 Las compuertas de vertido deben situarse en zonas comunes y a una distancia de las viviendas menor que 30 m, medidos horizontalmente.
- 2 El traslado del vidrio no se debe realizar mediante el sistema de traslado por *bajantes*.

### 2.3.2 Condiciones particulares de las bajantes

- 1 Las *bajantes* deben ser metálicas o de cualquier material incombustible M0 o A1, impermeable, anticorrosivo, imputrescible y resistente a los golpes. Las superficies interiores deben ser lisas.
- 2 Las *bajantes* deben separarse del resto de los recintos del edificio mediante muros con una resistencia a fuego R-60 o EF-60 o, si son portantes, REI-60 o RF-60.
- 3 Cuando se utilicen conductos prefabricados, deben sujetarse éstos mediante bridas o abrazaderas a los elementos estructurales o a los muros y dichas sujeciones deben proporcionar una frecuencia de resonancia al conjunto de 30 Hz como máximo calculada según el método descrito en el DB HR.
- 4 Las *bajantes* deben disponerse verticalmente, aunque pueden realizarse cambios de dirección respecto a la vertical no mayores que 30°. Para evitar los ruidos producidos por una velocidad excesiva en la caída de los *residuos*, cada 10 m de conducto debe disponerse una acodadura con cuatro codos de 15° cada uno como máximo según la figura 2.1, o adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto.
- 5 Las *bajantes* deben tener un diámetro de 450 mm como mínimo.
- 6 Las *bajantes* de los sistemas de traslado por gravedad deben ventilarse por el extremo superior con un aspirador estático y, en dicho extremo, debe disponerse una toma de agua con racor para manguera y una compuerta para limpieza dotada de cierre hermético y cerradura.
- 7 Las *bajantes* de los sistemas neumáticos deben conectarse a un conducto de ventilación de una sección no menor que 0,035 m<sup>2</sup>.
- 8 El extremo superior de la *bajante* en los sistemas de traslado por gravedad y del conducto de ventilación en los sistemas neumáticos deben desembocar en un espacio exterior adecuado de tal manera que (véase figura 2.2) el tramo exterior sobre la cubierta tenga una altura de 1 m como mínimo y supere las siguientes alturas en función de su emplazamiento:
  - a) la altura de cualquier obstáculo que esté a una distancia comprendida entre 2 y 10 m;
  - b) 1,3 veces la altura de cualquier obstáculo que esté a una distancia menor o igual que 2 m.

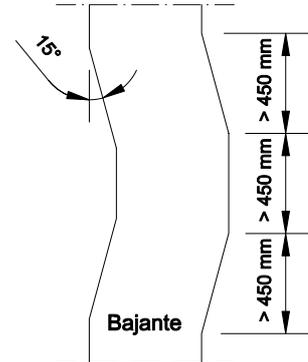


Figura 2.1 Acodadura de bajante

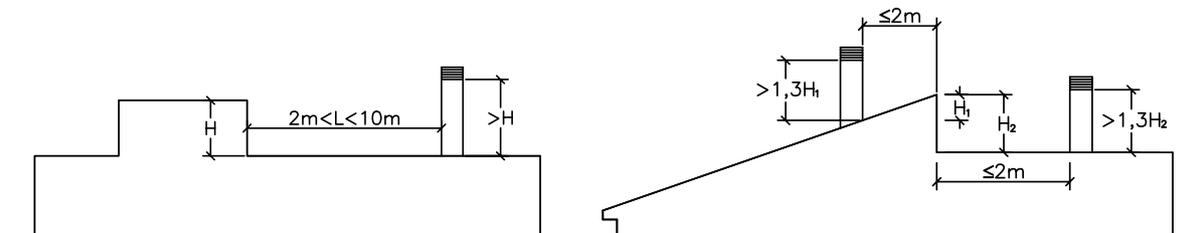


Figura 2.2 Altura libre del extremo superior de la bajante sobre la cubierta

- 9 En el extremo inferior de la *bajante* en los sistemas de traslado por gravedad debe disponerse una compuerta de cierre y un sistema que impida que, como consecuencia de la acumulación de los *residuos* en el tramo de la *bajante* inmediatamente superior a la compuerta de cierre, los *residuos* alcancen la compuerta de vertido más baja.

### 2.3.3 Condiciones particulares de las compuertas de vertido

- 1 Las compuertas de vertido deben ser metálicas o de cualquier material incombustible M0 o A1, impermeable, anticorrosivo, imputrescible y resistente a los golpes. Deben tener una resistencia a fuego EI-60. Las superficies interiores deben ser lisas.
- 2 Para que la unión de las compuertas con las *bajantes* sea estanca, debe disponerse un cierre con burllete elástico o adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto.
- 3 Las compuertas deben ser de tal forma que permitan
  - a) realizar con facilidad el vertido de los *residuos*;
  - b) su limpieza interior con facilidad;

- c) el acceso para eliminar los atascos que se produzcan en las *bajantes*.
- 4 Las compuertas deben ir provistas de cierre hermético y silencioso. Para evitar que cuando haya una compuerta abierta se pueda abrir otra, debe disponerse un sistema de enclavamiento eléctrico o adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto.
  - 5 Cuando las compuertas sean circulares deben tener un diámetro comprendido entre 300 y 350 mm y, cuando sean rectangulares, deben tener unas dimensiones comprendidas entre 300x300 y 350x350 mm.
  - 6 La zona situada alrededor de la compuerta y el suelo adyacente de acuerdo con la figura 2.3 deben revestirse con un acabado impermeable que sea fácilmente lavable:

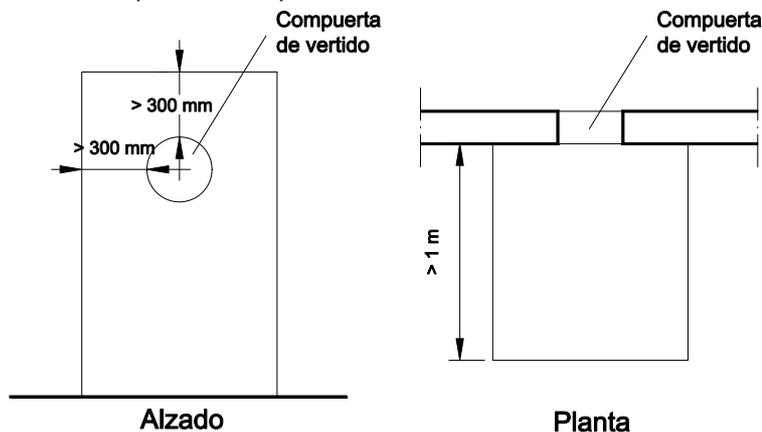


Figura 2.3 Zona de acabado impermeable y lavable

### 2.3.4 Condiciones particulares de las estaciones de carga de los sistemas neumáticos

- 1 La *estación de carga* debe disponer de un tramo vertical de 2,5 m de *bajante* para almacenamiento de los *residuos*, una *válvula de residuos* situada en el extremo inferior del tramo vertical y una *válvula de aire* situada a la misma altura que la *válvula de residuos*.
- 2 La estación o estaciones de carga deben situarse en un recinto que tenga las siguientes características:
  - a) los cerramientos deben dimensionarse para una depresión de 2,95 kPa como mínimo;
  - b) deben disponer de una iluminación artificial que proporcione 100 lux como mínimo a una altura respecto del suelo de 1 m y de una base de enchufe con borne de protección;
  - c) deben disponer de una puerta de acceso batiente hacia fuera;
  - d) el revestimiento de las paredes y el suelo debe ser impermeable y fácil de limpiar y el de aquel último debe ser además antideslizante; los encuentros entre las paredes y el suelo deben ser redondeados;
  - e) debe contar al menos con una toma de agua dotada de *válvula de cierre* y un desagüe antimúridos.

## 2.4 Espacios de *almacenamiento inmediato* en las viviendas

- 1 Deben disponerse en cada vivienda espacios para almacenar cada una de las cinco fracciones de los *residuos ordinarios* generados en ella.
- 2 En el caso de viviendas aisladas o agrupadas horizontalmente, para las fracciones de papel / cartón y vidrio, puede utilizarse como espacio de *almacenamiento inmediato* el almacén de *contenedores de edificio*.
- 3 La capacidad de almacenamiento para cada fracción se calculará mediante la siguiente fórmula:

$$C = CA \cdot P \quad (2.3)$$

siendo

C la capacidad de almacenamiento en la vivienda por fracción [ $\text{dm}^3$ ];

CA el coeficiente de almacenamiento adimensional cuyo valor para cada fracción se obtiene en la tabla 2.3;

Tabla 2.3 Coeficiente de almacenamiento, CA

Fracción	CA
Envases ligeros	7,80
Materia orgánica	3,00
Papel / cartón	10,85
Vidrio	3,36
Varios	10,50

P el número estimado de ocupantes habituales del edificio que equivale a la suma del número total de dormitorios sencillos y el doble de número total de dormitorios dobles.

- 4 Con independencia de lo anteriormente expuesto, el espacio de almacenamiento de cada fracción debe tener una superficie en planta no menor que 275 mm x 275 mm y debe ser igual o mayor que 45 dm<sup>3</sup>.
- 5 Los espacios destinados a materia orgánica y envases ligeros deben disponerse en la cocina o en zonas anejas auxiliares.
- 6 Estos espacios deben disponerse de tal forma que el acceso a ellos pueda realizarse sin que haya necesidad de recurrir a elementos auxiliares y que el punto más alto esté situado a una altura no mayor que 1,20 m por encima del nivel del suelo.
- 7 El acabado de la superficie de cualquier elemento que esté situado a menos de 300 mm de los límites del espacio de almacenamiento debe ser impermeable y fácilmente lavable.

### 3 Mantenimiento y conservación

#### 3.1 Almacén de *contenedores de edificio*

- 1 Deben señalizarse correctamente los contenedores según la fracción correspondiente y el almacén de contenedores. En el almacén de contenedores deben disponerse en un soporte indeleble, junto con otras normas de uso y mantenimiento, instrucciones para que cada fracción se vierta en el contenedor correspondiente.
- 2 Deben realizarse las operaciones de mantenimiento que, junto con su periodicidad, se incluyen en la tabla 3.1.

Tabla 3.1 Operaciones de mantenimiento

Operación	Periodicidad
Limpieza de los contenedores	3 días
Desinfección de los contenedores	1,5 meses
Limpieza del suelo del almacén	1 día
Lavado con manguera del suelo del almacén	2 semanas
Limpieza de las paredes, puertas, ventanas, etc.	4 semanas
Limpieza general de las paredes y techos del almacén, incluidas elementos del sistema de ventilación, luminarias, etc.	6 meses
Desinfección, desinsectación y desratización del almacén de contenedores	1,5 meses

#### 3.2 Instalaciones de traslado por *bajantes*

- 1 Las compuertas deben estar correctamente señalizadas según la fracción correspondiente.
- 2 En los recintos en los que estén situadas las compuertas deben disponerse, en un soporte indeleble, junto a otras normas de uso y mantenimiento, las instrucciones siguientes:
  - a) cada fracción debe verterse en la compuerta correspondiente;
  - b) no se deben verter por ninguna compuerta *residuos* líquidos, objetos cortantes o punzantes ni vidrio;
  - c) los envases ligeros y la materia orgánica deben verterse introducidos en envases cerrados;
  - d) los objetos de cartón que no quepan por la compuerta deben introducirse troceados y no deben plegarse.

- 3 Deben realizarse las operaciones de mantenimiento que, junto con su periodicidad, se incluyen en la tabla 3.2.

<b>Tabla 3.2 Operaciones de mantenimiento</b>		
	<b>Operación</b>	<b>Periodicidad</b>
<b>Bajantes</b>	Limpieza de las <i>bajantes</i> por gravedad. Revisión y reparación de los daños encontrados	6 meses
	Limpieza de las <i>bajantes</i> neumáticas. Revisión y reparación de los daños encontrados	1 año
	Limpieza de las compuertas de vertido	1 semana
<b>Recinto de estación de carga</b>	Limpieza del suelo	1 semana
	Limpieza de las paredes, las puertas, las ventanas, etc.	2 meses
	Limpieza general de las paredes y techos ,incluidas elementos del sistema de ventilación, luminarias, etc.	6 meses
	Desinfección, desinsectación y desratización	6 meses



## Apéndice A Terminología

**Almacenamiento inmediato:** almacenamiento temporal de las fracciones de los *residuos* en el interior de las unidades de uso para reducir la frecuencia del traslado a mano hasta los puntos de recogida.

**Bajante:** conducto vertical que sirve para el traslado por gravedad o neumático de los *residuos* desde las compuertas de vertido hasta los *contenedores de edificio* o las estaciones de carga, respectivamente.

**Contenedores de calle:** *contenedores de recogida* públicos dispuestos en la calle para los *residuos* generados en edificios de su entorno. Estos contenedores pueden ser de superficie, en cuyo caso los usuarios depositan los *residuos* directamente en ellos, o subterráneos, que disponen de un buzón colocado en la superficie para la introducción de los *residuos*.

**Contenedores de edificio:** *contenedores de recogida* privados para los *residuos* generados en una o varias viviendas y que se sitúan en el almacén de *contenedores de edificio*. En estos contenedores se depositan los *residuos* a través de *bajantes* o a mano.

**Contenedores de recogida:** contenedores utilizados para depositar las distintas fracciones de los *residuos ordinarios* generados, a fin de facilitar su traslado y su carga en los camiones del servicio de recogida.

**Estación de carga:** parte de la instalación de *recogida neumática* situada en la parte inferior de la *bajante* o de la compuerta de vertido exterior que las conecta con el tramo subterráneo horizontal de la red de tuberías. Generalmente consta de un tramo vertical, válvula de *residuos*, válvula de aire, indicadores de nivel e instrumentación de enclavamiento y control. La función del tramo vertical es el agrupamiento de las bolsas. La válvula de *residuos* se sitúa en la parte inferior del tramo vertical y permite la retención y la expedición de los *residuos* de acuerdo con las órdenes de control. La válvula de aire es transversal a la tubería y permite la entrada de aire para el transporte.

**Factor de contenedor:** factor que se define mediante la siguiente expresión:

$$C_f = \frac{SC}{CC} \quad (\text{A.1})$$

siendo

$C_f$  el factor de contenedor [ $\text{m}^2/\text{l}$ ];

SC la superficie necesaria para el almacenamiento y maniobra de cada contenedor de edificio [ $\text{m}^2$ ];

CC la capacidad de cada contenedor [ $\text{l}$ ].

En la tabla A.1 se incluyen los factores de contenedor correspondientes a los *contenedores de edificio* habituales.

Tabla A.1 Factor de contenedor

CC en l	SC en $\text{m}^2$	$C_f$ en $\text{m}^2/\text{l}$
120	0,6	0,0050
240	1,0	0,0042
330	1,2	0,0036
600	2,0	0,0033
800	2,4	0,0030
1.100	3,0	0,0027

**Factor de fracción:** factor que se define mediante la siguiente expresión:

$$F_f = T_f \cdot G_f \cdot C_f \quad (\text{A.2})$$

siendo

$F_f$  el factor de fracción [ $\text{m}^2/\text{persona}$ ];

$T_f$  el período de recogida de la fracción [días];

$G_f$  el volumen generado de la fracción por persona y día [ $\text{dm}^3/(\text{persona}\cdot\text{día})$ ], que equivale a los siguientes valores:

Papel / cartón	1,55
Envases ligeros	8,40
Materia orgánica	1,50
Vidrio	0,48
Varios	1,50

$C_f$  el factor de contenedor [ $m^2/l$ ].

El factor de fracción se utiliza para determinar el espacio que debe reservarse en los edificios situados en las zonas en las que exista *recogida centralizada* con *contenedores de calle* de superficie, por lo que se desconocen los valores de  $T_f$  y  $C_f$  que se deberían utilizar en el caso de establecerse una *recogida puerta a puerta*. Por ello, y a falta de estos datos reales, se toman los valores establecidos en la tabla A.2.

Tabla A.2 Factor de fracción

Fracción	$T_f$	$G_f$	$C_f$	$F_f$ en $m^2/persona$
Papel / cartón	7	1,55		0,039
Envases ligeros	2	8,40		0,060
Materia orgánica	1	1,50	0,0036	0,005
Vidrio	7	0,48		0,012
Varios	7	1,50		0,038

**Recogida neumática:** sistema en el que los *residuos* se almacenan en estaciones de carga que se alimentan a través de compuertas de vertido o buzones situados en espacios comunes o públicos. Los *residuos* almacenados se aspiran intermitentemente desde una instalación central que da servicio a un conjunto de edificios hasta los contenedores de transporte.

**Recogida centralizada:** sistema en el que el servicio de recogida retira los *residuos* de los *contenedores de calle*, tanto los de superficie como los subterráneos.

**Recogida puerta a puerta:** sistema en el que el servicio de recogida retira los *residuos* de los *contenedores de edificio*, bien accediendo al almacén de los mismos, bien directamente en la vía pública a donde los sacan los usuarios.

**Residuo:** (de acuerdo con la Ley 21 de Abril 1998, núm. 10/1998) cualquier sustancia u objeto perteneciente a alguna de las categorías que figuran en el anejo de dicha ley, del cual su poseedor se desprenda o del que tenga la intención u obligación de desprenderse. En todo caso tendrán esta consideración los que figuren en el Catálogo Europeo de Residuos (CER), aprobado por las Instituciones Comunitarias.

**Residuos ordinarios:** parte de los *residuos* urbanos generada en los edificios, con excepción de:

- animales domésticos muertos, muebles y enseres;
- residuos* y escombros procedentes de obras menores de construcción y reparación domiciliaria.

Las fracciones y los componentes principales de estos *residuos* se detallan en la tabla A.3.

Tabla A.3 Fracciones y componentes principales de los *residuos ordinarios*

Fracción	Componentes
Envases ligeros	Bolsas de plástico Botellas de plástico Brics Envases de plástico Garrafas de plástico Latas metálicas
Materia orgánica	Corcho Restos de comidas Restos de preparación de comidas Servilletas de papel y papel de cocina usados
Papel y cartón	Diarios y revistas Embalajes de cartón Envases de cartón Hojas de publicidad Papel de oficina
Vidrio	Botellas Botes
Varios	Cenizas Cuero Goma, caucho Maderas Pañales

**Residuos urbanos:** (de acuerdo con la Ley 21 de Abril 1998, núm. 10/1998) los generados en los domicilios particulares, comercios, oficinas y servicios, así como todos aquellos que no tengan la calificación

de peligrosos y que por su naturaleza o composición puedan asimilarse a los producidos en los anteriores lugares o actividades. Tendrán también la consideración de residuos urbanos los siguientes:

- a) *residuos* procedentes de la limpieza de vías públicas, zonas verdes, áreas recreativas y playas;
- b) animales domésticos muertos, así como muebles, enseres y vehículos abandonados;
- c) *residuos* y escombros procedentes de obras menores de construcción y reparación domiciliaria.

**Servicio de recogida:** servicio encargado de recoger los *residuos* generados en los edificios y transportarlos hasta las instalaciones de reciclaje, valorización o eliminación. Este servicio lo presta habitualmente la administración municipal, bien directamente bien a través de empresas contratadas; aunque en algunos casos lo hace una agrupación de municipios o una administración supramunicipal



## Apéndice B Notación

- 1 En este apéndice se recogen, ordenados alfabéticamente, los símbolos correspondientes a las magnitudes que se utilizan en esta sección del DB junto con sus unidades.
  - C: capacidad de almacenamiento en la vivienda por fracción, [dm<sup>3</sup>].
  - CA: coeficiente de almacenamiento adimensional.
  - CC: capacidad de cada contenedor, [l].
  - Cf: factor de contenedor adimensional.
  - Ff: factor de fracción adimensional.
  - Gf: volumen generado de la fracción por persona y día, [dm<sup>3</sup>/(persona-día)].
  - Mf: factor de mayoración adimensional.
  - P número estimado de ocupantes habituales del edificio.
  - S: superficie útil, [m<sup>2</sup>].
  - SC: superficie necesaria para el almacenamiento y maniobra de un contenedor de edificio, [m<sup>2</sup>].
  - SR: superficie de reserva, [m<sup>2</sup>].
  - Tf: período de recogida de la fracción, [día].



## Sección HS 3

### Calidad del aire interior

#### 1 Generalidades

##### 1.1 Ámbito de aplicación

- 1 Esta sección se aplica, en los edificios de viviendas, a los locales habitables del interior de las mismas, los almacenes de residuos, trasteros, aparcamientos y garajes; y, en edificios de cualquier otro uso, a los aparcamientos y los garajes.
- 2 Para otros tipos de locales la demostración de la conformidad con las exigencias básicas debe realizarse mediante un estudio específico adoptando criterios análogos a los establecidos en esta sección.

##### 1.2 Procedimiento de verificación

- 1 Para la aplicación de esta sección debe seguirse la secuencia de verificaciones que se expone a continuación.
- 2 Cumplimiento de los caudales del apartado 2.
- 3 Cumplimiento de las condiciones de diseño del sistema de ventilación del apartado 3:
  - a) para cada tipo de *local*, el tipo de ventilación y las condiciones relativas a los medios de *ventilación básica*, ya sea natural, mecánica o mixta y, en su caso, a los de *ventilación complementaria*;
  - b) las condiciones relativas a los elementos constructivos siguientes:
    - i) aberturas y bocas de ventilación;
    - ii) conductos de admisión;
    - iii) conductos de extracción para ventilación mixta;
    - iv) conductos de extracción para ventilación mecánica;
    - v) extractores;
    - vi) aspiradores;
    - vii) ventiladores;
    - viii) ventanas y puertas exteriores.
- 4 Cumplimiento de las condiciones de dimensionado del apartado 4 relativas a los elementos constructivos de los *locales habitables*, los almacenes de residuos, los trasteros, los aparcamientos y los garajes.
- 5 Cumplimiento de las condiciones de los productos de construcción del apartado 5.
- 6 Cumplimiento de las condiciones de construcción del apartado 6.
- 7 Cumplimiento de las condiciones de mantenimiento y conservación del apartado 7.

## 2 Caracterización y cuantificación de las exigencias

- 1 El caudal de ventilación mínimo y su régimen de utilización para proporcionar la *ventilación básica* a los *locales* se obtiene en la tabla 2.1 de acuerdo con los criterios que figuran a continuación.
- 2 El número de ocupantes se considerará igual
  - a) en los dormitorios individuales de viviendas, a uno y, en los dobles, a dos;
  - b) en los comedores y salas de estar, a la suma de los ocupantes contabilizados para todos los dormitorios de la vivienda;
  - c) en las zonas de circulación interiores de las viviendas, a la suma de los ocupantes contabilizados para todos los dormitorios a los que sirven.
- 3 En los *locales* de las viviendas destinados a varios usos se considerará el caudal correspondiente al uso que exija un caudal mayor.
- 4 En las cocinas deben simultanearse el caudal continuo y el discontinuo.
- 5 En las cocinas con sistema de cocción por combustión o dotadas de calderas no estancas el caudal continuo obtenido a partir de la tabla se incrementará en 8 l/s.
- 6 En las zonas comunes de circulación de los *aparcamientos compartimentados* se considerará como número de plazas el total de las que sirve.

Tabla 2.1 Caracterización de los caudales de ventilación

		Caudal de ventilación mínimo, $q_v$ , en l/s			
		Por persona	Por $m^2$ útil	En función de otros parámetros	Régimen de utilización
Locales	Dormitorios de viviendas	5			Continuo
	Salas de estar y comedores de viviendas	3			Continuo
	Zonas de circulación interiores de viviendas	(1)			Continuo
	Aseos y cuartos de baño de viviendas			15 por <i>local</i>	Continuo
	Cocinas de viviendas		2		Continuo
	Trasteros de viviendas y sus zonas comunes		0,7	50 por <i>local</i>	Discontinuo (2)
	Aparcamientos y garajes			150 por plaza	Discontinuo (3)
	Almacenes de residuos de viviendas		10		Continuo

(1) Este caudal debe ser el de paso desde los dormitorios, la sala de estar y el comedor a la cocina y los cuartos de baño.

(2) Durante el tiempo en que se esté utilizando el sistema de cocción.

(3) Cuando se alcance una concentración de 50 p.p.m. en aparcamientos donde se prevea que existan empleados y una concentración de 80 p.p.m. en los demás.

## 3 Diseño

### 3.1 Condiciones generales de los sistemas de ventilación

#### 3.1.1 Locales habitables de las viviendas

- 1 Debe disponerse *ventilación básica* en todos los *locales habitables* de las viviendas y *ventilación complementaria* en las cocinas, comedores, dormitorios y salas de estar.
- 2 La *ventilación básica* de cada vivienda debe realizarse
  - a) dividiendo la vivienda en varias zonas de ventilación conjunta, que podrá ser mixta o con extracción mecánica, de acuerdo con las siguientes condiciones:
    - i) a cada aseo, a cada cocina y a cada cuarto de baño le debe corresponder una zona;

- ii) cada aseo, cada cocina y cada cuarto de baño debe ser el local de extracción de la zona correspondiente;
  - iii) los comedores, los dormitorios y las salas de estar deben ser los locales con admisión;
  - iv) los locales, excepto los de extracción, pueden pertenecer a más de una zona;
- b) disponiendo una ventilación con extracción mecánica específica adicional para la cocina.
- 3 La *ventilación complementaria* debe ser natural.

### 3.1.1 Medios de ventilación básica

- 1 Para la *ventilación conjunta* deben disponerse (véase figura 3.1 con ejemplos)
- a) en cada comedor, dormitorio y sala de estar, cuando se utilicen carpinterías de clase 2, 3 ó 4 según UNE EN 12 207:2000, al menos, una abertura de admisión; en el caso de ventilación mixta, las aberturas de admisión deben ser exteriores;
  - b) al menos, una abertura de extracción en cada aseo, cocina y cuarto de baño; en el caso de tratarse de locales compartimentados, debe disponerse una abertura de extracción en cada una de sus partes;
  - c) aberturas de paso en las particiones pertinentes, de acuerdo con el recorrido del aire en cada zona;
  - d) conductos de extracción desde las aberturas de extracción hasta el exterior sin que estos puedan compartirse con locales de cualquier otro uso en su tramo vertical, salvo los trasteros;
  - e) en el caso de ventilación mixta, un aspirador en la boca de expulsión con un dispositivo que lo active automáticamente cuando la depresión en dicho extremo sea menor o igual que 5 Pa o cuando el caudal que circule sea menor al mínimo exigido;
  - f) en el caso de ventilación con extracción mecánica, un ventilador individual en cada boca de expulsión o colectivo que sirva a varios conductos (véase figura 3.2 con ejemplos); el conducto de extracción de garajes no puede compartir ventilador con otros.

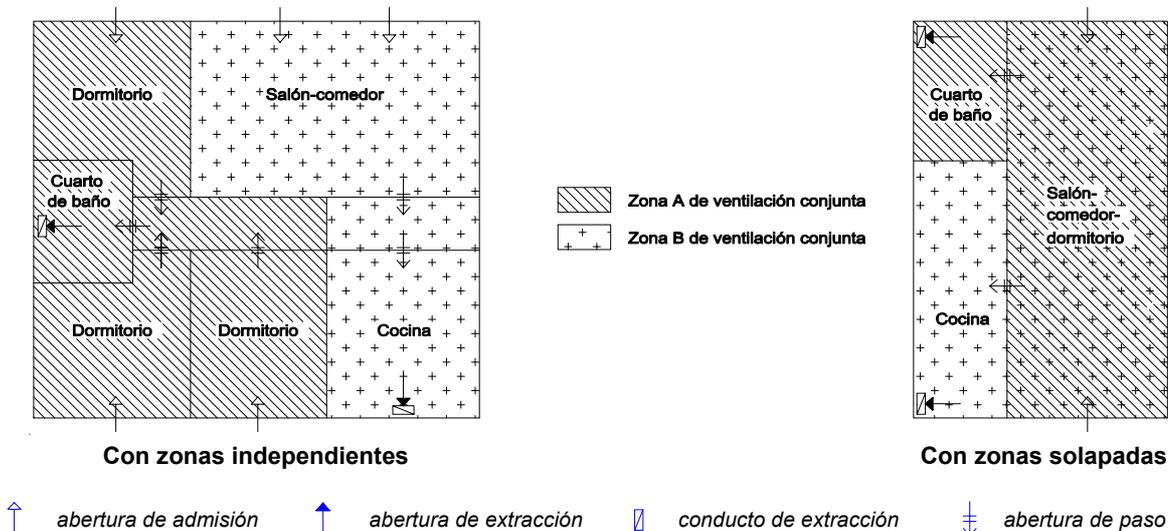
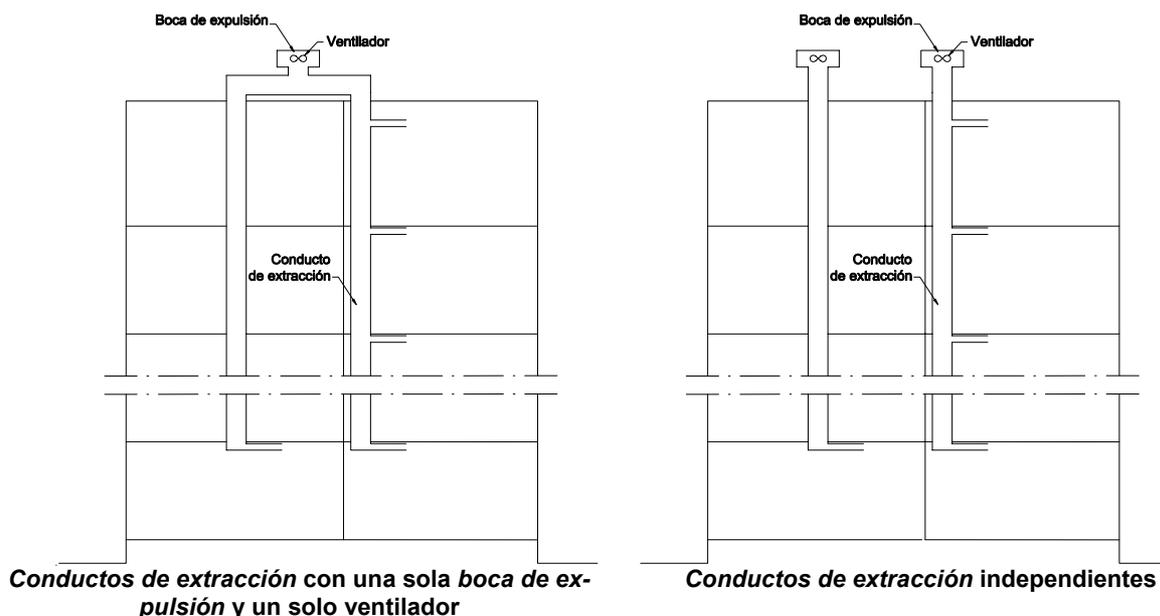


Figura 3.1 Ejemplos de *ventilación conjunta* en los *locales habitables* de las viviendas



**Figura 3.2 Ejemplos de disposición de ventiladores**

- 2 Para la ventilación específica adicional de la cocina deben disponerse
  - a) un extractor;
  - b) un conducto de extracción desde el extractor hasta el exterior que no puede utilizarse para la extracción de otras ventilaciones que no sean la específica de las cocinas; este conducto puede ser
    - i) individual;
    - ii) colectivo para varios extractores, cada uno de los cuales debe estar dotado de una válvula automática que mantenga abierta su conexión con el conducto sólo cuando esté funcionando o de cualquier otro sistema antirrevoco.

### 3.1.1.2 Medios de ventilación complementaria

- 1 Debe disponerse una ventana practicable o una puerta exterior en cada cocina, comedor, dormitorio y sala de estar.

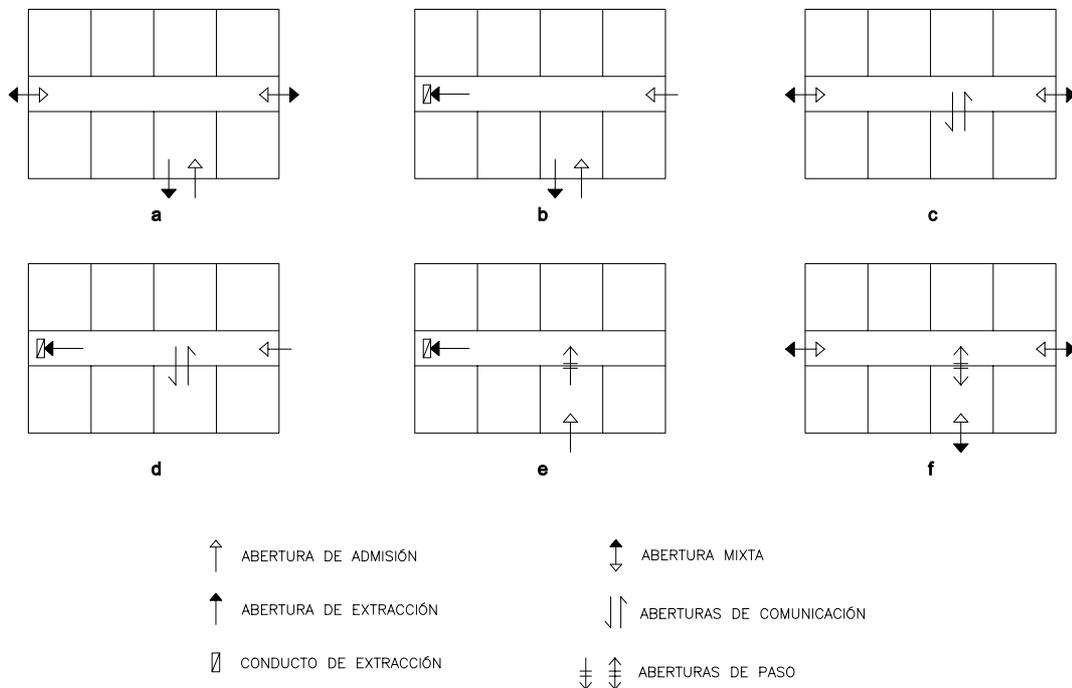
### 3.1.2 Almacenes de residuos de las viviendas

- 1 En los almacenes de residuos debe disponerse *ventilación básica* mixta o con *extracción* mecánica.
- 2 Las *aberturas de admisión* pueden ser exteriores o estar conectadas con *conductos de admisión* que, en el caso de *ventilación mixta*, no deben tener una longitud mayor que 10 m.
- 3 Deben disponerse *conductos de extracción* que no sirvan a *locales* de otros usos.
- 4 Debe disponerse en la *boca de expulsión*, en el caso de *ventilación mixta*, un *aspirador* de tal forma que se active automáticamente cuando la diferencia de presión entre dicha boca y el interior del almacén sea menor que 5 Pa y, en el caso de ventilación con *extracción* mecánica, un ventilador.

### 3.1.3 Trasteros de las viviendas

- 1 Debe disponerse *ventilación básica* de una de las seis formas siguientes (véase figura 3.3 con ejemplos):
  - a) los trasteros y la zona común de éstos se ventilan independientemente de forma natural de tal modo que
    - i) en cada trastero se disponga una abertura exterior de admisión en la parte inferior y otra exterior de extracción en la superior, separadas verticalmente 1,5 m como mínimo;
    - ii) en la zona común se dispongan aberturas híbridas al menos en dos zonas opuestas del cerramiento;
  - b) los trasteros y la zona común de éstos se ventilan independientemente, los trasteros de forma natural y la zona común de forma mixta o mecánica, de tal modo que

- i) en cada trastero se disponga una abertura exterior de admisión en la parte inferior y otra exterior de extracción en la superior, separadas verticalmente 1,5 m como mínimo;
  - ii) en la zona común se disponga al menos una abertura de admisión exterior o conectada con un conducto de admisión que no debe tener una longitud mayor que 10 m y una abertura de extracción conectada con un conducto de extracción;
- c) los trasteros se ventilan a través de la zona común de éstos de forma natural, de tal modo que
- i) en cada trastero se disponga en la partición que lo separa de la zona común una abertura de comunicación en la parte inferior y otra abertura de comunicación en la superior, separadas verticalmente 1,5 m como mínimo;
  - ii) en la zona común se dispongan aberturas híbridas al menos en dos zonas opuestas del cerramiento;
- d) los trasteros se ventilan a través de la zona común de éstos, los trasteros de forma natural y la zona común de forma natural o mixta, de tal modo que
- i) en cada trastero se disponga en la partición que lo separa de la zona común una abertura de comunicación en la parte inferior y otra abertura de comunicación en la superior, separadas verticalmente 1,5 m como mínimo;
  - ii) en la zona común se disponga al menos una abertura de admisión exterior o conectada con un conducto de admisión que no debe tener una longitud mayor que 10 m y de una abertura de extracción conectada con un conducto de extracción;
- e) los trasteros y la zona común de éstos se ventilan de forma conjunta, que puede ser mixta o mecánica, de tal modo que
- i) en cada trastero se disponga una abertura exterior de admisión y una abertura de paso en la partición que lo separa de la zona común;
  - ii) en la zona común se disponga una abertura de extracción conectada con un conducto de extracción;
- f) los trasteros y la zona común de éstos se ventilan de forma natural, de tal modo que
- i) en cada trastero se disponga una abertura exterior híbrida y una abertura de paso en la partición que lo separa de la zona común;
  - ii) en la zona común se dispongan aberturas exteriores híbridas.



**Figura 3.3 Ejemplos de tipos de ventilación en trasteros**

- 2 Las aberturas de extracción deben disponerse a una distancia del techo menor que 100 mm.
- 3 En la zonas comunes las aberturas híbridas, las de admisión y las de extracción deben disponerse de tal forma que ningún punto del local diste más de 15 m de la más próxima.

- 4 Debe disponerse en la boca de expulsión, en el caso de ventilación mixta, un aspirador de tal forma que se active automáticamente cuando la depresión en dicho extremo sea menor o igual que 5 Pa y, en el caso de ventilación con extracción mecánica, un ventilador.

### 3.1.4 Aparcamientos y garajes de cualquier tipo de edificio

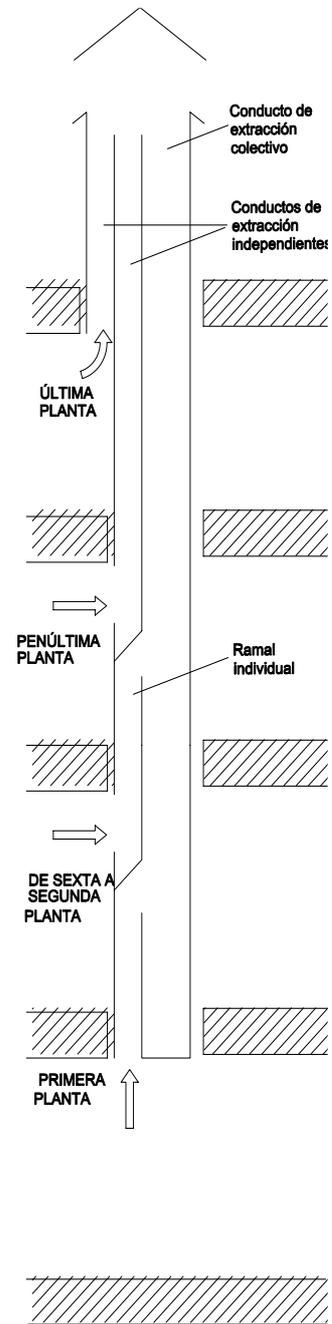
- 1 En los aparcamientos y garajes debe disponerse ventilación básica natural o con extracción mecánica.

#### 3.1.4.1 Medios de ventilación natural

- 1 Deben disponerse aberturas híbridas al menos en dos zonas opuestas de la fachada de tal forma que los planos que las contienen formen como máximo un ángulo de 15° y que la distancia entre ambos no sea mayor que 50 m.
- 2 Estas aberturas deben disponerse de tal forma que la distancia a lo largo del recorrido mínimo libre de obstáculos entre cualquier punto del local y la abertura más próxima a él sea como máximo igual a 25 m.
- 3 Si la distancia entre las aberturas opuestas más próximas es mayor que 30 m debe disponerse una abertura híbrida cenital equidistante de ambas, permitiéndose una tolerancia del 5%.
- 4 En el caso de garajes con menos de cinco plazas, en vez de las aberturas híbridas, pueden disponerse una o varias aberturas exteriores de admisión en la parte inferior y una o varias exteriores de extracción en la superior del mismo cerramiento y separadas verticalmente como mínimo 1,5 m.

#### 3.1.4.2 Medios de ventilación mecánica

- 1 Debe disponerse, al menos, una abertura de admisión y otra de extracción por cada 100 m<sup>2</sup> de superficie útil.
- 2 La separación entre aberturas de admisión contiguas y la separación entre aberturas de extracción contiguas debe estar comprendida entre 5 y 10 m.
- 3 La separación entre cada abertura de admisión y la abertura de extracción más próxima a ella debe estar comprendida entre 10 y 30 m.
- 4 En los aparcamientos compartimentados en los que la ventilación sea conjunta deben disponerse las aberturas de admisión en los compartimentos y las de extracción en las zonas de circulación comunes de tal forma que en cada compartimento se disponga al menos una abertura de admisión. Deben disponerse aberturas de paso en las particiones pertinentes de acuerdo con el recorrido del aire.
- 5 Deben disponerse conductos de extracción que no sirvan a locales de otros usos.
- 6 Debe disponerse como mínimo una red de conductos de extracción con un ventilador para cada treinta plazas de aparcamiento. En cualquier caso no deben disponerse menos de dos redes.
- 7 Las aberturas de admisión deben disponerse a una distancia del suelo menor que 1 m. Las aberturas de extracción deben emplazarse de la siguiente forma:
  - a) dos terceras partes a una distancia del techo menor o igual a 500 mm;
  - b) la tercera parte a una distancia entre su eje y el suelo menor o igual que 300 mm.
- 8 En los aparcamientos con más de treinta plazas debe disponerse un sistema de detección de monóxido de carbono que active los ventiladores cuando se alcance una concentración de 50 p.p.m. en aparcamientos donde se prevea que existan empleados y una concentración de 100 p.p.m. en caso contrario.



**Figura 3.4**  
Ejemplo de conducto de extracción para ventilación mixta con conducto colectivo

- 9 El sistema de detección debe activar una alarma óptica y acústica cuando la concentración alcance un valor de 100 p.p.m. y debe realizar al menos una medición cada diez minutos.
- 10 En los aparcamientos con treinta o menos plazas en los que no se disponga un sistema de detección de monóxido de carbono con las mismas características y los mismos umbrales de funcionamiento anteriores deben disponerse los medios para que los ventiladores estén funcionando siempre que haya personas en su interior y al menos durante diez minutos después de que la última persona haya salido.

## 3.2 Condiciones particulares de los elementos

### 3.2.1 Aberturas y bocas de ventilación

- 1 Puede utilizarse como abertura de admisión un aireador situado en la carpintería o en el muro de la fachada.
- 2 Puede utilizarse como abertura de paso o de comunicación la holgura existente entre la puertas y el suelo o una abertura situada en una puerta o en una partición.
- 3 Las aberturas exteriores de admisión, las híbridas y las bocas de toma deben estar en contacto con un espacio exterior suficientemente grande para permitir que en su planta pueda situarse un círculo cuyo radio sea igual a un tercio de la altura del cerramiento más bajo de los que lo delimitan y no menor que 4 m, de tal modo que ningún punto de dicho cerramiento resulte interior al círculo y que cuando las aberturas estén situadas en un retranqueo el ancho de éste cumpla las siguientes condiciones:
  - a) sea igual o mayor que 3 m cuando la profundidad del retranqueo esté comprendida entre 1,5 y 3 m;
  - b) sea igual o mayor que la profundidad cuando ésta sea mayor o igual que 3 m.
- 4 Las aberturas de admisión deben disponerse a una distancia del suelo mayor o igual que 1,80 m.
- 5 Las aberturas de extracción deben disponerse a una distancia del techo menor que 100 mm y a una distancia de cualquier esquina vertical mayor o igual que 100 mm.
- 6 Las bocas de expulsión deben disponer de malla antipájaros u otros elementos similares.
- 7 Las aberturas exteriores y las bocas, salvo las híbridas de los garajes, deben disponerse de tal forma que se evite la entrada de agua de lluvia o estar dotadas de elementos adecuados para el mismo fin.
- 8 En el caso de que se dispongan aireadores obturables o regulables en las aberturas de admisión de los locales habitables de las viviendas, dichos aireadores deben estar dotados de un dispositivo de bloqueo que impida los accionamientos involuntarios que reduzcan su sección útil por debajo del valor mínimo especificado.

### 3.2.2 Conductos de admisión

- 1 Los conductos deben tener sección uniforme y carecer de obstáculos en todo su recorrido.
- 2 Los conductos utilizados deben tener un acabado que dificulte su ensuciamiento y deben ser practicables para su registro y limpieza cada 10 m como máximo en todo su recorrido.

### 3.2.3 Conductos de extracción para ventilación mixta

- 1 Los conductos deben ser verticales.
- 2 Si los conductos son colectivos no deben servir a más de 6 plantas. Los conductos de las dos últimas plantas deben ser individuales (véase figura 3.4 con ejemplo).
- 3 La conexión de las aberturas de extracción con los conductos colectivos debe hacerse a través de ramales verticales cada uno de los cuales debe desembocar en el conducto inmediatamente por debajo del ramal siguiente.
- 4 Los conductos deben tener sección uniforme y carecer de obstáculos en todo su recorrido.
- 5 Los muros que separen el conducto de extracción del resto de los recintos del edificio deben tener una resistencia a fuego R-30 o EF-30 o, si son portantes, REI-30 o RF-30.
- 6 La boca de expulsión debe ubicarse en la cubierta del edificio a una altura sobre ella de 1 m como mínimo y debe superar las siguientes alturas en función de su emplazamiento (véase figura 3.5 con ejemplos):

- a) la altura de cualquier obstáculo que esté a una distancia comprendida entre 2 y 10 m;
- b) 1,3 veces la altura de cualquier obstáculo que esté a una distancia menor o igual que 2 m;
- c) 2 m en cubiertas transitables.

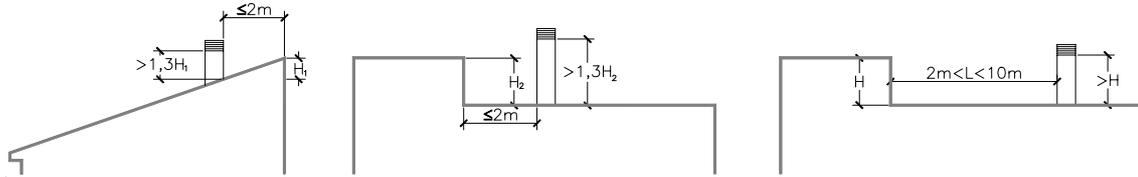


Figura 3.5 Ejemplos de altura libre del extremo superior del conducto sobre la cubierta

- 7 Los conductos utilizados deben tener un acabado que dificulte su ensuciamiento y deben ser practicables para su registro y limpieza en la coronación y en el arranque.
- 8 Los conductos deben ser estancos al aire para su presión de dimensionado.

**3.2.4 Conductos de extracción para ventilación mecánica**

- 1 La sección de cada tramo del conducto comprendido entre dos puntos consecutivos con aporte o salida de aire debe ser uniforme.
- 2 La boca de expulsión debe situarse en la cubierta del edificio, separada de cualquier elemento de entrada de aire de ventilación (boca de toma, abertura de admisión, puerta exterior y ventana) y de los lindes de la parcela del edificio de acuerdo con las instrucciones que se exponen a continuación.
  - a) Separación respecto de las bocas de toma y las aberturas de admisión: la distancia debe ser igual o mayor que el valor que se obtenga mediante la fórmula

$$d = 0,04 \cdot \sqrt{q_e} \cdot \left( \sqrt{f} + \frac{\beta \cdot 5 \cdot q_e}{S_t} \right) \tag{3.1}$$

siendo

- d la distancia mínima de separación, en m, medida a lo largo del recorrido mínimo libre de obstáculos (véase figura 3.6 con ejemplos) y en la proyección horizontal para las bocas de expulsión de los aparcamientos y de los almacenes de residuos que estén situadas por debajo de los elementos de entrada de aire;
- q<sub>e</sub> el caudal de *expulsión*, en l/s, que es igual al caudal de aire en el último tramo del conducto. (véase apartado 4.1.1.5). Cuando el caudal sea menor que 75 l/s se considera igual a 75 y cuando sea mayor que 1.500 l/s se considera igual a 1.500.
- f el factor de dilución, en m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup>, que es un parámetro que cuantifica la necesidad de dilución en el aire de un contaminante según su peligrosidad y que se obtiene en la tabla 3.1 en función de la clase del local más desfavorable de los que ventilan a través de la boca de expulsión;

Tabla 3.1 Factor de dilución f

		Factor de dilución en m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup>
Clase de local	Trasteros y sus zonas comunes	10
	Cocinas	15
	Aseos	
	Cuartos de baño	
	Aparcamientos	25
Garajes		
	Almacenes de residuos	50

- β un coeficiente adimensional cuyo valor es 1 cuando el ángulo (véase figura 3.7 con ejemplos) que forma la dirección de descarga de la boca de expulsión con la proyección horizontal de la recta que une dicha boca con el elemento de entrada de aire es menor o igual que 75° y -1 cuando dicho ángulo es mayor que 75°;
- S<sub>t</sub> la sección del tramo final del conducto de expulsión, [cm<sup>2</sup>].

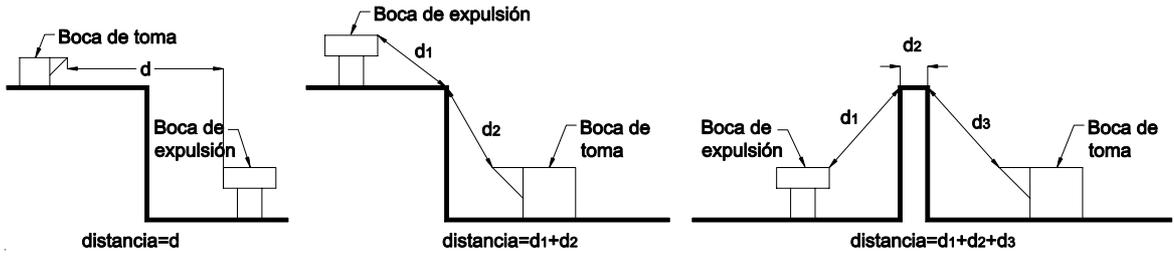


Figura 3.6 Ejemplos de medida de la distancia entre la boca de expulsión y los elementos de entrada de aire

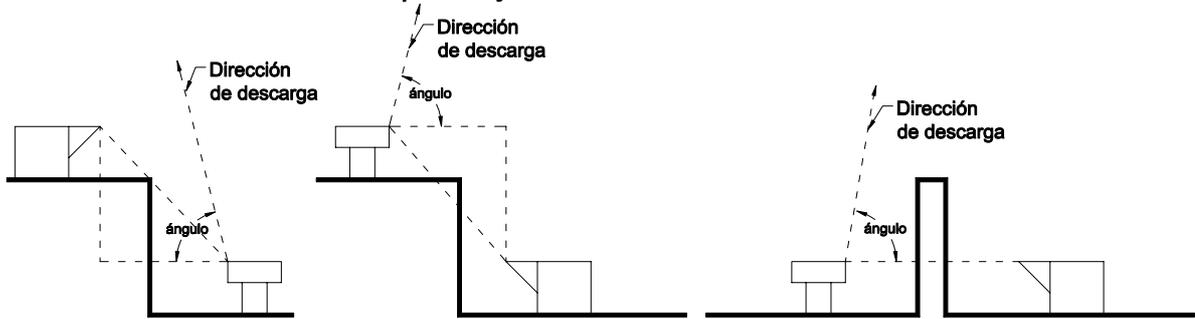


Figura 3.7 Ejemplos de medida del ángulo entre la boca de expulsión y los elementos de entrada de aire

- b) Separación respecto de las puertas exteriores, las ventanas y los lindes de la parcela del edificio: la distancia debe ser como mínimo igual al valor que se obtiene mediante la tabla 3.2, en función de la clase del local más desfavorable de los locales que ventilan a través de la boca de expulsión; el valor  $d$  que figura en la tabla se obtiene mediante la fórmula 3.1 midiéndose en la proyección horizontal en el caso de los lindes.

Tabla 3.2 Distancia entre bocas de expulsión y puertas exteriores, ventanas y lindes

		Distancia en m
Clase de local	Trasteros y sus zonas comunes	$\frac{d}{2}$
	Cocinas	
	Aseos	
	Cuartos de baño	
	Aparcamientos	
	Garajes	
	Almacenes de residuos	$d$

- 3 Los conductos utilizados deben tener un acabado que dificulte su ensuciamiento y deben ser practicables para su registro y limpieza en la coronación de los tramos verticales y cada 10 m como máximo en todo su recorrido.
- 4 Cuando se prevea que en el interior de los conductos pueda alcanzarse la temperatura de rocío éstos deben aislarse térmicamente para evitar que se produzcan condensaciones.
- 5 Los muros que separen el conducto de extracción del resto de los recintos del edificio deben tener una resistencia a fuego R-30 o EF-30 o, si son portantes, REI-30 o RF-30.
- 6 Los conductos deben ser estancos al aire para su presión de dimensionado.
- 7 Cuando el conducto para la ventilación específica adicional de las cocinas sea colectivo, cada extractor debe conectarse al mismo mediante un ramal que debe desembocar en el conducto de extracción inmediatamente por debajo del ramal siguiente (véase figura 3.8 con ejemplos).
- 8 Los conductos para la ventilación específica adicional de las cocinas, tanto colectivos como individuales, deben ser verticales. Se exceptúan de dicha condición los tramos de conexión de los extractores con los conductos individuales respectivos y los tramos de conexión de los extractores con los ramales.

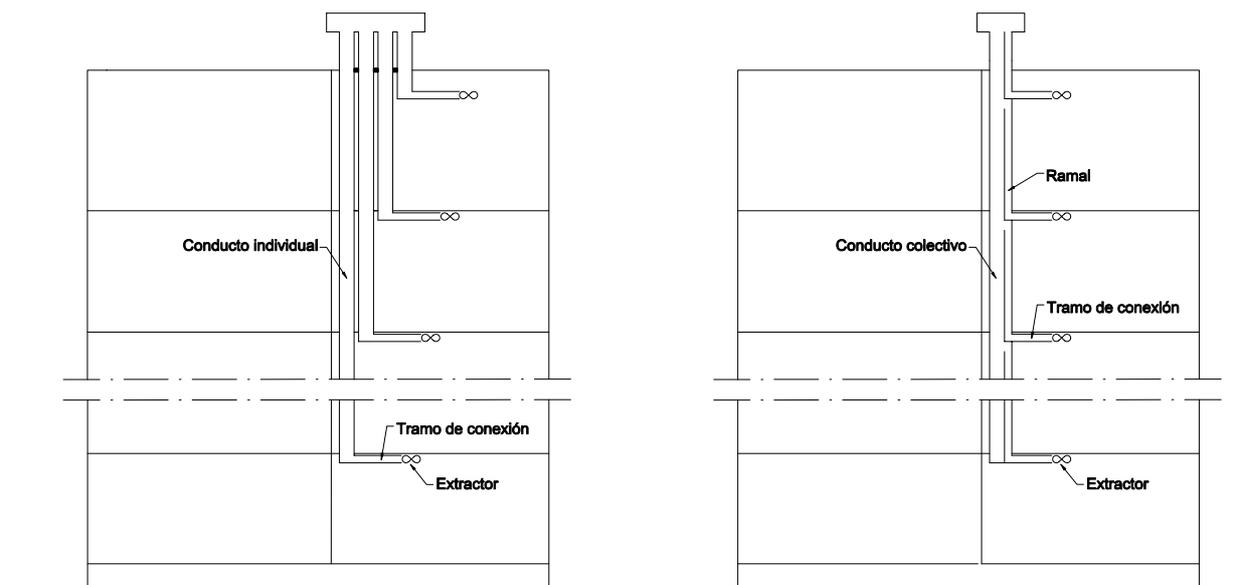


Figura 3.8 Ejemplos de conductos para la ventilación específica adicional de las cocinas

### 3.2.5 Aspiradores, ventiladores y extractores

- 1 Los ventiladores y los aspiradores deben disponerse en un lugar accesible para realizar su limpieza.
- 2 Previo a los extractores debe disponerse un filtro de grasas y aceites dotado de un dispositivo que indique cuando debe reemplazarse o limpiarse dicho filtro.
- 3 Cuando la ventilación sea por extracción mixta y los conductos de extracción de la vivienda estén conectados a ventiladores individuales, debe disponerse un sistema de arranque automático de todos los aspiradores cuando uno de ellos empiece a funcionar.
- 4 Cuando la ventilación sea por extracción mecánica y los conductos de extracción de la vivienda estén conectados a ventiladores individuales, debe disponerse un sistema de parada automática de todos los ventiladores cuando uno de ellos deje de funcionar por avería o cualquier otro motivo.

### 3.2.6 Ventanas y puertas exteriores

- 1 Las ventanas y puertas exteriores que se dispongan para la ventilación complementaria deben estar en contacto con un espacio que tenga las mismas características del exigido para las aberturas de admisión.

## 4 Dimensionado

### 4.1 Medios de ventilación básica

#### 4.1.1 Aberturas de ventilación

- 1 El área efectiva total de las aberturas de ventilación de cada local se obtiene de la forma que se indica en la tabla 4.1.
- 2 Salvo que se indique lo contrario, para aplicar las fórmulas de la tabla 4.1 deben tomarse los datos del local que se calcule.
- 3 Las casillas grises indican que, para esos locales, no se ha exigido ninguna abertura de ventilación de ese tipo.

Tabla 4.1 Área efectiva total de las *aberturas de ventilación*

		Clase de <i>local</i>				
		<i>Local habitable de una vivienda</i>	Almacén de residuos de una vivienda	Trastero de una vivienda <sup>(2)</sup>		Aparcamiento o garaje
				Trastero	Zona común	
<b>Aberturas de ventilación</b>	<b>Abertura de admisión</b>	$S'_a = 4 \cdot \alpha \cdot q_v$	$S'_a = 4 \cdot q_v$	Casos a y b: $S'_a = 4 \cdot q_v$	Caso b: $S'_a = 4 \cdot q_v$	$S_a = 400 \cdot \frac{q_v}{S_u}$  Garajes de menos de 5 plazas: $S'_a = 4 \cdot q_v$
	<b>Abertura de paso</b>	$S'_p = 4 \cdot \sum S'_a$		Caso e: $S'_p = 4 \cdot S'_a$ Caso f: $S'_p = 4 \cdot S'_h$		
	<b>Abertura de extracción</b>	$S_e = \sum S'_a$ <sup>(1)</sup>	$S_e = S'_a$	$S_e = S'_a$	Casos b y d: $S_e = S'_a$ Caso e: $S_e = S'_p$	$S_e = S_a$  Garajes de menos de 5 plazas: $S_e = S'_a$
	<b>Abertura híbrida</b>			$S_h = 8 \cdot q_v$	Casos a <sup>(3)</sup> y f: $S_h = 8 \cdot q_v$ Caso c <sup>(3)</sup> : $S_h = 8 \cdot \sum q_v$	$S_h = \frac{S_u}{20}$ (3)
	<b>Aberturas de comunicación</b>			$S_c = 4 \cdot q_v$		
	<b>Abertura cenital</b>					$S_z = S_h$

<sup>(1)</sup> Cuando se trate de un cuarto de baño o aseo compartimentado, el área efectiva de las aberturas de cada parte debe ser como mínimo la mitad del área total exigida.

<sup>(2)</sup> Los casos de los trasteros son los indicados en el apartado de diseño 3.1.3.

<sup>(3)</sup> El área efectiva total de las aberturas híbridas de cada zona opuesta de fachada debe ser como mínimo la mitad del área total exigida.

**Notación:**

$\alpha$ : coeficiente adimensional, tal que

$\alpha = 1$  cuando  $q_{va} \geq q_{ve}$

$\alpha = \frac{q_{ve}}{q_{va}}$  cuando  $q_{va} < q_{ve}$

$q_v$ : caudal de ventilación mínimo exigido para un *local*, en l/s, obtenido de la tabla 2.1.

$\sum q_v$  suma del caudal de ventilación mínimo exigido para la zona común y todos los caudales de ventilación mínimos exigidos para los trasteros, en l/s, obtenidos a partir de la tabla 2.1.

$q_{va}$ : suma de los caudales de ventilación mínimos exigidos para todos los *locales* de una zona de *ventilación conjunta* dotados de *abertura de admisión*, en l/s, obtenidos a partir de la tabla 2.1.

$q_{ve}$ : caudal de ventilación continuo mínimo exigido para el *local* de una zona de *ventilación conjunta* dotado de *abertura de extracción*, en l/s, obtenido a partir de la tabla 2.1.

$S'_a$ : área efectiva total mínima exigida de las *aberturas de admisión* de un *local*, en cm<sup>2</sup>.

$S_a$ : área efectiva mínima exigida de una *abertura de admisión*, en cm<sup>2</sup>.

$\sum S'_a$ : suma del área efectiva total mínima exigida de las *aberturas de admisión* de los siguientes *locales*, en cm<sup>2</sup>:

a) si se trata de un dormitorio, una sala de estar o un comedor, él mismo;

- b) si se trata de una cocina, un cuarto de baño o un aseo, todos los locales con aberturas de admisión de su zona;
- c) si se trata de una zona de circulación interior, todos los locales con aberturas de admisión cuyo caudal deba pasar por dicha zona.

$S_c$ : área efectiva mínima exigida de cada una de las *aberturas de comunicación* de un trastero, en  $cm^2$ .

$S_e$ : área efectiva mínima exigida de una *abertura de extracción*, en  $cm^2$ .

$S'_h$ : área efectiva total mínima exigida de las *aberturas híbridas* de un *local*, en  $cm^2$ .

$S'_p$ : área efectiva total mínima exigida de las *aberturas de paso* de un *local*, en  $cm^2$ .

$S_u$ : superficie útil de un *local*, en  $m^2$ .

$S'_z$ : área efectiva total mínima exigida de las *aberturas híbridas* cenitales de un *local*, en  $cm^2$ .

#### 4.1.2 Conductos de extracción

##### 4.1.2.1 Conductos de extracción para ventilación mixta

- 1 La sección de los conductos de extracción debe ser como mínimo la obtenida de la tabla 4.2 en función del caudal de expulsión y de la clase del tiro que se determinarán de la siguiente forma:
  - a) la clase del tiro se obtiene en la tabla 4.3 en función del número de plantas existentes entre la más baja que vierte al conducto y la última, ambas incluidas, y de la zona térmica en la que se sitúa el edificio de acuerdo con la tabla 4.4;
  - b) el caudal de expulsión,  $q_e$ , se obtiene como se indica en la tabla 4.5;

**Tabla 4.2 Secciones del conducto de extracción en  $cm^2$**

		Clase de tiro			
		T-1	T-2	T-3	T-4
Caudal de expulsión en l/s	$q_e \leq 100$	1 x 225	1 x 400	1 x 625	1 x 625
	$100 < q_e \leq 300$	1 x 400	1 x 625	1 x 625	1 x 900
	$300 < q_e \leq 500$	1 x 625	1 x 900	1 x 900	2 x 900
	$500 < q_e \leq 750$	1 x 625	1 x 900	1 x 900 + 1 x 625	3 x 900
	$750 < q_e \leq 1\ 000$	1 x 900	1 x 900 + 1 x 625	2 x 900	3 x 900 + 1 x 625

**Tabla 4.3 Clases de tiro**

		Zona térmica			
		A	B	C	D
Nº de plantas	1				
	2				T-4
	3			T-3	
	4		T-2		
	5				
	6				
	7		T-1		
	$\geq 8$				T-2

**Tabla 4.4 Zonas térmicas**

Provincia	Altitud en m		Provincia	Altitud en m	
	$\leq 800$	$> 800$		$\leq 800$	$> 800$
Álava	A	A	Las Palmas	D	C
Albacete	B	A	León	A	A
Alicante	D	C	Lleida	C	B
Almería	D	C	Lugo	A	A
Asturias	B	A	Madrid	B	A
Ávila	A	A	Málaga	D	C
Badajoz	D	C	Melilla	D	-
Baleares	D	C	Murcia	D	C
Barcelona	D	C	Navarra	B	A
Burgos	A	A	Ourense	B	A

Cáceres	D	C	Palencia	A	A
Cádiz	D	C	Pontevedra	C	B
Cantabria	B	A	Rioja, La	D	C
Castellón	D	C	Salamanca	C	B
Ceuta	D	-	Sta. Cruz Tenerife	B	A
Ciudad Real	C	B	Segovia	A	A
Córdoba	D	C	Sevilla	D	C
Coruña, A	B	A	Soria	A	A
Cuenca	A	A	Tarragona	C	B
Girona	C	B	Teruel	A	A
Granada	C	B	Toledo	C	B
Guadalajara	B	A	Valencia	D	C
Guipúzcoa	B	A	Valladolid	A	A
Huelva	D	C	Vizcaya	B	A
Huesca	B	A	Zamora	B	A
Jaén	D	C	Zaragoza	C	B

Tabla 4.5 Caudal de expulsión

Locales habitables	Almacenes de residuos	Trasteros
$q_e = \frac{1}{4} \sum S_e$	$q_e = q_v$	$q_e = \sum q_{vt}$

- La sección de cada ramal debe ser, como mínimo, igual a la mitad de la del conducto colectivo al que vierte.

#### 4.1.2.2 Conductos de extracción para ventilación mecánica

- Cuando los conductos se dispongan contiguos a un local habitable, para que el nivel sonoro continuo equivalente estandarizado ponderado producido por la instalación no supere 30 dBA (véase DB "Protección frente a ruido"), la sección de cada tramo del conducto de extracción debe ser como mínimo igual a la obtenida mediante la fórmula 4.1 o cualquiera otra solución que proporcione el mismo efecto

$$S_t = 2,50 \cdot q_{vt} \quad (4.1)$$

siendo

$q_{vt}$  el caudal de aire en el tramo del conducto, [l/s], que es igual a la suma de todos los caudales que pasan por las *aberturas de extracción* que vierten al tramo.

- En este último caso, cuando los conductos se dispongan en la cubierta, la sección puede ser como mínimo igual a la obtenida mediante la fórmula

$$S_t = 2 \cdot q_{vt} \quad (4.2)$$

#### 4.1.3 Aspiradores, ventiladores y extractores

- Deben dimensionarse de acuerdo con el caudal extraído y para una depresión suficiente para contrarrestar las pérdidas de carga previstas del sistema.
- Los extractores deben dimensionarse de acuerdo con el caudal mínimo discontinuo para cada cocina indicado en la tabla 3.1.

## 4.2 Medios de ventilación complementaria

- La superficie total practicable de las ventanas y puertas exteriores de cada local debe ser como mínimo un veinteavo de la superficie útil del mismo.

## 5 Productos de construcción

### 5.1 Características exigibles a los productos

- 1 De forma general, todos los materiales que se vayan a utilizar en los sistemas de ventilación cumplirán las siguientes condiciones:
  - a) lo especificado en los apartados anteriores;
  - b) lo especificado en la legislación vigente;
  - c) que sean capaces de funcionar eficazmente en las condiciones previstas de servicio.
- 2 Se consideran aceptables los conductos de chapa fabricados de acuerdo con las condiciones de UNE 100 102:1988.
- 3 Se consideran aceptables las chapas de fibra de vidrio fabricadas de acuerdo con las condiciones de UNE 100 105:1984.

### 5.2 Control de recepción en obra de productos

- 1 En el pliego de condiciones técnicas deben indicarse las condiciones particulares de control para la recepción de los productos, incluyendo los ensayos necesarios para comprobar que los mismos reúnen las características exigidas en los apartados anteriores.
- 2 Debe comprobarse que los productos recibidos:
  - a) corresponden a los especificados en el pliego de condiciones del proyecto;
  - b) disponen de la documentación exigida;
  - c) están caracterizados por las propiedades exigidas;
  - d) han sido ensayados, cuando así se establezca en el pliego de condiciones o lo determine el director de la ejecución de la obra, con la frecuencia establecida.
- 3 En el control deben seguirse los criterios indicados en el artículo 7.2 de la parte I del CTE.

## 6 Construcción

- 4 En el proyecto se definirán y justificarán las características técnicas mínimas que deben reunir los productos, así como las condiciones de ejecución de cada unidad de obra, con las verificaciones y controles especificados para comprobar su conformidad con lo indicado en dicho proyecto, según lo indicado en el artículo 6 de la parte I del CTE.

### 6.1 Ejecución

- 1 Las obras de construcción del edificio se ejecutarán con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable, a las normas de la buena práctica constructiva y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra, conforme a lo indicado en el artículo 7 de la parte I del CTE. En el pliego de condiciones técnicas se indicarán las condiciones particulares de ejecución de los sistemas de ventilación.

#### 6.1.1 Aberturas

- 1 Cuando las aberturas se dispongan directamente en el muro debe colocarse un pasamuros cuya sección interior tenga las dimensiones mínimas de ventilación previstas y deben sellarse los extremos en su encuentro con el mismo. Los elementos de protección de las aberturas deben colocarse de tal modo que no se permita la entrada de agua desde el exterior.
- 2 Los elementos de protección de las aberturas de extracción cuando dispongan de lamas, deben colocarse con éstas inclinadas en la dirección de la circulación del aire.

#### 6.1.2 Conductos de extracción

- 1 Debe preverse el paso de los conductos a través de los forjados y otros elementos de partición horizontal de tal forma que se ejecuten aquellos elementos necesarios para ello tales como brocha-

les y zunchos. Los huecos de paso de los forjados deben proporcionar una holgura perimétrica de 20 mm y debe rellenarse dicha holgura con aislante térmico.

- 2 El tramo de conducto correspondiente a cada planta debe apoyarse sobre el forjado inferior de la misma.
- 3 Para conductos de extracción para ventilación mixta, las piezas deben colocarse cuidando el aplomado, admitiéndose una desviación de la vertical de hasta 15° con transiciones suaves.
- 4 Cuando las piezas sean de hormigón en masa o cerámicas, deben recibirse con mortero de cemento tipo M-5a (1:6), evitando la caída de restos de mortero al interior del conducto y enrasando la junta por ambos lados. Cuando sean de otro material, deben realizarse las uniones previstas en el sistema, cuidándose la estanquidad de sus juntas.
- 5 Las aberturas de extracción conectadas a conductos de extracción deben taparse adecuadamente para evitar la entrada de escombros u otros objetos en los conductos hasta que se coloquen los elementos de protección correspondientes.
- 6 Se consideran satisfactorios los conductos de chapa ejecutados según lo especificado en UNE 100 102:1988. Se consideran satisfactorios los elementos de sujeción ejecutados según lo especificado en UNE 100 103:1984.
- 7 Se consideran satisfactorios los conductos de fibra de vidrio y los elementos de sujeción ejecutados según lo especificado en UNE 100 105:1984.

### 6.1.3 Sistemas de ventilación mecánicos

- 1 El aspirador o el ventilador, en su caso, debe colocarse aplomado y sujeto al conducto de extracción o a su revestimiento.
- 2 El sistema de ventilación mecánica debe colocarse sobre el soporte de manera estable y utilizando elementos antivibratorios.
- 3 Los empalmes y conexiones deben ser estancos y estar protegidos para evitar la entrada o salida de aire en esos puntos.

## 6.2 Control de la ejecución

- 1 El control de la ejecución de las obras se realizará de acuerdo con las especificaciones del proyecto, sus anejos y modificaciones autorizados por el director de obra y las instrucciones del director de la ejecución de la obra, conforme a lo indicado en el artículo 7.3 de la parte I del CTE y demás normativa vigente de aplicación.
- 2 Se comprobará que la ejecución de la obra se realiza de acuerdo con los controles y con la frecuencia de los mismos establecida en dicho pliego.
- 3 Cualquier modificación que pueda introducirse durante la ejecución de la obra quedará en la documentación de la obra ejecutada sin que en ningún caso dejen de cumplirse las condiciones mínimas señaladas en este Documento Básico.

## 6.3 Control de la obra terminada

- 1 En el control se seguirán los criterios indicados en el artículo 7.4 de la parte I del CTE. En esta sección del DB no se prescriben pruebas finales.

## 7 Mantenimiento y conservación

- 1 Deben realizarse las operaciones de mantenimiento que, junto con su periodicidad, se incluyen en la tabla 7.1 y las correcciones pertinentes en el caso de que se detecten defectos.

Tabla 7.1 Operaciones de mantenimiento

	Operación	Periodicidad
<b>Conductos</b>	Limpieza	1 año
	Comprobación de la estanquidad aparente	5 años
<b>Aberturas</b>	Limpieza	1 año
<b>Aspiradores Ventiladores Extractores</b>	Limpieza	1 año
	Revisión del estado de funcionalidad	5 años
<b>Filtros</b>	Limpieza o sustitución	1 año
	Revisión del estado	6 meses
<b>Sistemas de control</b>	Revisión del estado de sus automatismos	2 años

## Apéndice A Terminología

**Abertura de admisión:** *abertura de ventilación* que sirve para la *admisión* y que puede ser exterior o estar conectada a un *conducto de admisión*.

**Abertura de extracción:** *abertura de ventilación* que sirve para la *extracción* y que puede ser exterior o estar conectada a un *conducto de extracción*.

**Abertura de paso:** *abertura de ventilación* que sirve para permitir el paso de aire de un *local* a otro contiguo en zonas con *ventilación conjunta*.

**Abertura de ventilación:** hueco practicado en uno de los elementos constructivos que delimitan un *local* para permitir la transferencia de aire entre el mismo y otro *local* contiguo o el espacio exterior.

**Abertura exterior:** *abertura de ventilación* que comunica un *local* con el exterior directamente sin conductos.

**Abertura híbrida:** *abertura exterior* que en ciertas circunstancias funciona como *abertura de admisión* y en otras como *abertura de extracción*.

**Aberturas de comunicación:** *aberturas de ventilación* que sirven para comunicar un *local* con otro contiguo dotado de *aberturas de admisión* y de *extracción* o de *aberturas híbridas*.

**Admisión:** entrada a un *local* de aire exterior para su ventilación.

**Aireador:** elemento que se dispone en las *aberturas de admisión* para dirigir adecuadamente el flujo de aire e impedir la entrada de agua y de insectos o pájaros. Pueden ser regulables o de abertura fija y pueden disponer de elementos adicionales que proporcionen una atenuación acústica adecuada.

**Aparcamiento compartimentado:** aparcamiento colectivo en el que las plazas correspondientes a usuarios diferentes se encuentran separadas del resto y de la zona común de paso por medio de particiones.

**Área efectiva (de una abertura):** área de la sección perpendicular a la dirección del movimiento del aire que está libre de obstáculos.

**Aspirador:** dispositivo que, cuando las condiciones de presión y temperatura ambientales son favorables, permite la *extracción* del aire por tiro natural y, cuando son desfavorables, extrae automáticamente el aire de forma mecánica mediante un ventilador.

**Boca de expulsión:** extremo exterior de un *conducto de extracción*, dotado de elementos de protección para impedir la entrada de agua y de pájaros, por el que sale el aire viciado.

**Boca de toma:** extremo exterior de un *conducto de admisión*, dotado de elementos de protección para impedir la entrada de agua y de insectos, por el que entra el aire exterior.

**Caudal de ventilación:** volumen de aire que, en condiciones normales, se aporta a un *local* por unidad de tiempo.

**Conducto de admisión:** conducto que sirve para introducir el aire exterior al interior de un *local* cuando ninguno de los elementos constructivos que lo conforman está en contacto con un espacio exterior apto para que pueda disponerse en él la abertura de entrada del aire de ventilación.

**Conducto de extracción:** conducto que sirve para sacar el aire viciado al exterior.

**Contaminantes (del aire):** sustancias que, durante el uso de un *local*, se incorporan al aire interior y deterioran su calidad en una medida tal que puede producir molestias inaceptables o enfermedades en los ocupantes del *local*.

**Depresión:** valor absoluto de la diferencia de presión entre un punto cualquiera del sistema de ventilación y otro con mayor presión que se toma como referencia.

**Expulsión:** salida al exterior del aire viciado.

**Extracción:** evacuación del aire viciado de un *local*.

**Extractor:** ventilador que sirve para extraer de forma localizada los contaminantes.

**Filtro:** elemento de un sistema de ventilación que sirve para retener la suciedad del aire con el fin de evitar el ensuciamiento de los dispositivos y aparatos por los que éste pasa y la contaminación del aire exterior.

**Local:** recinto interior. En el caso de que dos *locales* contiguos de la misma clase estén comunicados por un hueco libre se considerará que forman un solo *local* cuando el área de dicho hueco sea mayor o igual que  $1,5 \text{ m}^2$  y que un veinteavo de la suma de las áreas de ambos *locales*.

**Local habitable:** *local* destinado al uso de personas cuya densidad de ocupación y tiempo de estancia exigen unas condiciones acústicas, térmicas y de salubridad adecuadas. Se consideran *locales habitables* los siguientes:

- a) habitaciones y estancias (dormitorios, comedores, bibliotecas, salones, etc.) en edificios residenciales;
- b) aulas, bibliotecas, despachos, en edificios de uso docente;
- c) quirófanos, habitaciones, salas de espera, en edificios de uso sanitario;
- d) oficinas, despachos; salas de reunión, en edificios de uso administrativo;
- e) cocinas, baños, aseos, pasillos y distribuidores, en edificios de cualquier uso;
- f) zonas comunes de circulación en el interior de los edificios;
- g) cualquier otro con un uso asimilable a los anteriores.

**Pascal:** unidad derivada de presión del Sistema Internacional de Unidades. Presión de un newton por metro cuadrado. Su símbolo es Pa.

**Presión:** fuerza normal a una superficie, que actúa uniformemente sobre ella y referida a la unidad de la misma.

**Sección nominal (de un conducto):** valor teórico aproximado al valor real del área libre de la sección recta de un conducto que se toma como representativo del mismo.

**Sistema de detección de monóxido de carbono:** sistema automático de vigilancia de la concentración de monóxido de carbono existente en un *local*. Se utiliza para poner en funcionamiento los ventiladores de *extracción* del sistema de ventilación cuando se alcanzan los valores de la concentración considerados inadecuados o peligrosos.

**Temperatura de rocío:** temperatura hasta la que debe ser enfriado el aire contenido en un *local* para que se inicie la condensación del vapor de agua debido a que se alcanza la saturación.

**Tiro:** movimiento ascendente del aire entre dos puntos producido por la diferencia de temperatura existente entre ellos.

**Velocidad del aire:** cociente entre el caudal volumétrico del aire que atraviesa una superficie y la sección transversal de paso.

**Ventilación básica:** ventilación destinada a eliminar los contaminantes que se producen de forma habitual en los *locales* debido a su uso normal.

**Ventilación complementaria:** ventilación que, de forma ocasional, el usuario lleva a cabo voluntariamente cuando se produce una concentración de contaminantes excepcionalmente alta.

**Ventilación conjunta:** *ventilación básica* interrelacionada de un conjunto de *locales* de una unidad de uso que se efectúa de tal forma que el aire exterior entra por las *aberturas de admisión* dispuestas en uno o varios *locales* y sale por la de *extracción* que se dispone en otro diferente. El aire se transfiere entre aquellos y éste a través de las correspondientes *aberturas de paso* bien directamente, bien atravesando sucesivamente uno o varios de los *locales* intermedios en los que no hay *admisión* ni *extracción*.

**Ventilación mecánica:** ventilación en la que la renovación del aire se produce por el funcionamiento de aparatos electro-mecánicos dispuestos al efecto. Puede ser con *admisión* mecánica, con *extracción* mecánica o equilibrada.

**Ventilación mixta:** ventilación que, cuando las condiciones de presión y temperatura ambientales son favorables, la renovación del aire se produce como en la ventilación natural y, cuando son desfavorables, como en la ventilación con *extracción* mecánica.

**Ventilación natural:** ventilación en la que la renovación del aire se produce por la acción del viento o por la existencia de un gradiente de temperaturas entre el punto de entrada y el de salida.

**Ventilación:** proceso de renovación del aire de los *locales* para limitar el deterioro de su calidad, desde el punto de vista de su composición, que se realiza mediante entrada de aire exterior y evacuación de aire viciado.

**Ventilador:** aparato electromecánico dotado de un motor y de un conjunto de aspas o de álabes accionados por él que se utiliza para mover el aire.

**Zona térmica:** zona geográfica que engloba todos los puntos en los que la temperatura media anual,  $T_m$ , está comprendida dentro del mismo intervalo de los siguientes:

zona A cuando  $T_m \leq 14^\circ\text{C}$

zona B cuando  $14^\circ\text{C} < T_m \leq 16^\circ\text{C}$

zona C cuando  $16^{\circ}\text{C} < T_m \leq 18^{\circ}\text{C}$

zona D cuando  $18^{\circ}\text{C} < T_m$



## Apéndice B Notación

1 En este apéndice se recogen, ordenados alfabéticamente, los símbolos correspondientes a las magnitudes que se utilizan en esta sección del DB junto con sus unidades.

$\alpha$ : coeficiente adimensional.

d: distancia mínima de separación entre cualquier *boca de expulsión* y cualquier elemento de entrada de aire de ventilación, [m].

f: factor de dilución del contaminante en la *expulsión*, [ $\text{m}^2/\text{s}^2$ ].

$q_e$ : caudal de *expulsión*, [l/s].

$q_v$ : caudal de ventilación mínimo exigido para un *local*, [l/s].

$q_{va}$ : suma de los caudales de ventilación mínimos exigidos para todos los *locales* de una zona de *ventilación conjunta* dotados de *abertura de admisión*, [l/s].

$q_{ve}$ : caudal de ventilación continuo mínimo exigido para el *local* de una zona de *ventilación conjunta* dotado de *abertura de extracción*, [l/s].

$q_{vt}$ : caudal de aire existente en un tramo de un conducto, [l/s].

$S'_a$ : área efectiva total mínima exigida de las *aberturas de admisión* de un *local*, [ $\text{cm}^2$ ].

$S_a$ : área efectiva mínima exigida de una *abertura de admisión*, [ $\text{cm}^2$ ].

$S_c$ : área efectiva de cada una de las *aberturas de comunicación* de un trastero, [ $\text{cm}^2$ ].

$S_e$ : área efectiva total de las *aberturas de extracción* de un *local*, [ $\text{cm}^2$ ].

$S'_h$ : área efectiva total de las *aberturas híbridas* de un *local*, [ $\text{cm}^2$ ].

$S'_p$ : área efectiva total mínima exigida de las *aberturas de paso* de un *local*, [ $\text{cm}^2$ ].

$S_t$ : sección nominal de un tramo de un *conducto de extracción* para ventilación mecánica, [ $\text{cm}^2$ ].

$S_u$ : superficie útil de un *local*, [ $\text{m}^2$ ].

$S'_z$ : área efectiva total mínima exigida de las *aberturas híbridas cenitales* de un *local*, [ $\text{cm}^2$ ].



# Sección HS 4

## Suministro de agua

### 1 Generalidades

#### 1.1 Ámbito de aplicación

- 1 Esta sección es aplicable a las instalaciones de suministro de agua en edificios de nueva construcción, así como a las ampliaciones, modificaciones, reformas o rehabilitaciones de las existentes en las que se amplíe el número o la capacidad de los aparatos receptores existentes en la instalación.

#### 1.2 Procedimiento de verificación

- 1 Para la aplicación de esta sección debe seguirse la secuencia de verificaciones que se expone a continuación.
- 2 Cumplimiento de las condiciones de diseño del apartado 3.
- 3 Cumplimiento de las condiciones de dimensionado del apartado 4.
- 4 Cumplimiento de las condiciones de ejecución, del apartado 5.
- 5 Cumplimiento de las condiciones de los productos de construcción del apartado 6.
- 6 Cumplimiento de las condiciones de uso y mantenimiento del apartado 7.

### 2 Caracterización y cuantificación de las exigencias

#### 2.1 Propiedades de la instalación

##### 2.1.1 Calidad del agua

- 1 El agua de la instalación debe cumplir lo establecido en la legislación vigente sobre el agua para consumo humano.
- 2 Los materiales que se vayan a utilizar en las instalaciones de agua potable, en relación con su afección al agua que suministren, cumplirán los siguientes requisitos:
  - a) todos los productos empleados deben cumplir lo especificado en la legislación vigente para aguas de consumo humano y particularmente no podrán emplearse para las tuberías ni para los accesorios, materiales que puedan producir concentraciones de sustancias nocivas que excedan los valores permitidos por la directiva 80/778 de la UE;
  - b) no modificarán en modo alguno las condiciones del agua tales como su potabilidad, olor, color y sabor;
  - c) serán resistentes a la corrosión interior;
  - d) serán capaces de funcionar eficazmente en las condiciones previstas de servicio;
  - e) no presentarán incompatibilidad electroquímica entre sí;

- f) deben ser resistentes, sin presentar daños ni deterioro, a las temperaturas del agua a transportar, sin que tampoco les afecte la temperatura exterior de su entorno inmediato;
  - g) serán compatibles con el agua a transportar y contener;
  - h) su envejecimiento, fatiga, durabilidad y todo tipo de factores mecánicos, físicos o químicos, no disminuirán la vida útil prevista de la instalación.
- 3 Para que se cumplan las condiciones anteriores, en casos aislados y específicos en los que el material por sí mismo no pueda garantizar las condiciones anteriores, se podrán utilizar revestimientos, sistemas de protección o sistemas de tratamiento de agua.
  - 4 La instalación de suministro de agua debe tener características adecuadas que eviten el desarrollo de gérmenes patógenos.

### 2.1.2 Protección contra retornos

- 1 Se dispondrán sistemas antirretorno allí donde sea necesario para evitar la inversión del sentido del flujo, y como mínimo en los siguientes puntos:
  - a) después de los contadores;
  - b) en la base de las ascendentes;
  - c) antes del equipo de tratamiento de agua, si lo hubiera;
  - d) en los tubos de alimentación no destinados a necesidades domésticas;
  - e) antes de los aparatos de refrigeración o climatización, si los hubiera.
- 2 Las instalaciones de suministro de agua no podrán empalmarse directamente a instalaciones de evacuación ni a otras instalaciones.
- 3 La llegada de agua a los aparatos y equipos de la instalación se realizará de tal modo que no se produzcan retornos.

### 2.1.3 Caudales mínimos

- 1 Se establecen los siguientes caudales instantáneos mínimos:

Tabla 2.1 Caudal instantáneo mínimo de cada tipo de aparato

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría		Caudal instantáneo mínimo de ACS	
	[dm <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /h]	[dm <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /h]
Lavamanos	0,05	0,18	-	-
Lavabo	0,10	0,36	0,065	0,234
Ducha	0,20	0,72	0,20	0,72
Bañera >1,40 m	0,30	1,08	1,67	6,01
Bañera <1,40 m	0,20	0,72	1,20	4,32
Bidé	0,10	0,36	0,065	0,234
Inodoro con cisterna	0,13	0,47	-	-
Inodoro con fluxor	1,25-2,00	4,50-7,20	-	-
Urinarios con grifo temporizado (12 s)	0,15	0,54	-	-
Urinarios con cisterna (<4 uds.) (c/u)	0,04	0,14	-	-
Fregadero doméstico	0,20	0,72	0,40	1,44
Fregadero no doméstico	0,30-0,60	1,08-2,16	-	-
Lavavajillas doméstico (12 servicios)	0,15	0,54	-	-
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,90	-	-
Lavadero	0,20	0,72	0,20	0,72
Lavadora doméstica de 5 kg	0,20	0,72	-	-
Lavadora industrial de 8 kg	0,60	2,16	-	-
Vertedero	0,20	0,72	-	-

- 2 En los puntos de consumo la presión mínima será de:
  - a) 100 kPa para grifos comunes;
  - b) 150 kPa para fluxores y calentadores.

#### **2.1.4 Mantenimiento**

- 1 Los elementos y equipos de la instalación que lo requieran (tales como grupo de presión, sistemas de tratamiento de agua, contadores) se instalarán en locales con las dimensiones adecuadas para llevar a cabo su mantenimiento.
- 2 Las redes de tuberías, incluso en las instalaciones interiores particulares si fuera posible, se diseñaran de forma que sean accesibles para su mantenimiento y reparación, para lo cual estarán a la vista, alojadas en huecos o patinillos registrables o mediante la disposición de arquetas o registros.

#### **2.2 Señalización**

- 1 Si se dispone una instalación para suministrar agua que no sea apta para el consumo, las tuberías, los grifos y los demás puntos terminales de esta instalación deben estar adecuadamente señalados para que puedan ser identificados como tales de forma fácil e inequívoca.

#### **2.3 Ahorro de agua**

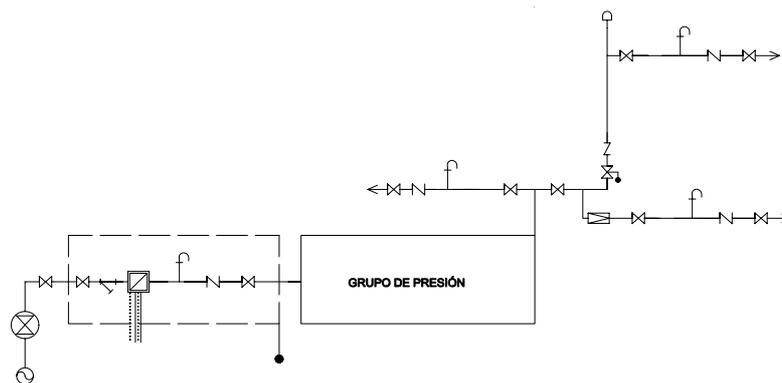
- 1 Cada abonado o unidad de consumo individualizable tendrá su sistema de contabilización tanto de agua fría como caliente.
- 2 En redes de ACS se dispondrá una red de retorno cuando la longitud de la tubería de ida al punto de consumo más alejado sea igual o superior a 15 m. Se podrá prescindir de dicha red en las instalaciones individuales que cuenten con sistemas de producción con acumulación.
- 3 Los edificios en los que se prevea la concurrencia de público contarán con dispositivos de ahorro de agua en los grifos.

### **3 Diseño**

- 1 La instalación de suministro de agua estará compuesta por una acometida, una instalación general y, en función de si la contabilización es única o múltiple, por derivaciones colectivas o instalaciones particulares.

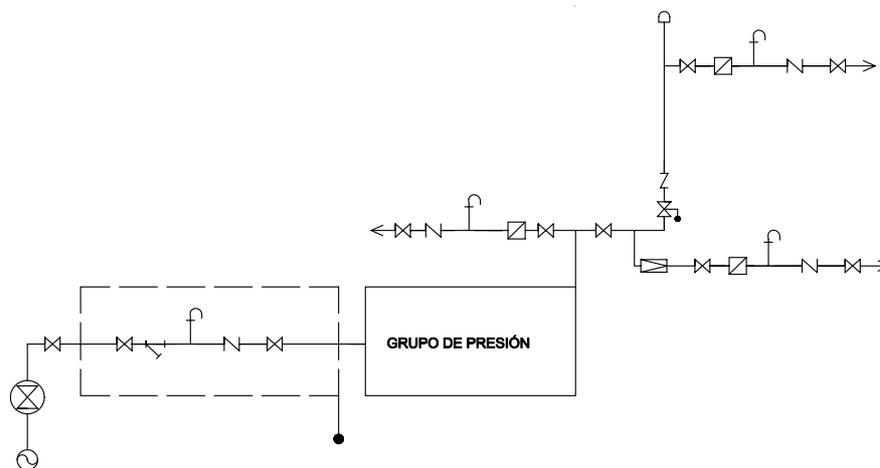
#### **3.1 Esquema general de la instalación**

- 1 El esquema general de la red responderá a uno de los dos tipos siguientes:
  - a) red con contador general único, según el esquema de la figura 3.1, y compuesta por los siguientes elementos:
    - i) acometida formada por la llave de toma y el tubo de acometida;
    - ii) instalación general compuesta por un armario o arqueta del contador general en cuyo interior, y en el orden en que se indica, se alojarán la llave de corte general, el filtro de la instalación general, el contador general, la llave o grifo de prueba, la válvula de retención y la llave de salida; un tubo de alimentación y un distribuidor principal, en el que se dispondrán si es necesario grupo de presión y válvula reductora de presión;
    - iii) derivaciones colectivas.



**Figura 3.1 Esquema de red con contador general**

- b) red con contadores aislados, según el esquema de la figura 3.2, compuesta por los siguientes elementos:
- acometida formada por la llave de toma y el tubo de acometida;
  - instalación general con llave de corte general; tubo de alimentación; distribuidor principal, en el que se dispondrán si es necesario, grupo de presión y válvula reductora de presión; ascendentes o montantes, y contadores aislados;
  - instalaciones particulares con llave de paso; derivaciones particulares; ramales de enlace y punto de consumo;
  - derivaciones colectivas.



**Figura 3.2 Esquema de red con contadores aislados**

## 3.2 Elementos que componen la instalación

### 3.2.1 Red

#### 3.2.1.1 Acometida

- La acometida conectará la red exterior de suministro de agua con la instalación general y dispondrá, como mínimo, de los elementos siguientes:
  - llave de toma o un collarín de toma en carga, sobre la tubería de distribución de la red exterior de suministro que abrirá el paso a la acometida;
  - tubo de acometida que enlazará la llave de toma con la llave de corte general.

#### 3.2.1.2 Instalación general

- La instalación general debe conectar la acometida con las instalaciones particulares y derivaciones colectivas y contendrá, en función del esquema adoptado, los elementos que le correspondan de entre los que se citan en los apartados siguientes.

### 3.2.1.2.1 Llave de corte general

- 1 Se instalará de manera independiente en los casos en que la contabilización del consumo se realice por contadores divisionarios, y como parte de la instalación del contador general en el resto de los casos. Permitirá la interrupción del suministro al edificio, y estará situada dentro de la propiedad, en una zona de uso común y accesible para su manipulación. Si estuviera alojada en una cámara o arqueta, ésta se hallará convenientemente señalizada.

### 3.2.1.2.2 Armario o arqueta del contador general:

- 1 El armario o arqueta del contador general contendrá, en este orden, la llave de corte general, el filtro de la instalación general, el contador, una llave, grifo o racor de prueba, una válvula de retención y una llave de salida. Su instalación se realizará siempre en un plano paralelo al del suelo.
- 2 La llave de corte general cumplirá las condiciones establecidas en el apartado 3.2.1.2.1
- 3 El filtro de la instalación general para retención de residuos del agua. En el caso de contadores aislados, se instalará al menos uno a la entrada de la instalación de suministro de agua. El filtro será en cualquier caso de tipo autolimpiable manual o motorizado, con una malla que garantice la no proliferación bacteriológica y un umbral de paso de 30 a 100  $\mu\text{m}$ . La situación del filtro será tal que se pueda registrar adecuadamente para su mantenimiento.
- 4 La llave de salida permitirá la interrupción del suministro al edificio. La llave de corte general y la de salida servirán para el montaje y desmontaje del contador general.

### 3.2.1.2.3 Tubo de alimentación

- 1 Discurrirá desde la llave de corte general hasta los sistemas de tratamiento, o de control y regulación de la presión si los hubiera. Su trazado se realizará siempre por zonas de uso común y preferiblemente visto. En caso de ir empotrado se dispondrán registros para su inspección y control de fugas, al menos en sus extremos y en todos los cambios de dirección.

### 3.2.1.2.4 Distribuidor principal

- 1 Irá desde la salida de los sistemas de control de la presión o de tratamiento, hasta las ascendentes de servicio a los contadores aislados por planta o las derivaciones. Su trazado se realizará siempre por zonas de uso común y preferiblemente visto. En caso de ir empotrado se dispondrán registros para su inspección y control de fugas, al menos en sus extremos y en todos los cambios de dirección. En el caso de no existir sistemas de control de la presión o de tratamiento, el distribuidor principal y el tubo de alimentación coinciden.
- 2 Podrá ser ramificado o en anillo, en función del uso del edificio. Se adoptará la solución de distribuidor en anillo siempre que se trate de edificios en los que en caso de averías o reformas el abastecimiento interior deba quedar garantizado, tales como los de uso sanitario.
- 3 En ambos casos se dispondrán llaves de corte en todas las derivaciones, de forma que una avería en cualquier punto no suponga el corte total del suministro.

### 3.2.1.2.5 Ascendentes o montantes

- 1 En el caso de edificios de propiedad múltiple, las ascendentes o montantes que unirán verticalmente el distribuidor principal con las instalaciones interiores particulares o derivaciones colectivas, discurrirán siempre por zonas de uso común del mismo.
- 2 Irán preferentemente alojados en recintos o huecos, contruidos a tal fin. Dichos recintos o huecos serán registrables y podrán ser de uso compartido con otras instalaciones de agua del edificio, pero nunca con instalaciones eléctricas, de comunicaciones o de gas. Tendrán las dimensiones suficientes para realizar un correcto mantenimiento y alojar los dispositivos necesarios.
- 3 Todas las ascendentes dispondrán en su base de una válvula de retención y de una llave de paso con grifo o tapón de vaciado, situadas en zonas comunes con fácil acceso e identificadas de forma conveniente. La válvula de retención irá siempre en primer lugar, según el sentido de circulación del agua.
- 4 Asimismo, en su parte superior se instalarán dispositivos de purga, automáticos o manuales, con un separador o cámara que reduzca la velocidad del agua facilitando la salida del aire y disminuyendo los efectos de posibles golpes de ariete.

### **3.2.1.2.6 Contadores divisionarios**

- 1 Se contabilizará el consumo particular de cada abonado mediante contadores divisionarios y el de cada servicio que así lo requiera en el edificio, situándose en zonas de uso común del edificio, de fácil y libre acceso.
- 2 Contarán con pre-instalación adecuada para una conexión de envío de señales para lectura a distancia del contador. La suma de los caudales registrados por todos ellos dará el caudal total consumido por el edificio
- 3 Antes y después de cada contador divisionario se dispondrá una llave de corte. Después de cada contador se dispondrá una válvula de retención previa a la llave de salida.

### **3.2.1.3 Instalaciones particulares**

- 1 Comprende las redes de tuberías, llaves y dispositivos que discurren por el interior de la propiedad particular, desde la llave de paso hasta los correspondientes puntos de consumo y estará compuesta por los elementos siguientes:
  - a) llave de paso, que dará comienzo a cada instalación particular, situada en el interior de la propiedad particular en lugar accesible para su manipulación y que permitirá el corte del suministro a toda ella;
  - b) derivaciones particulares, definidas como el tramo de canalización comprendido entre la llave de paso y los ramales de enlace. Su trazado se realizará de forma tal que las derivaciones a los cuartos húmedos sean independientes. Cada una de estas derivaciones contará con una llave de corte;
  - c) ramales de enlace, definidos como los tramos que conectan la derivación particular con los distintos puntos de consumo;
  - d) puntos de consumo, entendidos como todo aparato o equipo individual o colectivo que requiera suministro de agua fría para su utilización directa o para su posterior conversión en ACS. Todos los aparatos de descarga, tanto depósitos como grifos, los calentadores de agua instantáneos, los acumuladores, las calderas individuales de producción de ACS y calefacción y, en general, los aparatos sanitarios del tipo que sean, llevarán su propia llave de corte individual.

### **3.2.1.4 Derivaciones colectivas**

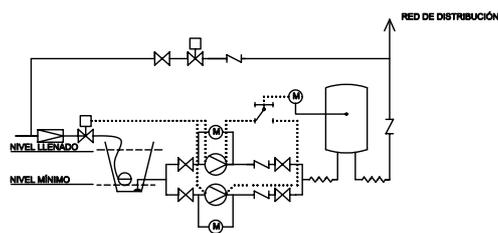
- 1 Irán por zonas comunes y se regirán por los mismos criterios que las instalaciones interiores particulares.

## **3.2.2 Sistemas de control y regulación de la presión**

### **3.2.2.1 Sistemas de sobreelevación: grupos de presión**

- 1 Todo sistema de sobreelevación estará diseñado de manera que se puedan suministrar zonas del edificio alimentables con presión de red, sin necesidad de la puesta en marcha del grupo.
- 2 Los grupos de presión podrán ser de cualquiera de los siguientes tipos:
  - a) convencional, que contará con los siguientes elementos:
    - i) depósito auxiliar de alimentación, que evite la toma de agua directa por el equipo de bombeo;
    - ii) equipo de bombeo, compuesto como mínimo por dos bombas de iguales prestaciones y funcionamiento alterno, montadas en paralelo;
    - iii) depósitos de presión con membrana, conectados a dispositivos suficientes de valoración de los parámetros de presión de la instalación, para su puesta en marcha y parada automáticas. No se admitirán depósitos sin membrana para evitar la introducción de oxígeno en la red que favorezcan o aceleren fenómenos de corrosión en componentes metálicos de la instalación;
  - b) de accionamiento regulable, que podrá prescindir del depósito auxiliar de alimentación al contar con un variador de frecuencia que accionará las bombas manteniendo constante la presión de salida, independientemente del caudal solicitado o disponible. Una de las bombas mantendrá la parte de caudal necesario para el mantenimiento de la presión necesaria.

ESQUEMA GENERAL DE GRUPO DE PRESIÓN CONVENCIONAL



ESQUEMA GENERAL DE GRUPO DE PRESIÓN DE CAUDAL VARIABLE

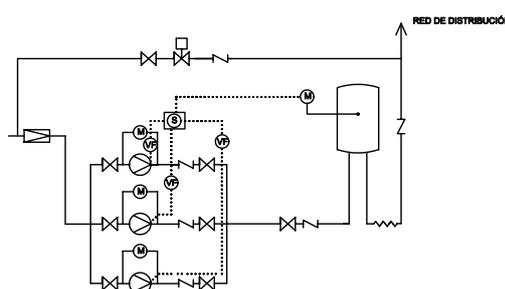


Figura 3.3 Grupos de presión

- 3 El grupo de presión se instalará en un local de uso exclusivo donde también se podrá instalar el sistema de tratamiento de agua, si es el caso. Las dimensiones de dicho local serán capaces de albergar el equipo completo considerando al menos 1m libre delante de los elementos sujetos a mantenimiento periódico y a lecturas de comprobación.

### 3.2.2.2 Sistemas de reducción de la presión

- 1 Se instalarán válvulas reguladoras de presión en el ramal o derivación correspondiente cuando se superen las presiones de servicio máximas previstas. En general se tomará 500 kPa como valor límite superior de la presión estática en los puntos de toma.
- 2 De igual manera, en aquellos suministros en los que se puedan producir incrementos significativos en la presión de suministro se instalarán válvulas limitadoras de presión de forma que esta tenga un valor constante al comienzo de la instalación.

### 3.2.3 Instalaciones de agua caliente sanitaria (ACS)

- 1 La temperatura del ACS en el punto de consumo no será inferior a 50 °C ni superior a 65 °C.

#### 3.2.3.1 Distribución (impulsión y retorno)

- 1 Las instalaciones particulares se registrarán por los mismos requisitos que los marcados para las redes de agua fría.
- 2 Tanto en instalaciones de producción centralizada como en instalaciones individuales con sistemas de producción sin acumulación, la red de distribución estará dotada de una red de retorno cuando la longitud de la tubería de ida al punto de consumo más alejado sea igual o superior a 15 m.
- 3 Dicha red se compondrá de:
  - a) colector de retorno: Canalización con pendiente descendente desde el extremo superior de las columnas de ida hasta la columna de retorno. Se empleará solamente en distribuciones por grupos múltiples de columnas. Cada colector de retorno puede recoger todas o varias de las columnas de ida, que tengan igual presión;
  - b) columna de retorno: Canalización vertical desde el extremo superior de las columnas de ida, o desde el colector de retorno, hasta el acumulador o calentador centralizado.
- 4 Las redes de retorno discurrirán en paralelo con las de impulsión.
- 5 En los montantes, se realizará dicho retorno desde su parte superior y por debajo de la última derivación particular. Asimismo y en la base de dichos montantes se preverá la instalación de válvulas de asiento para regular y equilibrar hidráulicamente este retorno.
- 6 Dispondrán en cualquier caso de bomba de recirculación doble, de montaje paralelo o "gemelas", funcionando como se especifica para las del grupo de presión de agua fría. En el caso de las instalaciones individuales podrá venir incorporada al equipo de producción.
- 7 Para soportar adecuadamente los movimientos de dilatación por efectos térmicos deben tomarse las siguientes precauciones:
  - a) en las distribuciones principales deben disponerse las tuberías y sus anclajes de modo que dilaten libremente, según las disposiciones previstas en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITE para las redes de calefacción;

- b) en los tramos rectos de longitud considerable se considerará la dilatación lineal del material, previendo dilatadores si fuera necesario, cumpliéndose para cada tipo de tubo las distancias que se especifican igualmente en el citado Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITE.
- 8 El aislamiento de las redes de tuberías, tanto en impulsión como en retorno, se regirá de forma general por lo dispuesto en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITE.

### **3.2.3.2 Regulación y control**

- 1 Las instalaciones de ACS regularán y controlarán tanto la temperatura de preparación como la de distribución.
- 2 En las instalaciones individuales la regulación y el control de la temperatura estarán incorporados a los equipos de producción y preparación. El control sobre la recirculación en sistemas individuales con producción directa será tal que se pueda recircular el agua sin consumo hasta que se alcance la temperatura adecuada al mismo.

## **3.2.4 Sistemas de tratamiento de agua**

### **3.2.4.1 Condiciones generales**

- 1 En función del tipo de agua suministrada se dispondrá cuando proceda un sistema de tratamiento de la misma para evitar y controlar fenómenos de corrosión, incrustaciones, materias en suspensión, actividad bacteriológica y microbiana insalubre y componentes marginales y perjudiciales de tipo orgánico e inorgánico.
- 2 Los procedimientos a utilizar en el tratamiento de agua de redes interiores para consumo humano serán en cualquier caso, absolutamente inocuos respecto de sus condiciones de potabilidad, no admitiéndose por tanto procedimiento químico o físico alguno que suponga la alteración de dichas condiciones. Dichos sistemas de tratamiento de agua se atenderán a lo previsto en la legislación vigente para aguas de consumo humano.
- 3 El ACS se considerará igualmente agua potable y cumplirá por tanto con todos los requisitos al respecto.

### **3.2.4.2 Límites superiores y valores máximos**

- 1 En lo relativo a la calidad del agua debe cumplirse lo establecido en la legislación vigente sobre aguas de consumo humano.

### **3.2.4.3 Exigencias de los materiales**

- 1 Los equipos de tratamiento de agua cumplirán su legislación vigente y los materiales utilizados en su fabricación contarán con las características necesarias en cuanto a resistencia mecánica, química y microbiológica para cumplir con los requerimientos producidos tanto por el agua como por el proceso de tratamiento en sí.

### **3.2.4.4 Exigencias de funcionamiento**

- 1 Se realizarán las derivaciones adecuadas en la red de forma que la parada momentánea del sistema no suponga discontinuidad alguna en el suministro general de agua al edificio.
- 2 Estarán dotados de los dispositivos necesarios de medida que permitan comprobar la eficacia prevista en el tratamiento del agua.
- 3 Todo equipo de tratamiento de agua dispondrá de un contador que permita medir, a su entrada, el agua utilizada para su mantenimiento.

### **3.2.4.5 Productos de tratamiento**

- 1 Los productos químicos que se utilicen cumplirán todos los requisitos que fije la reglamentación vigente y específica de los mismos, así como lo especificado respecto a ellos en la legislación de aguas de consumo humano vigente.

- 2 Según la naturaleza de los productos químicos utilizados en el proceso y su forma de utilización, se tomarán las medidas pertinentes para su almacenamiento con seguridad. El local en que se almacenen será en todo caso de acceso restringido a las personas autorizadas para su manipulación.

#### **3.2.4.6 Situación del equipo**

- 1 El local en que se instale el equipo de tratamiento de agua debe ser preferentemente de uso exclusivo, aunque si existiera un sistema de sobreelevación podrá compartir el espacio de instalación con éste. En cualquier caso su acceso se producirá desde el exterior o desde zonas comunes del edificio, estando restringido al personal autorizado. Las dimensiones del local serán las adecuadas para alojar los dispositivos necesarios, así como para realizar un correcto mantenimiento y conservación de los mismos. Dispondrá de desagüe a la red general de saneamiento del inmueble, así como un grifo o toma de suministro de agua.

### **3.3 Protección contra retornos**

#### **3.3.1 Disposiciones generales relativas a las instalaciones interiores**

- 1 La constitución de los aparatos y dispositivos instalados y su modo de instalación deben ser tales que quede garantizada la imposibilidad de introducción de cualquier fluido en las instalaciones interiores o el retorno del agua salida de dichas instalaciones.
- 2 La instalación de agua no podrá empalmarse directamente a una conducción de evacuación de aguas residuales.
- 3 No podrán establecerse uniones entre las conducciones interiores empalmadas a las redes de distribución pública y otras instalaciones.
- 4 En la canalización unida directamente a la red de distribución pública, no podrá haber circulación alternativa de agua de dicha distribución y de agua de otro origen y deben, por tanto, circular por conducciones distintas sin ningún punto de unión.
- 5 Las instalaciones interiores que dispongan de sistema de tratamiento de agua deben estar provistas de un dispositivo para impedir el retorno que se situará antes del sistema y lo más cerca posible del contador general si lo hubiera.

#### **3.3.2 Puntos de consumo de alimentación directa**

- 1 En todos los aparatos que usualmente se alimentan directamente de la distribución de agua, tales como bañeras, lavabos, bidés, fregaderos, lavadoras, equipos de hospitales y de laboratorio, y en general, en todos los recipientes, el nivel inferior de la llegada del agua debe verter libremente a 20 mm, por lo menos, por encima del borde superior del recipiente.
- 2 No podrá utilizarse la denominada alimentación "por abajo", o sea la entrada del agua por la parte inferior del recipiente.
- 3 Los rociadores de ducha manual llevarán incorporado un dispositivo antirretorno.

#### **3.3.3 Depósitos cerrados**

- 1 En los depósitos cerrados aunque con nivel en comunicación con la atmósfera, el tubo de alimentación desembocará 40 mm por encima del nivel máximo del agua, o sea por encima de la parte más alta de la boca del aliviadero. Este aliviadero tendrá la capacidad necesaria para evacuar un volumen doble del máximo previsto de entrada de agua.

#### **3.3.4 Derivaciones de uso colectivo**

- 1 Los tubos de alimentación que no estén destinados exclusivamente a necesidades domésticas deben estar provistos de un dispositivo antirretorno y una purga de control.
- 2 Ninguna de las posibles derivaciones de uso colectivo de los edificios, excepto las instalaciones de protección contra incendios que contarán con acometida independiente, así como con su propia

contabilización del consumo, podrá conectarse directamente a la red pública de distribución, salvo que fuera una instalación única en el edificio

### **3.3.5 Conexión de calderas**

- 1 Las calderas de vapor o de agua caliente con sobrepresión no se empalmarán directamente a la red pública de distribución. Cualquier dispositivo o aparato de alimentación que se utilice partirá de un depósito, para el que se cumplirán las anteriores disposiciones.

### **3.3.6 Grupos motobomba**

- 1 Las bombas no se conectarán directamente a las tuberías de llegada del agua de suministro, sino que se alimentarán desde un depósito, excepto cuando vayan equipadas con los dispositivos de protección y aislamiento que impidan que se produzca depresión en la red.
- 2 Esta protección alcanzará también a las bombas de caudal variable que se instalen en los grupos de presión de acción regulable e incluirá un dispositivo que provoque el cierre de la aspiración y la parada de la bomba en caso de depresión en la tubería de alimentación y un depósito de protección contra las sobrepresiones producidas por golpe de ariete.
- 3 En los grupos de sobreelevación, se instalará una válvula antirretorno, preferiblemente de tipo membrana, para amortiguar los posibles golpes de ariete.

## **3.4 Distancias con otras instalaciones**

- 1 El tendido de las tuberías de agua fría se hará de modo que no queden afectadas por el área de influencia de los focos de calor y por consiguiente discurrirán siempre separadas de las canalizaciones de agua caliente (ACS o calefacción) a una distancia mínima de 4 cm. Cuando las dos tuberías se proyecten en el mismo plano vertical, la de agua fría irá siempre por debajo de la de agua caliente a la distancia mínima indicada.
- 2 Las tuberías irán por debajo de cualquier canalización o elemento que contenga dispositivos eléctricos o electrónicos, así como de cualquier red de telecomunicaciones, guardando una distancia en paralelo de al menos 30 cm.
- 3 Con respecto a las instalaciones de gas se guardará al menos una distancia de 3 cm.
- 4 En todo caso se cumplirán las reglamentaciones específicas en cuanto a separaciones entre instalaciones.

## **3.5 Señalización**

- 1 Las tuberías de agua potable se identificarán con los colores verde oscuro o azul.
- 2 Si se dispone una instalación para suministrar agua que no sea apta para el consumo, las tuberías, los grifos y los demás puntos terminales de esta instalación deben estar adecuadamente señalados para que puedan ser identificados como tales de forma fácil e inequívoca.

## **3.6 Ahorro de agua**

- 1 Todos los edificios en cuyo uso se prevea la concurrencia pública deben contar con dispositivos de ahorro de agua en los grifos. Los dispositivos que podrán instalarse con este fin serán: grifos con aireadores, grifería termostática, grifos con sensores infrarrojos, grifos con pulsador temporizador, fluxores y llaves de regulación antes de los puntos de consumo.
- 2 Otros sistemas y elementos para economizar agua son disposición de la red de retorno en instalaciones de A.C.S; ajuste de los valores de presión adecuados en los grupos de presión; interruptores de descarga para cisternas; reductores de caudal en duchas; interruptores de caudal para duchas; dispositivos de seguridad para mangueras; interruptores mecánicos de caudal; reductores automáticos de caudal y perlizadores.

## 4 Dimensionado

### 4.1 Reserva de espacio en el edificio

- 1 En las redes con contador general único se preverá espacio para un armario o cámara para contador general de las dimensiones indicadas en la tabla 4.1.

**Tabla 4.1 Dimensiones del armario o cámara para el contador general**

Dimensiones en mm	Diámetro en mm										
	Armario					Cámara					
	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150
Largo	600	600	900	900	1300	2100	2100	2200	2500	3000	3000
Ancho	500	500	500	500	600	700	700	800	800	800	800
Alto	200	200	300	300	500	700	700	800	900	1000	1000

### 4.2 Dimensionado de las redes de distribución

- 1 El cálculo se realizará con un primer dimensionado seleccionando el tramo más desfavorable de la misma y obteniéndose unos diámetros previos que posteriormente habrá que comprobar en función de la pérdida de carga que se obtenga con los mismos.
- 2 Este dimensionado se hará siempre teniendo en cuenta las peculiaridades de cada instalación y los diámetros obtenidos serán los mínimos que hagan compatibles el buen funcionamiento y la economía de la misma.

#### 4.2.1 Predimensionado de los tramos

- 1 El dimensionado de la red se hará a partir del dimensionado de cada tramo, y para ello se partirá del circuito considerado como más desfavorable que será aquel que cuente con la mayor pérdida de presión debida tanto al rozamiento como a su altura geométrica.
- 2 Para asignar los diámetros a las distintas conducciones de agua se procederá siguiendo los pasos:
  - a) determinación de los caudales instantáneos mínimos de cada punto de consumo mediante la tabla 2.1 del apartado 2 Caracterización de las exigencias.
  - b) establecimiento de un criterio de simultaneidad justificado.
  - c) determinación del caudal de cálculo para cada tramo considerando la simultaneidad;
  - d) definición de los campos de velocidades en función del tipo de tubería elegida para la instalación:
    - i) tuberías metálicas: la velocidad de circulación del agua estará comprendida entre 0,50 y 2,00 m/s
    - ii) tuberías termoplásticas y multicapas: la velocidad de circulación del agua estará comprendida entre 0,50 y 3,50 m/s
  - e) Obtención del diámetro correspondiente a cada tramo. Con los caudales de cálculo obtenidos para cada tramo y la velocidad adoptada con los criterios anteriores, entraremos en un ábaco de pérdida de presión correspondiente al tipo de conducción y obtendremos el diámetro y la pérdida de presión del mismo.

#### 4.2.2 Comprobación del predimensionado

- 1 Se Comprobará que con la presión disponible en la acometida el caudal en el punto de consumo del circuito más desfavorable cumple con los valores mínimos indicados en el apartado 2.1.3. Para ello hay que proceder siguiendo los pasos:
  - a) determinar la pérdida de presión del circuito sumando las pérdidas de presión total de cada tramo. Las pérdidas de carga localizadas podrán estimarse en un 20% al 30% de la producida sobre la longitud real del tramo o evaluarse a partir de los elementos de la instalación.
  - b) comprobar la suficiencia de la presión disponible: una vez obtenidos los valores de las pérdidas de presión del circuito, se comprueba si son sensiblemente iguales a la presión disponible que nos queda después de descontar a la presión total, la altura geométrica y la residual del punto de consumo más desfavorable. En el caso de que la presión disponible en el

punto de consumo fuera inferior a la presión mínima exigida sería necesaria la instalación de un grupo de presión.

### 4.3 Dimensionado de las derivaciones a cuartos húmedos y ramales de enlace

- En el caso de aparatos domésticos, se dimensionarán los ramales de enlace a estos y las entradas a los correspondientes cuartos húmedos conforme a lo que se establece, en las tablas siguientes. En el resto, se tomarán en cuenta los criterios de suministro dados por las características de cada aparato y se dimensionará en consecuencia.

**Tabla 4.2 Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos**

Aparato o punto de consumo	Caudal o gasto unitario (dm <sup>3</sup> /s)	Diámetro del ramal de enlace	
		Tubo de acero (")	Tubo de cobre o plástico (mm)
Lavamanos	0,05	½	12
Lavabo, bidé	0,10	½	12
Ducha	0,15	½	12
Bañera <1,40 m	0,20	¾	20
Bañera >1,40 m	0,30	¾	20
Inodoro con cisterna	0,13	½	12
Inodoro con fluxor	1,25-2,00	1- 1 ½	25-40
Urinario con grifo temporizado	0,15	½	12
Urinario con cisterna	0,02-0,07	½	12
Fregadero doméstico	0,15	½	12
Fregadero industrial	0,25	¾	20
Lavavajillas doméstico	0,15	½ (rosca a ¾)	12
Lavavajillas industrial	0,25	¾	20
Lavadora doméstica	0,20	¾	20
Lavadora industrial	0,60	1	25
Vertedero	0,20	¾	20

**Tabla 4.3 Diámetros mínimos de alimentación a cuartos húmedos**

Tramo considerado	Diámetro nominal del tubo de alimentación		
	Acero (")	Cobre o plástico (mm)	
Alimentación a cuarto húmedo privado: baño, aseo, cocina.	¾	20	
Alimentación a derivación particular: vivienda, apartamento, local comercial	¾	20	
Columna (montante o descendente)	¾	20	
Distribuidor principal	1	25	
Alimentación equipos de climatización	< 50 kW	½	15
	50 - 250 kW	¾	20
	250 - 500 kW	1	25
	> 500 kW	1 ¼	32

### 4.4 Dimensionado de las redes de ACS

#### 4.4.1 Dimensionado de las redes de impulsión de ACS

- Para las redes de impulsión o ida de ACS se seguirá el mismo método de cálculo que para redes de agua fría.

#### 4.4.2 Dimensionado de las redes de retorno de ACS

- 1 Para determinar el caudal que circulará por el circuito de retorno, se estimará que en el grifo más alejado, la pérdida de temperatura sea como máximo de 3 °C desde la salida del acumulador o intercambiador en su caso.
- 2 En cualquier caso, en las instalaciones colectivas no se recircularán menos de 250 l/h por cada columna, si la instalación responde a este esquema, para poder efectuar un adecuado equilibrio hidráulico.
- 3 El caudal de retorno se podrá estimar según reglas empíricas de la siguiente forma:
  - a) considerar que se recircula el 10% del agua de alimentación, como mínimo. De cualquier forma se considera que el diámetro interior mínimo de la tubería de retorno es de 16 mm.
  - b) los diámetros en función del caudal recirculado se indican en la tabla 4.4.

**Tabla 4.4 Relación entre diámetro de tubería y caudal recirculado de ACS**

Diámetro de la tubería (pulgadas)	Caudal recirculado (l/h)
½	140
¾	300
1	600
1 ¼	1.100
1 ½	1.800
2	3.300

#### 4.4.3 Cálculo del aislamiento térmico

- 1 El espesor del aislamiento de las conducciones, tanto en la ida como en el retorno, se dimensionará de acuerdo a lo indicado en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios RITE y sus Instrucciones Técnicas complementarias ITE.

#### 4.4.4 Cálculo de dilatadores

- 1 En los materiales metálicos se podrá aplicar lo especificado en la Norma UNE 100 156:1989 y para los materiales termoplásticos lo indicado en la Norma UNE ENV 12 108:2002.
- 2 En todo tramo recto sin conexiones intermedias con una longitud superior a 25 m se deben adoptar las medidas oportunas para evitar posibles tensiones excesivas de la tubería, motivadas por las contracciones y dilataciones producidas por las variaciones de temperatura. El mejor punto para colocarlos se encuentra equidistante de las derivaciones más próximas en los montantes.

### 4.5 Dimensionado de los equipos, elementos y dispositivos de la instalación

#### 4.5.1 Dimensionado de los contadores

- 1 El calibre nominal de los distintos tipos de contadores se adecuará, tanto en agua fría como caliente, a los caudales nominales y máximos de la instalación.

#### 4.5.2 Cálculo del grupo de presión

##### 4.5.2.1 Cálculo del depósito auxiliar de alimentación

- 1 El volumen del depósito se calculará en función del tiempo previsto de utilización, aplicando la siguiente expresión:

$$V = Q \cdot t \cdot 60 \quad (4.1)$$

siendo

V es el volumen del depósito [l];

Q es el caudal máximo simultáneo [l/sg];

t es el tiempo de llenado estimado (de 15 a 20) [min].

- 2 La estimación de la capacidad de agua se podrá realizar con los criterios de la UNE 100 030:1994.

#### 4.5.2.2 Cálculo de las bombas

- 1 El cálculo de las bombas se hará en función del caudal y de las presiones de arranque y parada de la/s bomba/s (mínima y máxima respectivamente), siempre que no se instalen bombas de caudal variable. En este segundo caso la presión sería función del caudal solicitado en cada momento y siempre constante.
- 2 El número de bombas a instalar en el caso de un grupo de tipo convencional, excluyendo las de reserva, se determinará en función del caudal total del grupo. Se dispondrán 2 bombas para caudales de hasta 10 dm<sup>3</sup>/s, 3 para caudales de hasta 30 dm<sup>3</sup>/s y 4 para más de 30 dm<sup>3</sup>/s.
- 3 El caudal de las bombas será el máximo simultáneo de la instalación o caudal punta y vendrá fijado por el uso y necesidades de la instalación.
- 4 La presión mínima o de arranque (Pb) será el resultado de sumar la altura geométrica de aspiración (Ha), la altura geométrica (Hg), la pérdida de carga del circuito (Pc) y la presión residual en el grifo, llave o fluxor (Pr).

#### 4.5.2.3 Cálculo del depósito de presión

- 1 Para la presión máxima se adoptará un valor que limite el número de arranques y paradas del grupo de forma que se prolongue lo más posible la vida útil del mismo. Este valor estará comprendido entre 2 y 3 bar por encima del valor de la presión mínima.
- 2 El cálculo de su volumen se hará con la fórmula siguiente:

$$V_n = V_b = P_b \times V_a / P_a \quad (4.2)$$

siendo

V<sub>n</sub> es el volumen útil del depósito de membrana;

P<sub>b</sub> es la presión absoluta mínima;

V<sub>a</sub> es el volumen mínimo de agua;

P<sub>a</sub> es la presión absoluta máxima.

#### 4.5.3 Cálculo del diámetro nominal del reductor de presión

- 1 El diámetro nominal se establecerá aplicando los valores especificados en la tabla 4.5 en función del caudal máximo simultáneo:

**Tabla 4.5 Valores del diámetro nominal en función del caudal máximo simultáneo**

Diámetro nominal	Caudal máximo simultáneo	
	l/s	m <sup>3</sup> /h
15	0,5	1,8
20	0,8	2,9
25	1,3	4,7
32	2,0	7,2
40	2,3	8,3
50	3,6	13,0
65	6,5	23,0
80	9,0	32,0
100	12,5	45,0
125	17,5	63,0
150	25,0	90,0
200	40,0	144,0
250	75,0	270,0

- 2 Nunca se calcularán en función del diámetro nominal de las tuberías.

#### **4.5.4 Dimensionado de los sistemas y equipos de tratamiento de agua**

##### **4.5.4.1 Determinación del tamaño de los aparatos dosificadores**

- 1 El tamaño apropiado del aparato se tomará en función del caudal punta en la instalación, así como del consumo mensual medio de agua previsto, o en su defecto se tomará como base un consumo de agua previsible de 60 m<sup>3</sup> en 6 meses, si se ha de tratar tanto el agua fría como el ACS, y de 30 m<sup>3</sup> en 6 meses si sólo ha de ser tratada el agua destinada a la elaboración de ACS.
- 2 El límite de trabajo superior del aparato dosificador, en m<sup>3</sup>/h, debe corresponder como mínimo al caudal máximo simultáneo o caudal punta de la instalación.
- 3 El volumen de dosificación por carga, en m<sup>3</sup>, no debe sobrepasar el consumo de agua previsto en 6 meses.

##### **4.5.4.2 Determinación del tamaño de los equipos de descalcificación**

- 1 Se tomará como caudal mínimo 80 litros por persona y día.

## **5 Construcción**

### **5.1 Ejecución**

#### **5.1.1 Ejecución de las redes de tuberías**

##### **5.1.1.1 Condiciones generales**

- 1 La ejecución de las redes de tuberías se realizará de manera que se consigan los objetivos previstos en el diseño de la instalación sin dañar o deteriorar al resto del edificio, conservando las características del agua de suministro respecto de su potabilidad, evitando ruidos molestos, procurando las condiciones necesarias para la mayor duración posible de la instalación así como las mejores condiciones para su mantenimiento y conservación.
- 2 Las tuberías ocultas o empotradas discurrirán preferentemente por conductos de fábrica realizados al efecto o prefabricados, techos o suelos técnicos, muros cortina o tabiques técnicos. Si esto no fuera posible, por rozas realizadas en paramentos de espesor adecuado, no estando permitido su empotramiento en tabiques de ladrillo hueco sencillo. Cuando discurran por conductos, éstos estarán debidamente ventilados y contarán con un adecuado sistema de vaciado.
- 3 El trazado de las tuberías vistas se efectuará en forma limpia y ordenada. Si estuvieran expuestas a cualquier tipo de deterioro por golpes o choques fortuitos, deben protegerse adecuadamente.
- 4 La ejecución de redes enterradas atenderá preferentemente a la protección frente a fenómenos de corrosión, esfuerzos mecánicos y daños por la formación de hielo en su interior. Las conducciones no deben ser instaladas en contacto con el terreno, disponiendo siempre de un adecuado revestimiento de protección. Si fuese preciso, además del revestimiento de protección, se procederá a realizar una protección catódica, con ánodos de sacrificio y, si fuera el caso, con corriente impresa.

##### **5.1.1.2 Uniones y juntas**

- 1 Las uniones de los tubos serán estancas.
- 2 Las uniones de tubos resistirán adecuadamente la tracción, o bien la red la absorberá con el adecuado establecimiento de puntos fijos, y en tuberías enterradas mediante estribos y apoyos dispuestos en curvas y derivaciones.
- 3 En las uniones de tubos de acero galvanizado o zincado las roscas de los tubos serán del tipo cónico, de acuerdo a la norma UNE 10 242:1995. Los tubos sólo pueden soldarse si la protección interior se puede restablecer o si puede aplicarse una nueva. Son admisibles las soldaduras fuertes, siempre que se sigan las instrucciones del fabricante. Los tubos no se podrán curvar salvo cuando

se verifiquen los criterios de la norma UNE EN 10 240:1998. En las uniones tubo-accesorio se observarán las indicaciones del fabricante.

- 4 Las uniones de tubos de cobre se podrán realizar por medio de soldadura o por medio de manguitos mecánicos. La soldadura, por capilaridad, blanda o fuerte, se podrá realizar mediante manguitos para soldar por capilaridad o por enchufe soldado. Los manguitos mecánicos podrán ser de compresión, de ajuste cónico y de pestañas.
- 5 Las uniones de tubos de plástico se realizarán siguiendo las instrucciones del fabricante.

### 5.1.1.3 Protecciones

#### 5.1.1.3.1 Protección contra la corrosión

- 1 Las tuberías metálicas se protegerán contra la agresión de todo tipo de morteros, del contacto con el agua en su superficie exterior y de la agresión del terreno mediante la interposición de un elemento separador de material adecuado e instalado de forma continua en todo el perímetro de los tubos y en toda su longitud, no dejando juntas de unión de dicho elemento que interrumpan la protección e instalándolo igualmente en todas las piezas especiales de la red, tales como codos, curvas.
- 2 Los revestimientos adecuados, cuando los tubos discurren enterrados o empotrados, según el material de los mismos, serán:
  - a) Para tubos de acero con revestimiento de polietileno, bituminoso, de resina epoxídica o con alquitrán de poliuretano.
  - b) Para tubos de cobre con revestimiento de plástico.
  - c) Para tubos de fundición con revestimiento de película continua de polietileno, de resina epoxídica, con betún, con láminas de poliuretano o con zincado con recubrimiento de cobertura
- 3 Los tubos de acero galvanizado empotrados para transporte de agua fría se recubrirán como se indica en el apartado 5.1.1.3.2, y los que se utilicen para transporte de agua caliente deben recubrirse preferentemente con una coquilla o envoltura aislante de un material que no absorba humedad y que permita las dilataciones y contracciones provocadas por las variaciones de temperatura
- 4 Toda conducción exterior y al aire libre, se protegerá igualmente. En este caso, los tubos de acero podrán ser protegidos, además, con recubrimientos de cinc. Para los tubos de acero que discurran por cubiertas de hormigón se dispondrá de manera adicional a la envuelta del tubo de una lámina de retención de 1 m de ancho entre éstos y el hormigón. Cuando los tubos discurran por canales de suelo, ha de garantizarse que estos son impermeables o bien que disponen de adecuada ventilación y drenaje. En las redes metálicas enterradas, se instalará una junta dieléctrica después de la entrada al edificio y antes de la salida.
- 5 Para la corrosión por el uso de materiales distintos se aplicará lo especificado en el apartado 6.3.2.
- 6 Para la corrosión por elementos contenidos en el agua de suministro, además de lo reseñado, se instalarán los filtros especificados en el punto 6.3.1

#### 5.1.1.3.2 Protección contra las condensaciones

- 1 Tanto en tuberías empotradas u ocultas como en tuberías vistas, se considerará la posible formación de condensaciones en su superficie exterior y se dispondrá un elemento separador de protección, no necesariamente aislante pero si con capacidad de actuación como barrera antivapor, que evite los daños que dichas condensaciones pudieran causar al resto de la edificación.
- 2 Dicho elemento se instalará de la misma forma que se ha descrito para el elemento de protección contra los agentes externos, pudiendo en cualquier caso utilizarse el mismo para ambas protecciones.
- 3 Se considerarán válidos los materiales que cumplen lo dispuesto en la norma UNE 100 171:1989.

#### 5.1.1.3.3 Protecciones térmicas

- 1 Los materiales utilizados como aislante térmico que cumplan la norma UNE 100 171:1989 se considerarán adecuados para soportar altas temperaturas.

- 2 Cuando la temperatura exterior del espacio por donde discurre la red pueda alcanzar valores capaces de helar el agua de su interior, se aislará térmicamente dicha red con aislamiento adecuado al material de constitución y al diámetro de cada tramo afectado, considerándose adecuado el que indica la norma UNE EN ISO 12 241:1999.

#### **5.1.1.3.4 Protección contra esfuerzos mecánicos**

- 1 Cuando una tubería haya de atravesar cualquier paramento del edificio u otro tipo de elemento constructivo que pudiera transmitirle esfuerzos perjudiciales de tipo mecánico, lo hará dentro de una funda, también de sección circular, de mayor diámetro y suficientemente resistente. Cuando en instalaciones vistas, el paso se produzca en sentido vertical, el pasatubos sobresaldrá al menos 3 centímetros por el lado en que pudieran producirse golpes ocasionales, con el fin de proteger al tubo. Igualmente, si se produce un cambio de sentido, éste sobresaldrá como mínimo una longitud igual al diámetro de la tubería más 1 centímetro.
- 2 Cuando la red de tuberías atraviese, en superficie o de forma empotrada, una junta de dilatación constructiva del edificio, se instalará un elemento o dispositivo dilatador, de forma que los posibles movimientos estructurales no le transmitan esfuerzos de tipo mecánico.
- 3 La suma de golpe de ariete y de presión de reposo no debe sobrepasar la sobrepresión de servicio admisible. La magnitud del golpe de ariete positivo en el funcionamiento de las válvulas y aparatos medido inmediatamente antes de estos, no debe sobrepasar 2 bar; el golpe de ariete negativo no debe descender por debajo del 50 % de la presión de servicio.

#### **5.1.1.3.5 Protección contra ruidos**

- 1 Como normas generales a adoptar, sin perjuicio de lo que pueda establecer el DB HR al respecto, se adoptarán las siguientes:
  - a) los huecos o patinillos, tanto horizontales como verticales, por donde discurran las conducciones estarán situados en zonas comunes;
  - b) a la salida de las bombas se instalarán conectores flexibles para atenuar la transmisión del ruido y las vibraciones a lo largo de la red de distribución. dichos conectores serán adecuados al tipo de tubo y al lugar de su instalación;
- 2 Los soportes y colgantes para tramos de la red interior con tubos metálicos que transporten el agua a velocidades de 1,5 a 2,0 m/s serán antivibratorios. Igualmente, se utilizarán anclajes y guías flexibles que vayan a estar rigidamente unidos a la estructura del edificio.

#### **5.1.1.4 Accesorios**

##### **5.1.1.4.1 Grapas y abrazaderas**

- 1 La colocación de grapas y abrazaderas para la fijación de los tubos a los paramentos se hará de forma tal que los tubos queden perfectamente alineados con dichos paramentos, guarden las distancias exigidas y no transmitan ruidos y/o vibraciones al edificio.
- 2 El tipo de grapa o abrazadera será siempre de fácil montaje y desmontaje, así como aislante eléctrico.
- 3 Si la velocidad del tramo correspondiente es igual o superior a 2 m/s, se interpondrá un elemento de tipo elástico semirrígido entre la abrazadera y el tubo.

##### **5.1.1.4.2 Soportes**

- 1 Se dispondrán soportes de manera que el peso de los tubos cargue sobre estos y nunca sobre los propios tubos o sus uniones.
- 2 No podrán anclarse en ningún elemento de tipo estructural, salvo que en determinadas ocasiones no sea posible otra solución, para lo cual se adoptarán las medidas preventivas necesarias. La longitud de empotramiento será tal que garantice una perfecta fijación de la red sin posibles desprendimientos.
- 3 De igual forma que para las grapas y abrazaderas se interpondrá un elemento elástico en los mismos casos, incluso cuando se trate de soportes que agrupan varios tubos.

- 4 La máxima separación que habrá entre soportes dependerá del tipo de tubería, de su diámetro y de su posición en la instalación.

## 5.1.2 Ejecución de los sistemas de medición del consumo. Contadores

### 5.1.2.1 Alojamiento del contador general

- 1 La cámara o arqueta de alojamiento estará construida de tal forma que una fuga de agua en la instalación no afecte al resto del edificio. A tal fin, estará impermeabilizada y contará con un desagüe en su piso o fondo que garantice la evacuación del caudal de agua máximo previsto en la acometida. El desagüe lo conformará un sumidero de tipo sifónico provisto de rejilla de acero inoxidable recibida en la superficie de dicho fondo o piso. El vertido se hará a la red de saneamiento general del edificio, si ésta es capaz para absorber dicho caudal, y si no lo fuese, se hará directamente a la red pública de alcantarillado.
- 2 Las superficies interiores de la cámara o arqueta, cuando ésta se realice "in situ", se terminarán adecuadamente mediante un enfoscado, bruñido y fratasado, sin esquinas en el fondo, que a su vez tendrá la pendiente adecuada hacia el sumidero. Si la misma fuera prefabricada cumplirá los mismos requisitos de forma general.
- 3 En cualquier caso, contará con la pre-instalación adecuada para una conexión de envío de señales para la lectura a distancia del contador.
- 4 Estarán cerradas con puertas capaces de resistir adecuadamente tanto la acción de la intemperie como posibles esfuerzos mecánicos derivados de su utilización y situación. En las mismas, se practicarán aberturas fijas, taladros o rejillas, que posibiliten la necesaria ventilación de la cámara. Irán provistas de cerradura y llave, para impedir la manipulación por personas no autorizadas, tanto del contador como de sus llaves.

### 5.1.2.2 Contadores individuales aislados

- 1 Se alojarán en cámara, arqueta o armario según las distintas posibilidades de instalación y cumpliendo los requisitos establecidos en el apartado anterior en cuanto a sus condiciones de ejecución. En cualquier caso este alojamiento dispondrá de desagüe capaz para el caudal máximo contenido en este tramo de la instalación, conectado, o bien a la red general de evacuación del edificio, o bien con una red independiente que recoja todos ellos y la conecte con dicha red general.

## 5.1.3 Ejecución de los sistemas de control de la presión

### 5.1.3.1 Montaje del grupo de sobreelevación

#### 5.1.3.1.1 Depósito auxiliar de alimentación

- 1 En estos depósitos el agua potable podrá ser almacenada bajo las siguientes premisas:
  - a) el depósito habrá de estar fácilmente accesible y ser fácil de limpiar. Contará en cualquier caso con tapa y esta ha de estar asegurada contra deslizamiento y disponer en la zona más alta de suficiente ventilación y aireación;
  - b) Habrá que asegurar todas las uniones con la atmósfera contra la entrada de animales e inmisiones nocivas con dispositivos eficaces tales como tamices de trama densa para ventilación y aireación, sifón para el rebosado.
- 2 En cuanto a su construcción, será capaz de resistir las cargas previstas debidas al agua contenida más las debidas a la sobrepresión de la red si es el caso.
- 3 Estarán, en todos los casos, provistos de un rebosadero, considerando las disposiciones contra retorno del agua especificadas en el punto 3.3.
- 4 Se dispondrá, en la tubería de alimentación al depósito de uno o varios dispositivos de cierre para evitar que el nivel de llenado del mismo supere el máximo previsto. Dichos dispositivos serán válvulas pilotadas. En el caso de existir exceso de presión habrá de interponerse, antes de dichas válvulas, una que limite dicha presión con el fin de no producir el deterioro de las anteriores.
- 5 La centralita de maniobra y control del equipo dispondrá de un hidronivel de protección para impedir el funcionamiento de las bombas con bajo nivel de agua.

- 6 Se dispondrá de los mecanismos necesarios que permitan la fácil evacuación del agua contenida en el depósito, para facilitar su mantenimiento y limpieza. Así mismo, se construirán y conectarán de manera que el agua se renueve por su propio modo de funcionamiento evitando siempre la existencia de agua estancada.

#### **5.1.3.1.2 Bombas**

- 1 Se montarán sobre bancada de hormigón u otro tipo de material que garantice la suficiente masa e inercia al conjunto e impida la transmisión de ruidos y vibraciones al edificio. Entre la bomba y la bancada irán, además interpuestos elementos antivibratorios adecuados al equipo a instalar, sirviendo estos de anclaje del mismo a la citada bancada.
- 2 A la salida de cada bomba se instalará un manguito elástico, con el fin de impedir la transmisión de vibraciones a la red de tuberías.
- 3 Igualmente, se dispondrán llaves de cierre, antes y después de cada bomba, de manera que se puedan desmontar sin interrupción del abastecimiento de agua.
- 4 Se considerarán válidos los soportes antivibratorios y los manguitos elásticos que cumplan lo dispuesto en la norma UNE 100 153:1988.
- 5 Se realizará siempre una adecuada nivelación.

#### **5.1.3.1.3 Depósito de presión**

- 1 Estará dotado de un presostato con manómetro, tarado a las presiones máxima y mínima de servicio, haciendo las veces de interruptor, comandando la centralita de maniobra y control de las bombas, de tal manera que estas sólo funcionen en el momento en que disminuya la presión en el interior del depósito hasta los límites establecidos, provocando el corte de corriente, y por tanto la parada de los equipos de bombeo, cuando se alcance la presión máxima del aire contenido en el depósito. Los valores correspondientes de reglaje han de figurar de forma visible en el depósito.
- 2 En equipos con varias bombas de funcionamiento en cascada, se instalarán tantos presostatos como bombas se desee hacer entrar en funcionamiento. Dichos presostatos, se tararán mediante un valor de presión diferencial para que las bombas entren en funcionamiento consecutivo para ahorrar energía.
- 3 Cumplirán la reglamentación vigente sobre aparatos a presión y su construcción atenderá en cualquier caso, al uso previsto. Dispondrán, en lugar visible, de una placa en la que figure la contraseña de certificación, las presiones máximas de trabajo y prueba, la fecha de timbrado, el espesor de la chapa y el volumen.
- 4 El timbre de presión máxima de trabajo del depósito superará, al menos, en 1 bar, a la presión máxima prevista a la instalación.
- 5 Dispondrá de una válvula de seguridad, situada en su parte superior, con una presión de apertura por encima de la presión nominal de trabajo e inferior o igual a la presión de timbrado del depósito.
- 6 Con objeto de evitar paradas y puestas en marcha demasiado frecuentes del equipo de bombeo, con el consiguiente gasto de energía, se dará un margen suficientemente amplio entre la presión máxima y la presión mínima en el interior del depósito, tal como figura en los puntos correspondientes a su cálculo.
- 7 Si se instalaran varios depósitos, estos pueden disponerse tanto en línea como en derivación.

#### **5.1.3.2 Funcionamiento alternativo del grupo de presión convencional**

- 1 Se preverá una derivación alternativa (by-pass) que una el tubo de alimentación con el tubo de salida del grupo hacia la red interior de suministro, de manera que no se produzca una interrupción total del abastecimiento por la parada de éste y que se aproveche la presión de la red de distribución en aquellos momentos en que ésta sea suficiente para abastecer nuestra instalación.
- 2 Esta derivación llevará incluidas una válvula motorizada y una válvula antirretorno posterior a ésta. La válvula motorizada estará accionada automáticamente por un manómetro y su correspondiente presostato, en función de la presión de la red de suministro, dando paso al agua cuando ésta tome valor suficiente de abastecimiento y cerrando el paso al grupo de presión, de manera que éste sólo funcione cuando sea imprescindible. El accionamiento de la válvula también podrá ser manual para discriminar el sentido de circulación del agua en base a otras causas tales como avería, interrupción del suministro eléctrico, etc.

- 3 Cuando en un edificio se produzca la circunstancia de tener que recurrir a un doble distribuidor principal para dar servicio a plantas con presión de red y servicio a plantas mediante grupo de presión podrá optarse por no duplicar dicho distribuidor y hacer funcionar la válvula motorizada con presiones máxima y/o mínima para cada situación.
- 4 Dadas las características de funcionamiento de los grupos de presión con accionamiento regulable, no será imprescindible, aunque sí aconsejable, la instalación de ningún tipo de circuito alternativo.

#### **5.1.3.3 Ejecución y montaje del reductor de presión**

- 1 Cuando existan baterías mezcladoras, se instalará una reducción de presión centralizada.
- 2 Se instalarán libres de presiones y preferentemente con la caperuza de muelle dispuesta en vertical.
- 3 Delante y detrás del reductor se instalarán llaves de cierre que posibiliten su ajuste y mantenimiento.
- 4 Asimismo, se dispondrá de un racor de conexión para la instalación de un aparato de medición de presión o un puente de presión diferencial. Para impedir reacciones sobre el reductor de presión debe disponerse en su lado de salida como tramo de retardo con la misma medida nominal, un tramo de tubo de una longitud mínima de cinco veces el diámetro interior.
- 5 Si en el lado de salida se encuentran partes de la instalación que por un cierre incompleto del reductor serán sobrecargadas con una presión no admisible, hay que instalar una válvula de seguridad. La presión de salida del reductor en estos casos ha de ajustarse como mínimo un 20 % por debajo de la presión de reacción de la válvula de seguridad.
- 6 Si por razones de servicio se requiere un by-pass, éste se proveerá de un reductor de presión. Los reductores de presión se elegirán de acuerdo con sus correspondientes condiciones de servicio y se instalarán de manera que exista circulación por ambos.

#### **5.1.4 Montaje de los filtros**

- 1 El filtro ha de instalarse antes del primer llenado de la instalación, y se situará inmediatamente delante del contador según el sentido de circulación del agua. Se instalarán siempre filtros autolimpiables para evitar posibles contaminaciones por contacto. En la ampliación de instalaciones existentes o en el cambio de tramos grandes de instalación, es conveniente la instalación de un filtro adicional en el punto de transición, para evitar la transferencia de materias sólidas de los tramos de conducción existentes.
- 2 Igualmente, para no tener que interrumpir el abastecimiento de agua durante los trabajos de mantenimiento, se recomienda la instalación de filtros retroenjuagables o de instalaciones paralelas.
- 3 Hay que conectar una tubería con salida libre para la evacuación del agua del autolimpiado.

##### **5.1.4.1 Instalación de aparatos dosificadores**

- 1 Sólo deben instalarse aparatos de dosificación conformes con la reglamentación vigente.
- 2 Cuando se deba tratar todo el agua potable dentro de una instalación, se instalará el aparato de dosificación detrás de la instalación de contador y, en caso de existir, detrás del filtro y del reductor de presión.
- 3 Si sólo ha de tratarse el agua potable para la producción de ACS, entonces se instala delante del grupo de válvulas en la alimentación de agua fría al generador de ACS..

##### **5.1.4.2 Montaje de los equipos de descalcificación**

- 1 Solo deben instalarse equipos de descalcificación autorizados.
- 2 La tubería para la evacuación del agua de enjuagado y regeneración debe conectarse con salida libre.
- 3 Cuando se deba tratar todo el agua potable dentro de una instalación, se instalará el aparato de descalcificación detrás de la instalación de contador, del filtro incorporado y delante de un aparato de dosificación eventualmente existente.
- 4 Cuando sólo deba tratarse el agua potable para la producción de ACS, entonces se instalará, delante del grupo de valvulería, en la alimentación de agua fría al generador de ACS.

- 5 Cuando sea pertinente, se mezclará el agua descalcificada con agua dura para obtener la adecuada dureza de la misma.
- 6 Cuando se monte un sistema de tratamiento electrolítico del agua mediante ánodos de aluminio, se instalará en el último acumulador de ACS de la serie, como especifica la norma UNE 100 050:2000.

## **5.2 Puesta en servicio**

### **5.2.1 Pruebas y ensayos de las instalaciones**

#### **5.2.1.1 Pruebas de las instalaciones interiores**

- 1 La empresa instaladora estará obligada a efectuar una prueba de resistencia mecánica y estanquidad de todas las tuberías, elementos y accesorios que integran la instalación, estando todos sus componentes vistos y accesibles para su control.
- 2 Para iniciar la prueba se llenará de agua toda la instalación, manteniendo abiertos los grifos terminales hasta que se tenga la seguridad de que la purga ha sido completa y no queda nada de aire. Entonces se cerrarán los grifos que han servido de purga y el de la fuente de alimentación. A continuación se empleará la bomba, que ya estará conectada y se mantendrá su funcionamiento hasta alcanzar la presión de prueba. Una vez acondicionada, se procederá en función del tipo del material como sigue:
  - a) para las tuberías metálicas se considerarán válidas las pruebas realizadas según se describe en la norma UNE 100 151:1988 ;
  - b) para las tuberías termoplásticas y multicapas se considerarán válidas las pruebas realizadas conforme al Método A de la Norma UNE ENV 12 108:2002.
- 3 Una vez realizada la prueba anterior, a la instalación se le conectarán la grifería y los aparatos de consumo, sometiéndose nuevamente a la prueba anterior.
- 4 El manómetro que se utilice en esta prueba debe apreciar como mínimo intervalos de presión de 0,1 bar.
- 5 Las presiones aludidas anteriormente se refieren a nivel de la calzada.

#### **5.2.1.2 Pruebas particulares de las instalaciones de ACS**

- 1 En las instalaciones de distribución de ACS se realizarán las siguientes pruebas de funcionamiento:
  - a) medición de caudal y temperatura en los puntos de agua;
  - b) obtención de los caudales exigidos a la temperatura fijada una vez abiertos el número de grifos estimados en la simultaneidad;
  - c) comprobación del tiempo que tarda el agua en salir a la temperatura de funcionamiento una vez realizado el equilibrado hidráulico de las distintas ramas de la red de retorno y abiertos uno a uno el grifo más alejado de cada uno de los ramales, sin haber abierto ningún grifo en las últimas 24 horas;
  - d) medición de temperaturas de la red;
  - e) con el acumulador a régimen, comprobación con termómetro de contacto de las temperaturas del mismo, en su salida y en los grifos. La temperatura del retorno no debe ser inferior en 3 °C a la de salida del acumulador.

## **6 Productos de construcción**

### **6.1 Condiciones generales de los materiales**

- 1 De forma general, todos los materiales que se vayan a utilizar en las instalaciones de agua potable cumplirán los siguientes requisitos :
  - a) todos los productos empleados deben cumplir lo especificado en la legislación vigente para aguas de consumo humano;

- b) no modificarán en modo alguno las condiciones del agua respecto de características tales como potabilidad, olor, color, sabor;
  - c) serán resistentes a la corrosión interior;
  - d) serán capaces de funcionar eficazmente en las condiciones previstas de servicio;
  - e) no presentarán incompatibilidad electroquímica entre sí;
  - f) deben ser resistentes, sin presentar daños ni deterioro, a las temperaturas del agua a transportar, sin que tampoco les afecte la temperatura exterior de su entorno inmediato;
  - g) serán compatibles con el agua a transportar y contener;
  - h) su envejecimiento, fatiga, durabilidad y todo tipo de factores mecánicos, físicos o químicos, no disminuirán la vida útil prevista de la instalación.
- 2 Para que se cumplan las condiciones anteriores, se podrán utilizar revestimientos, sistemas de protección o los ya citados sistemas de tratamiento de agua.

## 6.2. Condiciones particulares de las conducciones

- 1 En función de las condiciones expuestas en el apartado anterior, se consideran adecuados para las instalaciones de agua potable los siguientes tubos:
  - a) tubos de acero galvanizado, según Norma UNE 19 047:1996;
  - b) tubos de cobre, según Norma UNE EN 1 057:1996;
  - c) tubos de acero inoxidable, según Norma UNE 19 049-1:1997;
  - d) tubos de fundición dúctil, según Norma UNE EN 545:1995;
  - e) tubos de policloruro de vinilo no plastificado (PVC), según Norma UNE EN 1452:2000;
  - f) tubos de policloruro de vinilo clorado (PVC-C), según Norma UNE 53 428 EX:2002;
  - g) tubos de polietileno (PE), según Normas UNE 53 131:1990, UNE 53 490:1990 y UNE 53 966 EX:1999;
  - h) tubos de polietileno reticulado (PE-X), según Norma UNE 53 381 EX:2001;
  - i) tubos de polibutileno (PB), según Norma UNE 53 415 EX:2000;
  - j) tubos de polipropileno (PP) según Norma UNE 53 380 EX:2002;
  - k) tubos multicapa de polímero / aluminio / polietileno resistente a temperatura (PE-RT), según Norma UNE 53 960 EX:2002;
  - l) tubos multicapa de polímero / aluminio / polietileno reticulado (PE-X), según Norma UNE 53 961 EX:2002.
- 2 No podrán emplearse para las tuberías ni para los accesorios, materiales que puedan producir concentraciones de sustancias nocivas que excedan los valores permitidos por la directiva 80/778 de la UE.
- 3 El ACS se considera igualmente agua potable y cumplirá por tanto con todos los requisitos al respecto.
- 4 Dada la alteración que producen en las condiciones de potabilidad del agua, quedan prohibidos expresamente los tubos de plomo y aluminio.
- 5 Todos los materiales utilizados en los tubos, accesorios y componentes de la red, incluyendo también las juntas elásticas y productos usados para la estanqueidad, así como los materiales de aporte y fundentes para soldaduras, cumplirán igualmente las condiciones expuestas.

### 6.2.2 Aislantes térmicos

- 1 El aislamiento térmico de las tuberías utilizado para reducir pérdidas de calor, evitar condensaciones y congelación del agua en el interior de las conducciones, se realizará con coquillas resistentes a la temperatura de aplicación.

### 6.2.3 Válvulas y llaves

- 1 El material de válvulas y llaves no será incompatible con las tuberías en que se intercalen.
- 2 El cuerpo de la llave ó válvula será de una sola pieza de fundición o fundida en bronce, latón, acero, acero inoxidable, aleaciones especiales o plástico.

- 3 Solamente pueden emplearse válvulas de cierre por giro de 90° como válvulas de tubería si sirven como órgano de cierre para trabajos de mantenimiento.
- 4 Serán resistentes a una presión de servicio de 10 bar.

## 6.3 Incompatibilidades

### 6.3.1 Incompatibilidad de los materiales y el agua

- 1 Se evitará siempre la incompatibilidad de las tuberías de acero galvanizado y cobre controlando la agresividad del agua. Para los tubos de acero galvanizado se considerarán agresivas las aguas no incrustantes con contenidos de ión cloruro superiores a 250 mg/l. Para su valoración se empleará el índice de Langlier. Para los tubos de cobre se consideraran agresivas las aguas dulces y ácidas (pH inferior a 6,5) y con contenidos altos de CO<sub>2</sub>. Para su valoración se empleará el índice de Lucey.
- 2 Para los tubos de acero galvanizado las condiciones límites del agua a transportar, a partir de las cuales será necesario un tratamiento serán las de la tabla 6.1:

Tabla 6.1

Características	Agua fría	Agua caliente
Resistividad (Ohm x cm)	1.500 – 4.500	2.200 – 4.500
Título alcalimétrico completo (TAC) meq/l	1,6 mínimo	1,6 mínimo
Oxígeno disuelto, mg/l	4 mínimo	-
CO <sub>2</sub> libre, mg/l	30 máximo	15 máximo
CO <sub>2</sub> agresivo, mg/l	5 máximo	-
Calcio (Ca <sup>2+</sup> ), mg/l	32 mínimo	32 mínimo
Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ), mg/l	150 máximo	96 máximo
Cloruros (Cl <sup>-</sup> ), mg/l	100 máximo	71 máximo
Sulfatos + Cloruros, meq/l	-	3 máximo

- 3 Para los tubos de cobre las condiciones límites del agua a transportar, a partir de las cuales será necesario un tratamiento serán las de la tabla 6.2:

Tabla 6.2

Características	Agua fría y agua caliente
pH	7,0 mínimo
CO <sub>2</sub> libre, mg/l	no concentraciones altas
Índice de Langlier (IS)	debe ser positivo
Dureza total (TH), °F	5 mínimo (no aguas dulces)

- 4 Para las tuberías de acero inoxidable las calidades se seleccionarán en función del contenido de cloruros disueltos en el agua. Cuando éstos no sobrepasen los 200 mg/l se puede emplear el AISI-304. Para concentraciones superiores es necesario utilizar el AISI-316.

### 6.3.2 Incompatibilidad entre materiales

#### 6.3.2.1 Medidas de protección frente a la incompatibilidad entre materiales

- 1 Se evitará el acoplamiento de tuberías y elementos de metales con diferentes valores de potencial electroquímico excepto cuando según el sentido de circulación del agua se instale primero el de menor valor.
- 2 En particular, las tuberías de cobre no se colocarán antes de las conducciones de acero galvanizado, según el sentido de circulación del agua, para evitar la aparición de fenómenos de corrosión por la formación de pares galvánicos y arrastre de iones Cu<sup>+</sup> aguas abajo, que aceleren el proceso de perforación.
- 3 Igualmente, no se instalarán aparatos de producción de ACS en cobre colocados antes de canalizaciones en acero.

- 4 Excepcionalmente, por requisitos insalvables de la instalación, se admitirá el uso de manguitos antielectrolíticos, de material plástico, en la unión del cobre y el acero galvanizado.
- 5 Se autoriza sin embargo, el acoplamiento de cobre después de acero galvanizado, montando una válvula de retención entre ambas tuberías.
- 6 Se podrán acoplar al acero galvanizado elementos de acero inoxidable.
- 7 En las vainas pasamuros, se interpondrá un material plástico para evitar contactos inconvenientes entre distintos materiales.

## **7 Mantenimiento y conservación**

### **7.1 Interrupción del servicio**

- 1 En las instalaciones de agua potable que no se pongan en servicio después de 4 semanas desde su terminación, o aquellas que permanezcan fuera de servicio más de 6 meses, se cerrará su conexión y se procederá a su vaciado.
- 2 Las acometidas que no sean utilizadas inmediatamente tras su terminación o que estén paradas temporalmente, deben cerrarse en la conducción de abastecimiento. Las acometidas que no se utilicen durante 1 año deben ser taponadas.

### **7.2 Nueva puesta en servicio**

- 1 En instalaciones de descalcificación habrá que iniciar una regeneración por arranque manual.
- 2 Las instalaciones de agua potable que hayan sido puestas fuera de servicio y vaciadas provisionalmente deben ser lavadas a fondo para la nueva puesta en servicio. Para ello se podrá seguir el procedimiento siguiente:
  - a) para el llenado de la instalación se abrirán al principio solo un poco las llaves de cierre, empezando por la llave de cierre principal. A continuación, para evitar golpes de ariete y daños, se purgarán de aire durante un tiempo las conducciones por apertura lenta de cada una de las llaves de toma, empezando por la más alejada o la situada más alta, hasta que no salga más aire. A continuación se abrirán totalmente las llaves de cierre y lavarán las conducciones;
  - b) una vez llenadas y lavadas las conducciones y con todas las llaves de toma cerradas, se comprobará la estanqueidad de la instalación por control visual de todas las conducciones accesibles, conexiones y dispositivos de consumo.

### **7.3 Mantenimiento de las instalaciones**

- 1 Las operaciones de mantenimiento relativas a las instalaciones de fontanería recogerán detalladamente las prescripciones contenidas para estas instalaciones en el Real Decreto 865/2003 sobre criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis, y particularmente todo lo referido en su Anexo 3.
- 2 Los equipos que necesiten operaciones periódicas de mantenimiento, tales como elementos de medida, control, protección y maniobra, así como válvulas, compuertas, unidades terminales, que deban quedar ocultos, se situarán en espacios que permitan la accesibilidad.
- 3 Se aconseja situar las tuberías en lugares que permitan la accesibilidad a lo largo de su recorrido para facilitar la inspección de las mismas y de sus accesorios.
- 4 En caso de contabilización del consumo mediante batería de contadores, las montantes hasta cada derivación particular se considerará que forman parte de la instalación general, a efectos de conservación y mantenimiento puesto que discurren por zonas comunes del edificio;

## Apéndice A. Terminología

**Acometida:** tubería que enlaza la instalación general del edificio con la tubería de la red de distribución.

**ACS:** Agua Caliente Sanitaria.

**Caudal instantáneo:** volumen de agua suministrado por unidad de tiempo.

**Caudal instantáneo mínimo:** caudal instantáneo que debe recibir los aparatos sanitarios con independencia del estado de funcionamiento.

**Caudal simultáneo:** caudal que se produce por el funcionamiento lógico simultáneo de aparatos de consumo o unidades de suministro.

**Contadores divisionarios:** aparatos que miden los consumos particulares de cada abonado. En general se instalarán sobre las baterías.

**Contador general:** aparato que mide la totalidad de los consumos producidos en el edificio.

**Depósito de acumulación:** depósito que servirá básicamente, en los grupos de presión, para la succión de agua por las electrobombas correspondientes sin hacerlo directamente desde la red exterior; de reserva cuando el suministro habitual sea discontinuo o insuficiente.

**Derivación de aparato:** tubería que enlaza la derivación particular o una de sus ramificaciones con un aparato de consumo.

**Derivación particular:** tubería que enlaza el montante con las derivaciones de aparato, directamente o a través de una ramificación.

**Diámetro nominal:** número convencional que sirve de referencia y forma parte de la identificación de los diversos elementos que se acoplan entre sí en una instalación, pudiéndose referir al diámetro interior o al diámetro exterior.

**Espesor nominal:** número convencional que se aproxima al espesor del tubo.

**Fluxor:** elemento de descarga que dispone de cierre automático y que al ser accionado permite el paso de un gran caudal durante el tiempo que permanezca accionado.

**Fluxor:** llave, temporizada, de cierre automático que al ser abierta es capaz de proporcionar un caudal de agua abundante en un breve periodo de tiempo, empleada generalmente para sustituir el depósito de descarga en los inodoros y otros aparatos empleados en servicios de uso público.

**Grupo de sobreelevación:** equipo que permite disponer de una presión mayor que la que proporciona la red de distribución.

**Instalación interior general:** conjunto de tuberías y elementos de control y regulación que enlazan la acometida con las instalaciones interiores particulares.

**Instalación interior particular:** parte de la instalación comprendida entre cada contador y los aparatos de consumo del abonado correspondiente.

**Local húmedo:** local en el que existen aparatos que consumen agua, alimentados por las derivaciones de aparato de la instalación interior particular.

**Llave de paso:** llave colocada en el tubo de alimentación que pueda cortarse el paso del agua hacia el resto de la instalación interior.

**Llave de registro:** llave colocada al final de la acometida para que pueda cerrarse el paso del agua hacia la instalación interior.

**Pasamuros:** orificio que se practica en el muro de un cerramiento del edificio para el paso de una tubería, de modo que ésta quede suelta y permita la libre dilatación.

**Presión de prueba:** presión manométrica a la que se somete la instalación durante la prueba de estanqueidad.

**Presión de servicio:** presión manométrica del suministro de agua a la instalación en régimen estacionario.

**Presión de trabajo:** valor de la presión manométrica interna máxima para la que se ha diseñado el tubo, considerando un uso continuado de 50 años.

**Presión nominal:** número convencional que coincide con la presión máxima de trabajo a 20 °C.

**Prueba de resistencia mecánica y estanqueidad:** prueba que consiste en someter a presión una red de tuberías con el fin de detectar roturas en la instalación y falta de estanqueidad.

**Purgado:** consiste en eliminar o evacuar el aire de las tuberías de la instalación.

**Válvula de retención:** dispositivo que impide automáticamente el paso de un fluido en sentido contrario al normal funcionamiento de la misma.

**Válvula de seguridad:** dispositivo que se abre automáticamente cuando la presión del circuito sube por encima del valor de tarado, descargando el exceso de presión a la atmósfera. Su escape será reconducido a desagüe.

## Apéndice B. Notaciones y unidades

- 1 Se utilizará el sistema de unidades de medida SI (Sistema Internacional) de acuerdo con lo dispuesto en el Real Decreto 1317/1989, de 20 de octubre, por el que se establecen las Unidades Legales de Medida.

Longitud metro (m)  
 Masa kilogramo (kg)  
 Tiempo segundo (s)  
 Fuerza Newton (N)

Unidad derivada

Presión Pascal (Pa) = N / m<sup>2</sup>

**Tabla B.1 Relaciones con otras unidades usuales**

Kilogramo-fuerza (kgf)	1 kgf	9,80665 N
Megapascal (MPa)	1 MPa	1 N / mm <sup>2</sup>
Atmósfera (atm)	1 atm	1,01325 x 10 <sup>5</sup> Pa
Bar (bar)	1 bar	10 <sup>5</sup> Pa
Metro de columna de agua (m.c.a.)	1 m.c.a.	9,80665 x 10 <sup>3</sup> Pa
kgf/cm <sup>2</sup>	1 kgf/cm <sup>2</sup>	9,80665 x 10 <sup>4</sup> Pa



## Apéndice C. Normas de referencia

**UNE EN 274-1:2002** “Accesorios de desagüe para aparatos sanitarios. Parte 1: Requisitos”.

**UNE EN 274-2:2002** “Accesorios de desagüe para aparatos sanitarios. Parte 2: Métodos de ensayo”.

**UNE EN 274-3:2002** “Accesorios de desagüe para aparatos sanitarios. Parte 3: Control de calidad”.

**UNE EN 545:2002** “Tubos, racores y accesorios en fundición dúctil y sus uniones para canalizaciones de agua. Requisitos y métodos de ensayo”.

**UNE EN 806-1:2001** “Especificaciones para instalaciones de conducción de agua destinada al consumo humano en el interior de los edificios. Parte 1: Generalidades”.

**UNE EN 816:1997** “Grifería sanitaria. Grifos de cierre automático PN 10”.

**UNE EN 1 057:1996** “Cobre y aleaciones de cobre. Tubos redondos de cobre, sin soldadura, para agua y gas en aplicaciones sanitarias y de calefacción”.

**UNE EN 1 112:1997** “Duchas para griferías sanitarias (PN 10)”.

**UNE EN 1 113:1997** “Flexibles de ducha para griferías sanitarias (PN 10)”.

**UNE EN 1 254-1:1999** “Cobre y aleaciones de cobre. Accesorios. Parte 1: Accesorios para soldeo o soldeo fuerte por capilaridad para tuberías de cobre”.

**UNE EN 1 254-2:1999** “Cobre y aleaciones de cobre. Accesorios. Parte 2: Accesorios de compresión para tuberías de cobre”.

**UNE EN 1 254-3:1999** “Cobre y aleaciones de cobre. Accesorios. Parte 3: Accesorios de compresión para tuberías de plástico”.

**UNE EN 1 254-4:1999** “Cobre y aleaciones de cobre. Accesorios. Parte 4: Accesorios para soldar por capilaridad o de compresión para montar con otros tipos de conexiones”.

**UNE EN 1 254-5:1999** “Cobre y aleaciones de cobre. Accesorios. Parte 5: Accesorios de embocadura corta para soldar por capilaridad con soldeo fuerte para tuberías de cobre”.

**UNE EN 1 452-1:2000** “Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado (PVC – U). Parte 1: Generalidades”.

**UNE EN 1 452-2:2000** “Sistemas de canalización de materiales plásticos para conducción de agua. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado (PVC – U). Parte 2: Tubos”.

**UNE EN 1 452-3:2000** “Sistemas de canalización de materiales plásticos para conducción de agua. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado (PVC – U). Parte 3: Accesorios”.

**UNE EN ISO 3 822-2:1996** “Acústica. Medición en laboratorio del ruido emitido por la grifería y los equipamientos hidráulicos utilizados en las instalaciones de abastecimiento de agua. Parte 2: Condiciones de montaje y de funcionamiento de las instalaciones de abastecimiento de agua y de la grifería. (ISO 3822-2:1995)”.

**UNE EN ISO 3 822-3:1997** “Acústica. Medición en laboratorio del ruido emitido por la grifería y los equipamientos hidráulicos utilizados en las instalaciones de abastecimiento de agua. Parte 3: Condiciones de montaje y de funcionamiento de las griferías y de los equipamientos hidráulicos en línea. (ISO 3822-3:1997)”.

**UNE EN ISO 3 822-4:1997** “Acústica. Medición en laboratorio del ruido emitido por la grifería y los equipamientos hidráulicos utilizados en las instalaciones de abastecimiento de agua. Parte 4: Condiciones de montaje y de funcionamiento de los equipamientos especiales. (ISO 3822-4:1997) ”.

**UNE EN ISO 12 241:1999** “Aislamiento térmico para equipos de edificación e instalaciones industriales. Método de cálculo”.

**UNE 19 040:1993** “Tubos roscables de acero de uso general. Medidas y masas. Serie normal”.

**UNE 19 041:1993** “Tubos roscables de acero de uso general. Medidas y masas. Serie reforzada”.

**UNE 19 047:1996** “Tubos de acero soldados y galvanizados para instalaciones interiores de agua fría y caliente”.

**UNE 19 049-1:1997** “Tubos de acero inoxidable para instalaciones interiores de agua fría y caliente. Parte 1: Tubos”.

**UNE 19 702:2002** “Grifería sanitaria de alimentación. Terminología”.

**UNE 19 703:2003** “Grifería sanitaria. Especificaciones técnicas”.

**UNE 19 707:1991** “Grifería sanitaria. Especificaciones técnicas generales para grifos simples y mezcladores (dimensión nominal 1/2). PN 10. Presión dinámica mínima de 0,05 Mpa (0,5 bar) ”.

**UNE 53 131:1990** “Plásticos. Tubos de polietileno para conducciones de agua a presión. Características y métodos de ensayo”.

**UNE 53 323:2001 EX** “Sistemas de canalización enterrados de materiales plásticos para aplicaciones con y sin presión. Plásticos termoestables reforzados con fibra de vidrio (PRFV) basados en resinas de poliéster insaturado (UP) ”.

**UNE 53 380-1:2002 EX** “Sistemas de canalización en materiales plásticos para instalaciones de agua caliente y fría. Polipropileno (PP). Parte 1: Generalidades”.

**UNE 53 380-2:2002 EX** “Sistemas de canalización en materiales plásticos para instalaciones de agua caliente y fría. Polipropileno (PP). Parte 2: Tubos”.

**UNE 53 380-3:2002 EX** “Sistemas de canalización en materiales plásticos para instalaciones de agua caliente y fría. Polipropileno (PP). Parte 3: Accesorios”.

**UNE 53 381-1:2001 EX** “Sistemas de canalización en materiales plásticos para instalaciones de agua caliente y fría. Polietileno reticulado (PE-X). Parte 1: Generalidades”.

**UNE 53 381-2:2001 EX** “Sistemas de canalización en materiales plásticos para instalaciones de agua caliente y fría. Polietileno reticulado (PE-X). Parte 2: Tubos”.

**UNE 53 381-3:2001 EX** “Sistemas de canalización en materiales plásticos para instalaciones de agua caliente y fría. Polietileno reticulado (PE-X). Parte 3: Accesorios”.

**UNE 53 415-1:2000 EX** “Sistemas de canalización en materiales plásticos para instalaciones de agua caliente y fría. Polibutileno (PB). Parte 1: Generalidades”.

**UNE 53 415-2:2000 EX** “Sistemas de canalización de materiales plásticos para instalaciones de agua caliente y fría. Polibutileno (PB). Parte 2: Tubos”.

**UNE 53 415-3:2000 EX** “Sistemas de canalización de materiales plásticos para instalaciones de agua caliente y fría. Polibutileno (PB). Parte 3: Accesorios”.

**UNE 100 151:1988** “Climatización. Pruebas de estanquidad de redes de tuberías”.

**UNE 100 156:1989** “Climatización. Dilatadores. Criterios de diseño”.

**UNE 100 171:1989 IN** “Climatización. Aislamiento térmico. Materiales y colocación”.



## Apéndice D. Simbología

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	ALJIBE DE RESERVA
	ALTERNADOR DE FUNCIONAMIENTO DE BOMBAS
	BOMBA
	CODO CON VUELTA HACIA ARRIBA
	CODO CON VUELTA HACIA ABAJO
	COLECTOR
	COLLARÍN DE TOMA
	CONECTOR FLEXIBLE
	CONTADOR GENERAL
	CONTADOR DIVISIONARIO
	DEPÓSITO ACUMULADOR
	DEPÓSITO DE PRESIÓN
	DISPOSITIVO ANTIARIETE
	DILATADOR EN LÍNEA
	DESAGUE EN ARGUETA O ARMARIO
	FILTRO
	FLUXOR
	GRIFO DE AGUA FRÍA
	GRIFO DE AGUA FRÍA TEMPORIZADO
	GRIFO HIDROMEZCLADOR MANUAL
	GRIFO HIDROMEZCLADOR AUTOMÁTICO
	GRIFO ELECTRÓNICO
	GRIFO DE COMPROBACIÓN

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	LÍNEA DE ACCIONAMIENTO ELÉCTRICO O ELECTRÓNICO
	LLAVE DE TOMA EN CARGA
	LLAVE DE COMPUERTA
	LLAVE DE BOLA O DE ACCIONAMIENTO RÁPIDO
	LLAVE DE PASO CON DESAGUE O GRIFO DE VACIADO
	LLAVE DE ASIENTO DE PASO RECTO
	LLAVE DE ASIENTO DE PASO INCLINADO
	LLAVE DE PASO CON GRIFO DE VACIADO Y DISPOSITIVO ANTI-RETORNO
	MANÓMETRO
	MANÓMETRO Y PRESOSTATO
	PASATUBOS
	PRESOSTATO
	TUBO DE RESERVA PARA LÍNEA DE ACCIONAMIENTO ELÉCTRICO O ELECTRÓNICO
	VÁLVULA REGULADORA DE CAUDAL
	VÁLVULA DE SEGURIDAD DE ESCAPE CONDUCIDO
	VÁLVULA DE SEGURIDAD DE ESCAPE LIBRE
	VÁLVULA PILOTADA
	VARIADOR DE FRECUENCIA
	SELECTOR DE FUNCIONAMIENTO

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	PURGADOR
	TERMÓMETRO
	VÁLVULA ANTI-RETORNO
	VÁLVULA DE DOS VÍAS MOTORIZADA
	VÁLVULA DE TRES VÍAS MOTORIZADA
	VÁLVULA LIMITADORA DE PRESIÓN
	VÁLVULA REGULADORA DE PRESIÓN
	VÁLVULA DE VENTOSA
	TUBERÍA DE IDA O IMPULSIÓN DE A.F.
	TUBERÍA DE IDA O IMPULSIÓN DE A.C.S.
	TUBERÍA DE RETORNO O RECIRCULACIÓN DE A.C.S.
	TÉ CON SALIDA HACIA ARRIBA
	TÉ CON SALIDA HACIA ABAJO



## **Sección HS 5**

### **Evacuación de aguas residuales**

#### **1 Generalidades**

##### **1.1 Ámbito de aplicación**

- 1 Esta sección es aplicable a las instalaciones de evacuación de aguas residuales en edificios de nueva construcción, así como a las ampliaciones, modificaciones, reformas o rehabilitaciones de las existentes en las que se amplíe el número o la capacidad de los aparatos receptores existentes en la instalación.

##### **1.2 Procedimiento de verificación**

- 1 Para la aplicación de esta sección debe seguirse la secuencia de verificaciones que se expone a continuación.
- 2 Cumplimiento de las condiciones de diseño del apartado 3.
- 3 Cumplimiento de las condiciones de dimensionado del apartado 4.
- 4 Cumplimiento de las condiciones de ejecución del apartado 5.
- 5 Cumplimiento de las condiciones de los productos de construcción del apartado 6.
- 6 Cumplimiento de las condiciones de uso y mantenimiento del apartado 7.

#### **2 Caracterización y cuantificación de las exigencias**

- 1 Se dispondrán cierres hidráulicos en la instalación que impidan el paso del aire contenido en la instalación de evacuación a los locales ocupados sin afectar al flujo de residuos a través de ellos.
- 2 Las tuberías de la red de evacuación seguirán un trazado lo más sencillo posible, respetarán unas distancias y pendientes máximas que faciliten la evacuación de los residuos y serán autolimpiables.
- 3 Los diámetros de las tuberías serán los apropiados para transportar los caudales previsibles en la instalación en condiciones seguras.
- 4 Las redes de tuberías se diseñarán de forma que sean accesibles para su mantenimiento y reparación, para lo cual estarán a la vista o alojadas en huecos o patinillos registrables, o bien contarán con arquetas o registros.
- 5 Se dispondrán ventilaciones adecuadas que aseguren el funcionamiento de los cierres hidráulicos.

#### **3 Diseño**

##### **3.1 Condiciones generales de la evacuación**

- 1 Los distintos colectores del edificio desaguarán, preferentemente por gravedad, en el pozo o arqueta general que servirá de punto de conexión entre la red de evacuación y la red general, a través de la correspondiente acometida.
- 2 Cuando no exista red general de saneamiento o alcantarillado, será precisa la utilización de sistemas individualizados en cada caso, aunque al menos se mantendrán separados los sistemas de evacuación de aguas residuales y pluviales, llevando las primeras a una estación depuradora particular y las segundas al terreno.

- 3 Los residuos agresivos industriales requerirán un tratamiento previo vertido a la red de alcantarillado o sistema de depuración.
- 4 Los residuos procedentes de cualquier actividad profesional ejercida en el interior de las viviendas distintos de los domésticos, serán objeto de medidas especiales de tratamiento previo mediante dispositivos tales como depósitos de decantación, separadores, depósitos de neutralización.

## 3.2 Configuraciones de los sistemas de evacuación

- 1 En función de como se evacuen las aguas residuales por la instalación se consideran los dos sistemas siguientes:
  - a) sistema separativo: en el que las derivaciones, bajantes y colectores son independientes para aguas residuales y pluviales;
  - b) sistema mixto o semiseparativo: en el que se mantiene una independencia de la red en la pequeña evacuación y bajantes, unificándose en colectores.
- 2 Cuando exista una única red de alcantarillado público se diseñará un sistema separativo o mixto con una conexión final de las aguas pluviales y las residuales, antes de su salida a la red exterior. La conexión entre la red de pluviales y la de fecales se hará siempre por interposición de un cierre hidráulico que impida la transmisión de gases de la una en la otra y su posterior salida por los puntos de captación tales como calderetas, rejillas, sumideros. Dicho cierre podrá estar incorporado a los mismos puntos de captación de las aguas o bien será un sifón final en la propia conexión.
- 3 Cuando existan dos redes de alcantarillado público, una de aguas pluviales y otra de aguas residuales se dispondrá un sistema separativo y por consiguiente cada red de canalizaciones se conectará de forma independiente con la correspondiente en el exterior.

## 3.3 Elementos que componen las instalaciones

### 3.3.1 Elementos en la red de evacuación

#### 3.3.1.1 Cierres hidráulicos

- 1 Los cierres hidráulicos son dispositivos que retienen una determinada cantidad de agua que impide el paso del aire contenido en la red de evacuación a los locales ocupados, sin afectar al flujo de residuos a través de ellos. Pueden ser:
  - a) sifones individuales, propios de cada aparato;
  - b) botes sifónicos, que pueden servir a varios aparatos;
  - c) sumideros sifónicos;
  - d) arquetas sifónicas, situadas en los encuentros de los conductos enterrados de aguas pluviales y fecales.
- 2 Todo cierre hidráulico cumplirá con las siguientes condiciones:
  - a) será autolimpiable, de forma que el agua que lo atravesase arrastre los sólidos en suspensión.
  - b) sus superficies interiores no retendrán materias sólidas;
  - c) no dispondrá de parte móvil alguna que condicione su correcto funcionamiento;
  - d) tendrá un registro de limpieza fácilmente accesible y manipulable;
  - e) la altura mínima de cierre hidráulico será de 50 mm, para usos continuos y 70 u 80 mm para usos discontinuos. La altura máxima será de 100 mm. La corona estará a una distancia menor o igual a 60 cm por debajo de la válvula de desagüe del aparato. El diámetro del sifón será igual o mayor al diámetro de la válvula de desagüe e igual o menor al del ramal de desagüe. De existir una diferencia de diámetro, el tamaño debe crecer en el sentido del flujo del agua;
  - f) se instalará lo más cerca posible de la válvula de desagüe del aparato, para limitar la longitud de tubo sucio sin protección hacia el ambiente;
  - g) no se instalarán en ningún caso cierres hidráulicos en serie, por lo que cuando se instale bote sifónico para un grupo de aparatos sanitarios, no se les dotará de sifón individual;
  - h) si existe un único cierre hidráulico para servicio de varios aparatos, se reducirá al máximo la distancia de estos a dicho cierre;

- i) un bote sifónico no dará servicio a más aparatos sanitarios de los correspondientes al cuarto húmedo en dónde esté instalado;
- j) el desagüe de fregaderos, lavaderos y aparatos de bombeo (lavadoras y lavavajillas) se hará con sifón individual.

### 3.3.1.2 Redes de pequeña evacuación

- 1 Las redes de pequeña evacuación conducirán los residuos desde los cierres hidráulicos a las bajantes, con un recorrido sensiblemente horizontal y se diseñarán conforme a los siguientes criterios:
  - a) el trazado de la red será lo más sencillo posible para conseguir una circulación natural por gravedad, evitando los cambios bruscos de dirección y utilizando las piezas especiales adecuadas;
  - b) se conectarán a la bajante, excepto en casos justificados en los que por condicionantes del diseño esto no fuera posible en los que se permitirá su conexión al manguetón del inodoro;
  - c) la distancia del bote sifónico a la bajante no será superior a 2,00 m;
  - d) las derivaciones que acometan al bote sifónico no tendrán una longitud superior a 2,50 m, con una pendiente del 2 al 4 %;
  - e) en los aparatos dotados con sifón individual las longitudes y pendientes de las tuberías de desagüe cumplirán las siguientes condiciones:
    - i) fregaderos, lavaderos, lavabos y bidés: la distancia máxima a la bajante será de 2,00 m, con pendientes comprendidas entre un 2,5 y un 5 %;
    - ii) bañeras y duchas: se admitirán pendientes de hasta el 10 %;
    - iii) el desagüe de los inodoros a las bajantes se realizará directamente o por medio de un manguetón de acometida de longitud igual o inferior a 1,00 m.
  - f) será obligatoria la disposición de rebosadero en los lavabos, bidés, bañeras y fregaderos;
  - g) se evitará el enfrentamiento de dos desagües sobre una tubería común;
  - h) las uniones de los diferentes desagües a las bajantes tendrán la mayor inclinación posible, que en todo caso no será inferior a los 45°;
  - i) cuando se utilice el sistema de sifones individuales, los ramales de desagüe de los diferentes aparatos sanitarios se unirán a un tubo de derivación, que desembarcará en la bajante y si esto no fuera posible, en el manguetón del inodoro, y que llevará la cabecera registrable con tapón roscado.

### 3.3.1.3 Bajantes

- 1 Las bajantes conducirán verticalmente las aguas residuales desde los sumideros sifónicos en cubiertas y/o canalones para pluviales y desde las derivaciones de residuales, hasta la arqueta a pie de bajante o colector suspendido.
- 2 Se considerarán dos tipos de bajantes: las de pluviales y las de residuales. Se realizarán de forma general sin desviaciones o retranqueos y de diámetro constante en toda su altura excepto cuando, en el caso de bajantes de residuales, existan obstáculos insalvables en su recorrido y cuando la presencia de inodoros exija un diámetro concreto desde los tramos superiores que no es superado en el resto de la bajante.
- 3 No se permitirá la disminución del diámetro en el sentido de la corriente.
- 4 Las bajantes con diferentes diámetros en su altura se admitirán solamente cuando las bajantes recojan en su recorrido caudales de índole tan distinta que sea recomendable el cambio de sección.

### 3.3.1.4 Colectores

- 1 Los colectores conducirán las aguas de las bajantes hasta el exterior con un recorrido sensiblemente horizontal.
- 2 Dicha red horizontal puede diseñarse de dos formas: enterrada o vista y colgada, y sus especificaciones de diseño son las expuestas a continuación.

#### 3.3.1.4.1 Colectores vistos y colgados

- 1 Los colectores discurrirán vistos y colgados en los niveles inferiores del edificio. Las bajantes se acoplarán mediante piezas especiales, según las especificaciones del fabricante del material. No se permitirá dicho acoplamiento mediante simples codos, ni en el caso en que estos sean reforzados.
- 2 La conexión entre una bajante de aguas pluviales y un colector horizontal en los sistemas mixtos, debe realizarse al menos 3 m aguas abajo de una bajante de aguas residuales.
- 3 Se le dotará de una pendiente mínima de evacuación del 1%.
- 4 No acometerán en un mismo punto más de dos colectores.
- 5 En cada encuentro o acoplamiento, tanto en horizontal como en vertical, así como en las derivaciones, se dispondrán registros constituidos por piezas especiales, según el material del que se trate, de manera que los tramos entre ellos no superen 15 m.

#### 3.3.1.4.2 Colectores enterrados

- 1 Los tubos irán en zanja de dimensiones adecuadas, tal y como se establece en el apartado 5.4.3., situados por debajo de la red de distribución de agua potable.
- 2 Se les dotará de una pendiente mínima de evacuación del 2 %, lo que dará lugar a las cotas de entrada y salida de las arquetas y pozos.
- 3 La acometida de las bajantes y/o los manguetones a esta red se hará con interposición de una arqueta de pie de bajante, nunca sifónica.
- 4 Se dispondrán registros de manera que los tramos entre ellos no superen 15 m.

#### 3.3.1.5 Elementos de conexión

- 1 Las arquetas son cajas sobre cimiento de hormigón, con tapa practicable, accesible o no, colocadas como piezas de unión entre las redes vertical y horizontal y en ésta para sus encuentros y derivaciones. Sólo acometerá un colector por cada cara de la arqueta con ángulos abiertos de más de 90° hacia la salida.
- 2 En función de su tipo cumplirán las siguientes especificaciones:
  - a) la arqueta a pie de bajante se utilizará para registro al pie de las bajantes cuando la conducción a partir de dicho punto vaya a quedar enterrada. Nunca será de tipo sifónico;
  - b) la arqueta de paso resolverá la confluencia como máximo de tres colectores, para continuar las aguas residuales por el colector principal;
  - c) la arqueta de registro, con la misma función que la de paso, dispondrá de tapa accesible y practicable;
  - d) la arqueta de trasdós se dispondrá en caso de llegada al pozo del edificio de más de un colector;
  - e) el separador de grasas se dispondrá cuando se prevea que las aguas residuales del edificio puedan transportar una cantidad de grasa en exceso, (en locales tales como en restaurantes, garajes), o líquidos combustibles y que podría dificultar el buen funcionamiento de los sistemas de depuración, o crear un riesgo en el sistema de bombeo y elevación.
- 6 Podrá utilizarse como arqueta sifónica. Estará provista de una toma para la ventilación, cerca del lado de descarga, y de tapa de registro totalmente accesible para las preceptivas limpiezas periódicas. Podrá tener más de un tabique separador. Si algún aparato descargara de forma directa en el separador, lo hará provisto del correspondiente cierre hidráulico. Se constituirá preferiblemente como último punto de la red horizontal, previo al pozo de resalto y acometida.
- 7 Salvo casos justificados, al separador de grasas sólo verterán las aguas afectadas de forma directa por los mencionados residuos. (grasas, aceites, etc.)
- 3 El pozo general del edificio será el punto de conexión entre las dos redes privada y pública. A él acometerán los distintos colectores procedentes del edificio, saliendo también de él la acometida a la red general.
- 4 Cuando la diferencia de cota sea superior a 1 m, se dispondrá un pozo de resalto como elemento de conexión de la red interior de evacuación y de la red exterior de alcantarillado o los sistemas de depuración.
- 5 Los registros para limpieza de colectores deben situarse en cada encuentro y cambio de dirección e intercalarlos en tramos rectos.

### 3.3.2 Elementos especiales

#### 3.3.2.1 Sistema de bombeo y elevación

- 1 Cuando la red interior o parte de ella se haya de instalar por debajo de la cota de salida al alcantarillado, se preverá un sistema de bombeo y elevación hasta dicha cota. A este sistema de bombeo no se verterán aguas pluviales en ningún caso, salvo por imperativos de diseño del edificio, tales como las aguas a recoger en patios interiores o rampas de acceso a garajes-aparcamientos, que quedan a un nivel inferior a la cota de salida por gravedad.
- 2 Las bombas deben ser de diseño especial, de tal manera que se garantice una protección adecuada contra las materias sólidas en suspensión. Serán al menos dos, con el fin de garantizar el servicio de forma permanente en casos de avería, reparaciones o sustituciones. De igual manera, si existe un grupo electrógeno en el edificio, las bombas se conectarán al mismo, o en su caso se dispondrá de uno de uso exclusivo o de batería adecuada para una autonomía de funcionamiento de al menos 24 horas.
- 3 Los pozos de bombeo servirán para el alojamiento, en su caso, de los sistemas de bombeo y elevación. Se proyectarán en lugares de fácil acceso para su registro y mantenimiento.
- 4 No se permitirá que en el depósito entren aguas que contengan grasas, aceites, gasolinas o cualquier líquido inflamable.
- 5 Se les dotará de una tubería de ventilación capaz de descargar adecuadamente el aire de la fosa de recepción.
- 6 El suministro eléctrico a estos equipos garantizará un nivel adecuado de seguridad y continuidad de servicio, y será compatible con las características de los equipos (frecuencia, tensión de alimentación, intensidad máxima admisible de las líneas, etc.).
- 7 Cuando la continuidad de servicio se considere esencial (para evitar, por ejemplo, inundaciones, contaminación por vertidos no depurados o imposibilidad de uso de la red de evacuación), se dispondrá un sistema de suministro eléctrico autónomo complementario.
- 8 En su conexión con el sistema exterior de alcantarillado se dispondrá un bucle antirreflujo de las aguas por encima del nivel de salida del sistema general de desagüe.

#### 3.3.2.2 Válvulas antirretorno de seguridad

- 1 Se instalarán válvulas antirretorno de seguridad para prevenir las posibles inundaciones cuando la red exterior de alcantarillado se sobrecargue, particularmente en sistemas mixtos (doble clapeta con cierre manual).

### 3.3.3 Subsistemas de ventilación de las instalaciones

- 1 Se dispondrán subsistemas de ventilación tanto en las redes de aguas residuales como pluviales. Los subsistemas que se utilizarán son los siguientes:
  - a) **Ventilación primaria:** consiste en la prolongación de la bajante por encima de la última planta hasta la cubierta de forma que quede en contacto con la atmósfera exterior y por encima de los locales habitados. Permite la evacuación del aire en la bajante para evitar sobrepresiones y/o subpresiones en la misma durante su funcionamiento.
  - b) **Ventilación secundaria** o paralela o cruzada: Tiene como misión evitar el exceso de presión en la base de la bajante, permitiendo la salida de aire comprimido en esta. Discurrirá paralela a la bajante, y se conectará a esta como se especifica en apartados posteriores.
  - c) **Ventilación terciaria** o de los cierres hidráulicos: Su misión es proteger los cierres hidráulicos contra el sifonamiento y el autosifonamiento. Lleva implícitas la ventilación primaria y la secundaria.
  - d) **Ventilación con válvulas de aireación-ventilación:** Unificarán los componentes de ventilación primaria, secundaria y terciaria. No es necesario salir al exterior, pudiendo instalarse en espacios tales como falsos techos y cámaras. Se admitirán sifones combinados.

#### 3.3.3.1 Ventilación primaria

- 1 Se considera suficiente como único sistema de ventilación en edificios de hasta 6 plantas de altura, o bien hasta 10 plantas si la bajante está sobredimensionada, con ramales de desagües inferiores a 5 m y cierres hidráulicos con la altura mínima prescrita.

- 2 Las bajantes de aguas residuales se prolongarán al menos 1,30 m por encima de la cubierta del edificio, si esta no es transitable. Si lo es, la prolongación será de al menos 2,00 m sobre el pavimento de la misma.
- 3 Cuando exista una toma de aire exterior para la climatización del edificio, la salida de la ventilación no estará situada a menos de 6 m de la misma y la sobrepasará en altura.
- 4 Cuando existan huecos de habitaciones vivideras a menos de 6 m de la ventilación, ésta se situará al menos 50 cm por encima de la cota máxima de dichos huecos.
- 5 La boca de ventilación estará convenientemente protegida contra la entrada de cuerpos extraños y su diseño será tal que la acción del viento favorezca la aspiración de los gases.
- 6 No se permitirá la existencia de terminaciones de columna bajo marquesinas o terrazas.

### 3.3.3.2 Ventilación secundaria

- 1 En los edificios no incluidos en el punto 1 del apartado anterior debe disponerse una ventilación secundaria que se conectará en plantas alternas a la bajante si el edificio tiene menos de 15 plantas, y en cada planta a partir de dicha altura.
- 2 La conexión en cada planta se realizará por encima de la acometida de los aparatos sanitarios.
- 3 En su parte superior la conexión se realizará al menos 1 m por encima del último aparato sanitario existente, e igualmente en su parte inferior se conectará con el colector de la red horizontal, en su generatriz superior y en el punto más cercano posible, a una distancia como máximo 10 veces el diámetro del mismo. Si esto no fuera posible, la conexión inferior se realizará en cualquier caso por debajo del último ramal.
- 4 La columna de ventilación terminará conectándose a la bajante, una vez rebasada la altura mencionada, o al igual que esta, se prolongará por encima de la cubierta del edificio.
- 5 Si existieran desviaciones de la bajante de más de 45°, la ventilación secundaria podrá realizarse o bien conectando por encima de la desviación la columna correspondiente al tramo posterior a esta o bien mediante columnas independientes para ambos tramos.

### 3.3.3.3 Ventilación terciaria

- 1 Se dispondrá de ventilación terciaria cuando la longitud de los ramales de desagüe sea superior a 5 m, o si el edificio tiene una altura superior a 14 plantas, independientemente de si son cierres hidráulicos con sifones individuales o con bote sifónico. Conectará los cierres hidráulicos con la columna de ventilación secundaria en sentido ascendente.
- 2 Se conectará a una distancia del cierre hidráulico entre 2 y 20 veces el diámetro de la tubería de desagüe del aparato.
- 3 La abertura de ventilación no estará nunca por debajo de la corona del sifón, estando así mismo realizada la toma por encima del eje vertical de la sección transversal, subiendo verticalmente con un ángulo no superior a 45° de la vertical.
- 4 Tendrán una pendiente mínima del 1% hacia la tubería de desagüe para recoger la condensación que se pudiera formar.
- 5 Los tramos horizontales estarán por lo menos 20 cm por encima del rebosadero del aparato sanitario cuyo sifón están ventilando.

### 3.3.3.4 Ventilación con válvulas de aireación

- 1 Se utilizarán cuando por criterios de diseño se decida combinar los elementos de las anteriores ventilaciones con el fin de no salir a niveles de cubierta y ahorrar el espacio ocupado por la ventilación secundaria. Se instalará una única válvula en edificios de hasta 5 plantas y en edificios de más altura, cada 4 plantas. En ramales de cierta entidad es recomendable instalar válvulas secundarias, pudiendo utilizarse sifones individuales combinados.

## 4 Dimensionado

- 1 Se aplicará un proceso de cálculo para un sistema separativo, es decir, se dimensionará la red de aguas residuales por un lado y la red de aguas pluviales por otro, de forma separada e independiente, para finalmente, mediante las oportunas conversiones, dimensionar un sistema mixto.

- Se utilizará el método de adjudicación de un número de Unidades de Desagüe (UD) a cada aparato sanitario y se considerará la aplicación del criterio de simultaneidad estimando el que su uso sea público o privado.

## 4.1 Dimensionado de la red de evacuación de aguas residuales

### 4.1.1 Red de pequeña evacuación de aguas residuales

#### 4.1.1.1 Derivaciones individuales

- La adjudicación de UD's a cada tipo de aparato y los diámetros mínimos de sifones y derivaciones individuales se establecen en la tabla 4.1 en función del uso privado o público.
- Para los desagües de tipo continuo o semicontinuo, tales como los de los equipos de climatización, bandejas de condensación, etc, se tomará 1 UD para 0,03 dm<sup>3</sup>/s estimados de caudal.

**Tabla 4.1 UD's correspondientes a los distintos aparatos sanitarios**

Tipo de aparato sanitario	Unidades de desagüe UD		Diámetro mínimo sifón y derivación individual [mm]	
	Uso privado	Uso público	Uso privado	Uso público
Lavabo	1	2	32	40
Bidé	2	3	32	40
Ducha	2	3	40	50
Bañera (con o sin ducha)	3	4	40	50
Inodoros	Con cisterna	4	5	100
	Con fluxómetro	8	10	100
Urinario	Pedestal	-	4	50
	Suspendido	-	2	40
	En batería	-	3.5	-
Fregadero	De cocina	3	6	40
	De laboratorio, restaurante, etc.	-	2	40
Lavadero	3	-	40	-
Vertedero	-	8	-	100
Fuente para beber	-	0.5	-	25
Sumidero sifónico	1	3	40	50
Lavavajillas	3	6	40	50
Lavadora	3	6	40	50
Cuarto de baño (lavabo, inodoro, bañera y bidé)	Inodoro con cisterna	7	-	100
	Inodoro con fluxómetro	8	-	100
Cuarto de aseo (lavabo, inodoro y ducha)	Inodoro con cisterna	6	-	100
	Inodoro con fluxómetro	8	-	100

- Los diámetros indicados en la tabla se considerarán válidos para ramales individuales con una longitud aproximada de 1,5 m. Si se supera esta longitud, se procederá a un cálculo pormenorizado del ramal, en función de la misma, su pendiente y caudal a evacuar.
- El diámetro de las conducciones se elegirá de forma que nunca sea inferior al diámetro de los tramos situados aguas arriba.
- Para el cálculo de las UD's de aparatos sanitarios o equipos que no estén incluidos en la tabla anterior, podrán utilizarse los valores que se indican en la tabla 4.2 en función del diámetro del tubo de desagüe:

**Tabla 4.2 UD's de otros aparatos sanitarios y equipos**

Diámetro del desagüe, mm	Número de UD's
32	1
40	2
50	3
60	4
80	5
100	6

#### 4.1.1.2 Botes sifónicos o sifones individuales

- Los sifones individuales tendrán el mismo diámetro que la válvula de desagüe conectada.

- 2 Los botes sifónicos se elegirán en función del número y tamaño de las entradas y con la altura mínima recomendada para evitar que la descarga de un aparato sanitario alto salga por otro de menor altura.

#### 4.1.1.3 Ramales colectores

- 1 Se utilizará la tabla 4.3 para el dimensionado de ramales colectores entre aparatos sanitarios y la bajante según el número máximo de unidades de desagüe y la pendiente del ramal colector.

**Tabla 4.3 UDs en los ramales colectores entre aparatos sanitarios y bajante**

Diámetro mm	Máximo número de UDs		
	1 %	Pendiente 2 %	4 %
32	-	1	1
40	-	2	3
50	-	6	8
65	-	12	15
80 <sup>(1)</sup>	-	25	35
100	85	95	115
125	180	234	280
150	330	440	580
200	870	1.150	1.680

<sup>(1)</sup> Máximo dos inodoros

#### 4.1.2 Bajantes de aguas residuales

- 1 El dimensionado de las bajantes se realizará de forma tal que no se rebase el límite de  $\pm 250$  Pa de variación de presión y para un caudal tal que la superficie ocupada por el agua no sea nunca superior a 1/3 de la sección transversal de la tubería.
- 2 El dimensionado de las bajantes se hará de acuerdo con la tabla 4.4 en que se hace corresponder el número de plantas del edificio con el número máximo de UDs y el diámetro que le correspondería a la bajante, conociendo que el diámetro de la misma será único en toda su altura y considerando también el máximo caudal que puede descargar en la bajante desde cada ramal sin contrapresiones en éste.

**Tabla 4.4 Diámetro de las bajantes según el número de alturas del edificio y el número de UDs**

Diámetro, mm	Máximo número de UDs, para una altura de bajante de:		Máximo número de UDs, en cada ramal para una altura de bajante de:	
	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas
50	10	25	6	6
65	20	40	12	10
80	30 <sup>(1)</sup>	60 <sup>(1)</sup>	25 <sup>(2)</sup>	15 <sup>(2)</sup>
100	240	500	115	90
125	540	1.100	280	200
150	960	1.900	980	350
200	2.200	3.600	1.680	600
250	3.800	5.600	2.500	1.000
300	6.000	8.400	3.900	1.500

<sup>(1)</sup> Máximo 6 inodoros

<sup>(2)</sup> Máximo 2 inodoros

- 3 Las desviaciones con respecto a la vertical, se **dimensionarán** con los siguientes criterios:
- Si la desviación forma un ángulo con la vertical inferior a 45°, no se requiere ningún cambio de sección.
  - Si la desviación forma un ángulo de más de 45°, se procederá de la manera siguiente.
    - el tramo de la bajante por encima de la desviación se dimensionará como se ha especificado de forma general;
    - el tramo de la desviación en sí, se dimensionará como un colector horizontal, aplicando una pendiente del 4% y considerando que no debe ser inferior al tramo anterior;
    - el tramo por debajo de la desviación adoptará un diámetro igual al mayor de los dos anteriores.

### 4.1.3 Colectores horizontales de aguas residuales

- 1 Los colectores horizontales se dimensionarán para funcionar a media de sección, hasta un máximo de tres cuartos de sección, bajo condiciones de flujo uniforme.
- 2 Mediante la utilización de la Tabla 4.5, obtenemos el diámetro en función del máximo número de UDs y de la pendiente.

**Tabla 4.5 Diámetro de los colectores horizontales en función del número máximo de UDs y la pendiente adoptada**

Diámetro mm	Máximo número de UDs		
	Pendiente		
	1 %	2 %	4 %
50	-	20	25
65	-	25	30
80	-	45	70
100	180	215	250
125	390	480	580
150	700	840	1.050
200	1.600	1.920	2.300
250	2.900	3.500	4.200
300	4.600	5.600	6.700
350	8.300	10.000	12.000

## 4.2 Dimensionado de la red de evacuación de aguas pluviales

- 1 El dimensionado de la red de evacuación de aguas pluviales se establecerá en función de los valores de intensidad, duración y frecuencia de la lluvia del mapa de intensidad pluviométrica del apéndice B.

### 4.2.1 Red de pequeña evacuación de aguas pluviales

- 1 El área de la superficie de paso del elemento filtrante de una caldereta será 1,5 a 2 veces mayor que la superficie de la tubería a la que se conecte.
- 2 En función de la superficie de cubierta a desaguar (en proyección horizontal) se recomienda que el número mínimo de sumideros a instalar sea el indicado por la tabla 4.6 aunque la forma de la cubierta puede aconsejar la disposición de un número mayor de puntos de recogida:

**Tabla 4.6 Número de sumideros y de superficie de cubierta**

Superficie de cubierta en proyección horizontal [m <sup>2</sup> ]	Número de sumideros
S < 100	2
100 ≤ S < 200	3
200 ≤ S < 500	4
S > 500	1 cada 150 m <sup>2</sup>

- 3 El número de puntos de recogida será, en todo caso, suficiente para que no haya desniveles superiores a 150 mm, pendientes máximas del 0,5 %, y evitar una sobrecarga excesiva de la cubierta.
- 4 Si no se colocan estos puntos de recogida se preverá de algún modo la evacuación de las aguas de precipitación, como por ejemplo colocando rebosaderos.

### 4.2.2 Canalones

- 1 El caudal máximo admisible de los canalones de evacuación de aguas pluviales de sección semicircular, en función del diámetro y de la pendiente, para una intensidad pluviométrica de  $i = 100$  mm/h, viene determinado en la tabla 4.7:

- 8
- 9
- 10
- 11

12

**Tabla 4.7 Máxima superficie de cubierta servida por canalones semicirculares, para un régimen pluviométrico de  $i = 100$  mm/h**

Diámetro nominal canalón, mm	Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal, m <sup>2</sup>			
	Pendiente del canalón			
	0.5 %	1 %	2 %	4 %
100	35	45	65	95
125	60	80	115	165
150	90	125	175	255
200	185	260	370	520
250	335	475	670	930

2 Puesto que el régimen pluviométrico no será siempre de 100 mm/h (ver Anexo para la localidad correspondiente), se debe aplicar un factor  $f$  de corrección tal que:

13

$$f = \frac{100}{i} \quad (4.1)$$

14  
15siendo

16i la densidad pluviométrica que se quiere considerar.

3 Igualmente, si la sección adoptada para el canalón no fuese semicircular, la sección cuadrangular equivalente debe ser un 10 % superior a la obtenida como sección semicircular.

#### 4.2.3 Bajantes de aguas pluviales

1 El diámetro correspondiente a la superficie, en proyección horizontal, servida por cada bajante de aguas pluviales se obtendrá de la tabla 4.8:

**Tabla 4.8 Máxima superficie proyectada servida por bajantes de pluviales para  $i = 100$  mm/h**

Diámetro nominal bajante, mm	Superficie en proyección horizontal servida, m <sup>2</sup>
50	65
65	120
80	205
100	430
125	805
150	1.255
200	2.700

17 (El cálculo de los valores de la Tabla está realizado a sección llena)

2 Igual que en el caso de los canalones, para intensidades distintas de 100 mm/h, se aplicará el factor  $f$  correspondiente.

#### 4.2.4 Colectores de aguas pluviales

1 Los colectores de aguas pluviales se calcularán a sección llena en régimen permanente.

2 Se utilizará la tabla 4.9, que relaciona la superficie máxima proyectada admisible con el diámetro y la pendiente del colector.

**Tabla 4.9 Superficie máxima admisible para distintas pendientes y diámetros de colector horizontal de recogida de aguas pluviales ( $i = 100$  mm/h)**

Diámetro nominal colector, mm	Superficie proyectada, m <sup>2</sup>		
	Pendiente del colector		
	1 %	2 %	4 %
80	75	110	155
100	175	245	350
125	310	440	620
150	500	700	1.000
200	1.070	1.510	2.140
250	1.920	2.710	3.850
300	3.090	4.370	6.190

### 4.3 Dimensionado de los colectores de tipo mixto

- 1 Según la metodología de este DB, para dimensionar los colectores de tipo mixto se transformarán las Unidades de Desagüe en superficies equivalentes de recogida de aguas, se sumarán éstas a las superficies proyectadas en horizontal reales y se dimensionarán las redes con las tablas dadas.
- 2 La transformación de las UD's en superficie equivalente se hará con los siguientes criterios:
  - a) para un número de UD's < 250 la superficie equivalente será de 90 m<sup>2</sup>;
  - b) para un número de UD's > 250 la superficie equivalente será de 0,36 x n° UD's m<sup>2</sup>.
- 18 Se calculará para un régimen pluviométrico de 100 mm/h, pero si el régimen pluviométrico fuera diferente, se multiplicarían los valores de las superficies equivalentes por el factor f de corrección indicado en 4.2.2.

## 4.4 Dimensionado de las redes de ventilación

### 4.4.1 Ventilación primaria

- 1 La ventilación primaria tendrá el mismo diámetro que la bajante de la que es prolongación, aunque a ella se conecte una columna de ventilación secundaria.

### 4.4.2 Ventilación secundaria

- 1 Será de diámetro constante en todo su recorrido.
- 2 Cuando existan desviaciones de la bajante, la columna de ventilación correspondiente al tramo anterior a la desviación se dimensionará para la carga de dicho tramo, y la correspondiente al tramo posterior a la desviación se dimensionará para la carga de toda la bajante.
- 3 La unión entre bajante y columna de ventilación se hará con un tramo corto de tubería y del mismo diámetro que dicha columna.
- 4 El diámetro de la columna de ventilación será al menos igual a la mitad del diámetro de la bajante a la que sirve
- 5 La Tabla 4.10 indica los diámetros nominales de la columna de ventilación secundaria y las máximas longitudes efectivas comprendidas entre dos o tres alturas del edificio. Se entrará en la tabla con el diámetro de la bajante y la longitud efectiva para obtener el diámetro de la columna de ventilación secundaria.

**Tabla 4.10 Dimensionado de la columna de ventilación secundaria**

Diámetro de la bajante, mm	UDs	Diámetro de la columna de ventilación secundaria, mm								
		32	40	50	65	80	100	125	150	200
		Máxima longitud efectiva, m								
32	2	9								
40	8	15	45							
50	10	9	30							
	24	7	14	40						
65	20	12	35	100						
	42	9	30	90						
80	30	8	18	60	150					
	60	6	15	24	120					
100	100		11	30	80	300				
	240		8	26	72	250				
	500		6	21	54	210				
125	300			10	22	100	280			
	540			8	20	90	260			
	1.100			6	15	60	210			
150	620				9	37	90	330		
	960				7	30	75	300		
	1.900				6	22	60	210		
200	1.000					14	37	140	380	
	1.400					12	30	120	360	
	2.200					9	24	105	330	
	3.600					8	18	75	250	
250	2.500						15	30	150	
	3.800						9	24	105	
	5.600						8	18	75	
300	4.000							15	30	
	6.000							9	24	
	8.400							8	18	

- 6 En el caso de conexiones a la ventilación en cada planta, los diámetros de la misma vienen dados por la tabla 4.11:

**Tabla 4.11 Diámetros de columnas de ventilación secundaria con uniones en cada planta**

Diámetro de la bajante, mm	Diámetro de la columna de ventilación, mm
40	32
50	32
65	40
80	40
100	50
125	65
150	80
200	100
250	125
300	150

#### 4.4.3 Ventilación terciaria

- 1 Los diámetros a tomar para las ventilaciones terciarias, así como sus longitudes máximas serán los de la tabla 4.12:

**Tabla 4.12 Diámetros y longitudes máximas de la ventilación terciaria**

Diámetro del ramal de desagüe, mm	Pendiente del ramal de desagüe, %	Máxima longitud del ramal de ventilación, m				
		Diámetro del ramal de ventilación, mm				
		32	40	50	65	80
32	2	>300				
40	2	>300	>300			
50	1	>300	>300	>300		
	2	>300	>300	>300		
65	1	300	>300	>300	>300	
	2	250	>300	>300	>300	
80	1	200	300	>300	>300	>300
	2	100	215	>300	>300	>300
100	1	40	110	300	>300	>300
	2	20	44	180	>300	>300
125	1		28	107	255	>300
	2		15	48	125	>300
150	1			37	96	>300
	2			18	47	>300

#### 4.5 Accesorios

- 1 En la tabla 4.13 se dan las dimensiones mínimas necesarias (longitud L y anchura A mínimas) de una arqueta según el diámetro del colector de salida de ésta.

**Tabla 4.13 Dimensiones de las arquetas**

L x A [cm]	Diámetro del colector de salida [mm]								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
	40 x 40	50 x 50	60 x 60	60 x 70	70 x 70	70 x 80	80 x 80	80 x 90	90 x 90

- 2 Para diámetros intermedios, se seleccionará la arqueta mayor.

#### 4.6 Dimensionado de los sistemas de bombeo y elevación

##### 4.6.1 Dimensionado del depósito de recepción

- 1 El dimensionado del depósito se hará de forma que se limite el número de arranques y paradas de las bombas, considerando aceptable que éstas sean 12 veces a la hora, como máximo.
- 2 El volumen de éste depósito se calculará con la expresión:

$$V_u = (3.600 / 12) \times Q_b \times 1/1.000 = 0,3 Q_b \quad (4.2)$$

- 3 En todo caso la capacidad del depósito no será superior a la mitad de la aportación media diaria de aguas residuales.
- 4 El caudal de entrada de aire al depósito será igual al de las bombas.
- 5 El diámetro del tubo de aireación podrá ser igual a la mitad del de la acometida y, al menos, de 80 mm.

#### 4.6.2 Cálculo de las Bombas de elevación

- 1 El caudal de cada bomba será igual o mayor del 125 % del caudal de aportación, siendo todas las bombas iguales.
- 2 La presión manométrica de la bomba se obtendrá como resultado de sumar:
  - a) la altura geométrica entre el punto más alto al que la bomba debe elevar las aguas y el nivel mínimo de las mismas en el depósito.
  - b) La pérdida de carga de la tubería, calculada por los métodos usuales, desde la boca de la bomba hasta el punto más elevado.
- 3 Desde el punto de conexión con el colector horizontal, o desde el punto de elevación, la tubería se dimensionará como cualquier otro colector horizontal por los métodos ya señalados.

## 5 Construcción

### 5.1 Ejecución de los puntos de captación

#### 5.1.1 Válvulas de desagüe

- 1 Su ensamblaje e interconexión se efectuará mediante juntas mecánicas con tuerca y junta tórica. Todas irán dotadas de su correspondiente tapón y cadeneta (salvo que sean automáticas o con dispositivo incorporado a la grifería), y juntas de estanqueidad para su acoplamiento al aparato sanitario.
- 2 Las rejillas de todas las válvulas serán de latón cromado o de acero inoxidable, excepto en fregaderos en los que serán necesariamente de acero inoxidable. La unión entre rejilla y válvula se realizará mediante tornillo de acero inoxidable roscado sobre tuerca de latón inserta en el cuerpo de la válvula.
- 3 En el montaje de válvulas no se permitirá la manipulación de las mismas, quedando expresamente prohibida la unión con enmasillado. Cuando el tubo sea de polipropileno, no se utilizará líquido soldador.

#### 5.1.2 Sifones individuales y botes sifónicos

- 1 Tanto los sifones individuales como los botes sifónicos serán accesibles en todos los casos y siempre desde el propio local en que se hallen instalados. Los cierres hidráulicos no quedarán tapados u ocultos por tabiques, forjados, etc., que dificulten o imposibiliten su acceso y mantenimiento. Los botes sifónicos empotrados en forjados sólo se podrán utilizar en condiciones ineludibles y justificadas de diseño.
- 2 Los sifones individuales llevarán en el fondo un dispositivo de registro con tapón roscado y se instalarán lo más cerca posible de la válvula de descarga del aparato sanitario o en el mismo aparato sanitario, para minimizar la longitud de tubería sucia en contacto con el ambiente.
- 3 La distancia máxima, en sentido vertical, entre la válvula de desagüe y la corona del sifón debe ser igual o inferior a 60 cm, para evitar la pérdida del sello hidráulico.
- 4 Cuando se instalen sifones individuales, se dispondrán en orden de menor a mayor altura de los respectivos cierres hidráulicos a partir de la embocadura a la bajante o al manguetón del inodoro, si es el caso, donde desembocarán los restantes aparatos aprovechando el máximo desnivel posible en el desagüe de cada uno de ellos. Así el más próximo a la bajante será la bañera, después el bidé y finalmente el o los lavabos.
- 5 No se permitirá la instalación de sifones antisucción, ni cualquier otro que por su diseño pueda permitir el vaciado del sello hidráulico por sifonamiento.

- 6 No se podrán conectar desagües procedentes de ningún otro tipo de aparato sanitario a botes sifónicos que recojan desagües de urinarios,
- 7 Los botes sifónicos quedarán enrasados con el pavimento y serán registrables mediante tapa de cierre hermético, estanca al aire y al agua.
- 8 La conexión de los ramales de desagüe al bote sifónico se realizará a una altura mínima de 20 mm y el tubo de salida como mínimo a 50 mm, formando así un cierre hidráulico. La conexión del tubo de salida a la bajante no se realizará a un nivel inferior al de la boca del bote para evitar la pérdida del sello hidráulico.
- 9 El diámetro de los botes sifónicos será como mínimo de 110 mm.
- 10 Los botes sifónicos llevarán incorporada una válvula de retención contra inundaciones con boya flotador y desmontable para acceder al interior. Así mismo, contarán con un tapón de registro de acceso directo al tubo de evacuación para eventuales atascos y obstrucciones.
- 11 No se permitirá la conexión al sifón de otro aparato del desagüe de electrodomésticos, aparatos de bombeo o fregaderos con triturador.

### 5.1.3 Calderetas o cazoletas y sumideros

- 1 Las terrazas deben tener una pendiente hacia las calderetas no mayor del 0,5 %.
- 2 La superficie de la boca de la caldereta será como mínimo un 50 % mayor que la sección de bajante a la que sirve. Tendrá una profundidad mínima de 15 cm y un solape también mínimo de 5 cm bajo el solado. Irán provistas de rejillas, planas en el caso de cubiertas transitables y esféricas en las no transitables.
- 3 En las cazoletas o calderetas, la impermeabilización penetrará en la bajante o ramal de derivación. Por encima de las mismas existirán 10 cm de solape.
- 4 Tanto en las bajantes mixtas como en las bajantes de pluviales, la caldereta se instalará en paralelo con la bajante, a fin de poder garantizar el funcionamiento de la columna de ventilación.
- 5 Los sumideros de recogida de aguas pluviales, tanto en cubiertas, como en terrazas y garajes serán de tipo sifónico, capaces de soportar, de forma constante, cargas de 100 kg/cm<sup>2</sup>. El sellado estanco entre al impermeabilizante y el sumidero se realizará mediante apriete mecánico tipo "brida" de la tapa del sumidero sobre el cuerpo del mismo. Así mismo, el impermeabilizante se protegerá con una brida de material plástico.
- 6 El sumidero, en su montaje, permitirá absorber diferencias de espesores de suelo, de hasta 90 mm.
- 7 El sumidero sifónico se dispondrá a una distancia de la bajante inferior o igual a 5 m, y se garantizará que en ningún punto de la cubierta se supera una altura de 15 cm de hormigón de pendiente. Su diámetro será superior a 1,5 veces el diámetro de la bajante a la que desagua.

### 5.1.4 Canales

- 1 Los canales, en general y salvo las siguientes especificaciones, se dispondrán con una pendiente mínima de 0,5%, con una ligera pendiente hacia el exterior.
- 2 Para la construcción de canales de zinc, se soldarán las piezas en todo su perímetro, las abrazaderas a las que se sujetará la chapa, se ajustarán a la forma de la misma y serán de pletina de acero galvanizado. Se colocarán estos elementos de sujeción a una distancia máxima de 50 cm e irá remetido al menos 15 mm de la línea de tejas del alero.
- 3 En canales de plástico, se puede establecer una pendiente mínima de 0,16%. En estos canales se unirán los diferentes perfiles con manguito de unión con junta de goma. La separación máxima entre ganchos de sujeción no excederá de 1 m, dejando espacio para las bajantes y uniones, aunque en zonas de nieve dicha distancia se reducirá a 0,70 m. Todos sus accesorios deben llevar una zona de dilatación de al menos 10 mm.
- 4 La conexión de canales al colector general de la red vertical aneja, en su caso, se hará a través de sumidero sifónico.

## 5.2 Ejecución de las redes de pequeña evacuación

- 1 Será estanca y no presentará exudaciones ni estará expuesta a obstrucciones.

- 2 Se evitarán los cambios bruscos de dirección y se utilizarán piezas especiales adecuadas. Se evitará el enfrentamiento de dos ramales sobre una misma tubería colectiva.
- 3 Se sujetarán mediante bridas o ganchos dispuestos cada 700 mm para tubos de diámetro no superior a 50 mm y cada 500 mm para diámetros superiores. Cuando la sujeción se realice a paramentos verticales, estos tendrán un espesor mínimo de 9 cm. Las abrazaderas de cuelgue de los forjados llevarán forro interior elástico y serán regulables para darles la pendiente adecuada.
- 4 En el caso de tuberías empotradas se aislarán para evitar corrosiones, aplastamientos o fugas. Igualmente, no quedarán sujetas a la obra con elementos rígidos tales como yesos o morteros.
- 5 En el caso de utilizar tuberías de gres, por la agresividad de las aguas, la sujeción no será rígida, evitando los morteros y utilizando en su lugar un cordón embreado y el resto relleno de asfalto.
- 6 Los pasos a través de forjados, o de cualquier elemento estructural, se harán con contratubo de material adecuado, con una holgura mínima de 10 mm, que se retacará con masilla asfáltica o material elástico.
- 7 Cuando el manguetón del inodoro sea de plástico, se acoplará al desagüe del aparato por medio de un sistema de junta de caucho de sellado hermético.

## 5.3 Ejecución de bajantes y ventilaciones

### 5.3.1 Ejecución de las bajantes

- 1 La bajante se ejecutará de manera que quede aplomada y fijada a la obra, cuyo espesor no debe ser menor de 12 cm, con elementos de agarre mínimos entre forjados. La fijación se realizará con una abrazadera de fijación en la zona de la embocadura, para que cada tramo de tubo sea autoportante, y una abrazadera de guiado en las zonas intermedias. La distancia entre abrazaderas debe ser de 15 veces el diámetro, y podrá tomarse la tabla siguiente como directriz, para tubos de 3 m:

Tabla 5.1

Diámetro del tubo en mm	40	50	75	110	125	160
Distancia en m	0,6	0,8	1,1	1,5	1,5	1,5

- 2 Las uniones de los tubos y piezas especiales de las bajantes de PVC se sellarán con colas sintéticas impermeables de gran adherencia dejando una holgura en la copa de 5 mm, aunque también se podrá realizar la unión mediante junta elástica.
- 3 En las bajantes de polipropileno, la unión entre tubería y accesorios, se realizará por soldadura en uno de sus extremos y junta deslizante (anillo adaptador) por el otro; montándose la tubería a media carrera de la copa, a fin de poder absorber las dilataciones o contracciones que se produzcan.
- 4 Para los tubos y piezas de gres se realizarán juntas a enchufe y cordón. Se rodeará el cordón con cuerda embreada u otro tipo de empaquetadura similar. Se incluirá este extremo en la copa o enchufe, fijando la posición debida y apretando dicha empaquetadura de forma que ocupe la cuarta parte de la altura total de la copa. El espacio restante se rellenará con mortero de cemento y arena de río en la proporción 1:1. Se retacará este mortero contra la pieza del cordón, en forma de bisel.
- 5 Para las bajantes de fundición, las juntas se realizarán a enchufe y cordón, rellenado el espacio libre entre copa y cordón con una empaquetadura que se retacará hasta que deje una profundidad libre de 25 mm. Así mismo, se podrán realizar juntas por bridas, tanto en tuberías normales como en piezas especiales.
- 6 Las bajantes, en cualquier caso, se mantendrán separadas de los paramentos, para, por un lado poder efectuar futuras reparaciones o acabados, y por otro lado no afectar a los mismos por las posibles condensaciones en la cara exterior de las mismas.
- 7 A las bajantes que discurriendo vistas, sea cual sea su material de constitución, se les presuponga un cierto riesgo de impacto, se les dotará de la adecuada protección que lo evite en lo posible.
- 8 En edificios de más de 10 plantas, se interrumpirá la verticalidad de la bajante, con el fin de disminuir el posible impacto de caída. La desviación debe preverse con piezas especiales o escudos de protección de la bajante y el ángulo de la desviación con la vertical debe ser superior a 60°, a fin de evitar posibles atascos. El reforzamiento se realizará con elementos de poliéster aplicados "in situ".

### 5.3.2 Ejecución de las redes de ventilación

- 1 Las ventilaciones primarias irán provistas del correspondiente accesorio estándar que garantice la estanqueidad permanente del remate entre impermeabilizante y tubería (solapador).
- 2 En las bajantes mixtas o residuales, que vayan dotadas de columna de ventilación paralela, ésta se montará lo más próxima posible a la bajante; para la interconexión entre ambas se utilizarán accesorios estándar del mismo material de la bajante, que garanticen la absorción de las distintas dilataciones que se produzcan en las dos conducciones, bajante y ventilación. Dicha interconexión se realizará en cualquier caso, en el sentido inverso al del flujo de las aguas, a fin de impedir que éstas penetren en la columna de ventilación.
- 3 Los pasos a través de forjados se harán en idénticas condiciones que para las bajantes, según el material de que se trate. Igualmente, dicha columna de ventilación debe quedar fijada a muro de espesor no menor de 9 cm, mediante abrazaderas, no menos de 2 por tubo y con distancias máximas de 150 cm.
- 4 La ventilación terciaria se conectará a una distancia del cierre hidráulico entre 2 y 20 veces el diámetro de la tubería. Se realizará en sentido ascendente o en todo caso horizontal por una de las paredes del local húmedo.
- 5 Las válvulas de aireación se montarán entre el último y el penúltimo aparato, y por encima, de 1 a 2 m, del nivel del flujo de los aparatos. Se colocarán en un lugar ventilado y accesible. La unión podrá ser por presión con junta de caucho o sellada con silicona.

## 5.4 Ejecución de albañales y colectores

### 5.4.1 Ejecución de la red horizontal vista y descolgada

- 1 El entronque con la bajante se mantendrá libre de conexiones de desagüe a una distancia  $\geq 1$  m a ambos lados.
- 2 Se situará un tapón de registro en cada entronque y en tramos rectos cada 15 m, que se instalarán en la mitad superior de la tubería.
- 3 En los cambios de dirección se situarán codos de 45°, con registro roscado.
- 4 La separación entre abrazaderas será función de la flecha máxima admisible por el tipo de tubo, siendo:
  - a) en tubos de PVC y para todos los diámetros, 0,3 cm;
  - b) en tubos de fundición, y para todos los diámetros, 0,3 cm.
- 5 De manera orientativa, aunque se debe comprobar la flecha máxima citada, se incluirán abrazaderas cada 1,50 m, para todo tipo de tubos, y la red quedará separada de la cara inferior del forjado un mínimo de 5 cm. Estas abrazaderas, con las que se sujetarán al forjado, serán de hierro galvanizado y dispondrán de forro interior elástico, siendo regulables para darles la pendiente deseada. Se dispondrán sin apriete en las gargantas de cada accesorio, estableciéndose de ésta forma los puntos fijos; los restantes soportes serán deslizantes y soportarán únicamente la red.
- 6 Cuando la generatriz superior del tubo quede a más de 25 cm del forjado que la sustenta, todos los puntos fijos de anclaje de la instalación se realizarán mediante silletas o trapecios de fijación, por medio de tirantes anclados al forjado en ambos sentidos (aguas arriba y aguas abajo) del eje de la conducción, a fin de evitar el desplazamiento de dichos puntos por pandeo del soporte.
- 7 En todos los casos se instalarán los absorbedores de dilatación necesarios. En tuberías encoladas se utilizarán manguitos de dilatación o uniones mixtas (encoladas con juntas de goma) cada 10 m.
- 8 La tubería principal se prolongará 30 cm desde la primera toma para resolver posibles obturaciones.
- 9 Los pasos a través de elementos de fábrica se harán con contra-tubo de algún material adecuado, con las holguras correspondientes, según se ha indicado para las bajantes.

### 5.4.2 Ejecución de la red horizontal enterrada

- 1 La unión de la bajante a la arqueta se realizará mediante un manguito deslizante arenado previamente y recibido a la arqueta. Este arenado permitirá ser recibido con mortero de cemento en la arqueta, garantizando de esta forma una unión estanca.

- 2 Si la distancia de la bajante a la arqueta de pie de bajante es larga se colocará el tramo de tubo entre ambas sobre un soporte adecuado, que no limite el movimiento de este, para impedir que funcione como ménsula.
- 3 Para la unión de los distintos tramos de tubos dentro de las zanjas, se considerará la compatibilidad de materiales y sus tipos de unión:
  - a) para tuberías de hormigón, las uniones serán mediante corchetes de hormigón en masa;
  - b) para tuberías de PVC, no se admitirán las uniones fabricadas mediante soldadura o pegamento de diversos elementos, las uniones entre tubos serán de enchufe o cordón con junta de goma, o pegado mediante adhesivos.
- 4 Cuando exista la posibilidad de invasión de la red por raíces de las plantaciones inmediatas a esta, se tomarán las medidas adecuadas para impedirlo tales como mallas de geotextil.

### 5.4.3 Ejecución de las zanjas

- 1 Las zanjas se ejecutarán en función de las características del terreno y de los materiales de las canalizaciones a enterrar. Se considerarán tuberías más deformables que el terreno las de materiales plásticos, y menos deformables que el terreno las de fundición, hormigón y gres.
- 2 Sin perjuicio del estudio particular del terreno que pueda ser necesario, se podrán tomar de forma general, las siguientes medidas.

#### 5.4.3.1 Zanjas para tuberías de materiales plásticos

- 1 Las zanjas serán de paredes verticales. Su anchura será el diámetro del tubo más 500 mm, y como mínimo de 0,60 m.
- 2 Su profundidad vendrá definida en el proyecto, siendo función de las pendientes adoptadas. Si la tubería discurre bajo calzada, se adoptará una profundidad mínima de 80 cm, desde la clave hasta la rasante del terreno.
- 3 Los tubos se apoyarán en toda su longitud sobre un lecho de material granular (arena/grava) o tierra exenta de piedras de un grueso mínimo de 10 + diámetro exterior/ 10 cm. Se compactarán los laterales y se dejarán al descubierto las uniones hasta haberse realizado las pruebas de estanqueidad. El relleno se realizará por capas de 10 cm, compactando, hasta 30 cm del nivel superior en que se realizará un último vertido y la compactación final.
- 4 La base de la zanja, cuando se trate de terrenos poco consistentes, será un lecho de hormigón en toda su longitud. El espesor de este lecho de hormigón será de 15 cm y sobre él irá el lecho descrito en el párrafo anterior.

#### 5.4.3.2 Zanjas para tuberías de fundición, hormigón y gres

- 1 Además de las prescripciones dadas para las tuberías de materiales plásticos se cumplirán las siguientes.
- 2 El lecho de apoyo se interrumpirá reservando unos nichos en la zona donde irán situadas las juntas de unión.
- 3 Una vez situada la tubería, se rellenarán los flancos para evitar que queden huecos y se compactarán los laterales hasta el nivel del plano horizontal que pasa por el eje del tubo. Se utilizará relleno que no contenga piedras o terrones de más de 3 cm de diámetro y tal que el material pulverulento, diámetro inferior a 0,1 mm, no supere el 12 %. Se proseguirá el relleno de los laterales hasta 15 cm por encima del nivel de la clave del tubo y se compactará nuevamente. La compactación de las capas sucesivas se realizará por capas no superiores a 30 cm y se utilizará material exento de piedras de diámetro superior a 1 cm.

### 5.4.4 Protección de las tuberías de fundición enterradas

- 1 En general se seguirán las instrucciones dadas para las demás tuberías en cuanto a su enterramiento, con las prescripciones correspondientes a las protecciones a tomar relativas a las características de los terrenos particularmente agresivos.

- 2 Se definirán como terrenos particularmente agresivos los que presenten algunas de las características siguientes:
  - a) baja resistividad: valor inferior a  $1.000 \Omega \times \text{cm}$ ;
  - b) reacción ácida:  $\text{pH} < 6$ ;
  - c) contenido en cloruros superior a 300 mg por kg de tierra;
  - d) contenido en sulfatos superior a 500 mg por kg de tierra;
  - e) indicios de sulfuros;
  - f) débil valor del potencial redox: valor inferior a +100 mV.
- 3 En este caso, se podrá evitar su acción mediante la aportación de tierras químicamente neutras o de reacción básica (por adición de cal), empleando tubos con revestimientos especiales y empleando protecciones exteriores mediante fundas de film de polietileno.
- 4 En éste último caso, se utilizará tubo de PE de 0,2 mm de espesor y de diámetro superior al tubo de fundición. Como complemento, se utilizará alambre de acero con recubrimiento plastificador y tiras adhesivas de film de PE de unos 50 mm de ancho.
- 5 La protección de la tubería se realizará durante su montaje, mediante un primer tubo de PE que servirá de funda al tubo de fundición e irá colocado a lo largo de éste dejando al descubierto sus extremos y un segundo tubo de 70 cm de longitud, aproximadamente, que hará de funda de la unión.

## 5.4.5 Ejecución de los elementos de conexión de las redes enterradas

### 5.4.5.1 Arquetas

- 1 Si son fabricadas "in situ" podrán ser construidas con fábrica de ladrillo macizo de medio pie de espesor, enfoscada y bruñida interiormente, se apoyarán sobre una solera de hormigón H-100 de 10 cm de espesor y se cubrirán con una tapa de hormigón prefabricado de 5 cm de espesor. El espesor de las realizadas con hormigón será de 10 cm. La tapa será hermética con junta de goma para evitar el paso de olores y gases.
- 2 Las arquetas sumidero se cubrirán con rejilla metálica apoyada sobre angulares. Cuando estas arquetas sumideros tengan dimensiones considerables, como en el caso de rampas de garajes, la rejilla plana será desmontable. El desagüe se realizará por uno de sus laterales, con un diámetro mínimo de 110 mm, vertiendo a una arqueta sifónica o a un separador de grasas y fangos.
- 3 En las arquetas sifónicas, el conducto de salida de las aguas irá provisto de un codo de  $90^\circ$ , siendo el espesor de la lámina de agua de 45 cm.
- 4 Los encuentros de las paredes laterales se deben realizar a media caña, para evitar el depósito de materias sólidas en las esquinas. Igualmente, se conducirán las aguas entre la entrada y la salida mediante medias cañas realizadas sobre cama de hormigón formando pendiente.

### 5.4.5.2 Pozos

- 1 Si son fabricados "in situ", se construirán con fábrica de ladrillo macizo de 1 pie de espesor que irá enfoscada y bruñida interiormente. Se apoyará sobre solera de hormigón H-100 de 20 cm de espesor y se cubrirá con una tapa hermética de hierro fundido. Los prefabricados tendrán unas prestaciones similares.

### 5.4.5.3 Separadores

- 1 Si son fabricados "in situ", se construirán con fábrica de ladrillo macizo de 1 pie de espesor que irá enfoscada y bruñida interiormente. Se apoyará sobre solera de hormigón H-100 de 20 cm de espesor y se cubrirá con una tapa hermética de hierro fundido, practicable.
- 2 En el caso que el separador se construya en hormigón, el espesor de las paredes será como mínimo de 10 cm y la solera de 15 cm.
- 3 Cuando se exija por las condiciones de evacuación se utilizará un separador con dos etapas de tratamiento: en la primera se realizará un pozo separador de fango, en donde se depositarán las materias gruesas, en la segunda se hará un pozo separador de grasas, cayendo al fondo del mismo las materias ligeras.
- 4 En todo caso, deben estar dotados de una eficaz ventilación, que se realizará con tubo de 100 mm, hasta la cubierta del edificio.

- 5 El material de revestimiento será inatacable pudiendo realizarse mediante materiales cerámicos o vidriados.
- 6 El conducto de alimentación al separador llevará un sifón tal que su generatriz inferior esté a 5 cm sobre el nivel del agua en el separador siendo de 10 cm la distancia del primer tabique interior al conducto de llegada. Estos serán inamovibles sobresaliendo 20 cm del nivel de aceites y teniendo, como mínimo, otros 20 cm de altura mínima sumergida. Su separación entre sí será, como mínimo, la anchura total del separador de grasas. Los conductos de evacuación serán de gres vidriado con una pendiente mínima del 3 % para facilitar una rápida evacuación a la red general.

## 5.5 Ejecución de los sistemas de elevación y bombeo

### 5.5.1 Fosa de recepción

- 1 El depósito acumulador de aguas residuales debe ser de construcción estanca para evitar la salida de malos olores y estará dotado de una tubería de ventilación con un diámetro igual a la mitad del de acometida y como mínimo de 80 mm.
- 2 Tendrá, preferiblemente, en planta una superficie de sección circular, para evitar la acumulación de depósitos sólidos.
- 3 Debe quedar un mínimo de 10 cm entre el nivel máximo del agua en el depósito y la generatriz inferior de la tubería de acometida, o de la parte más baja de las generatrices inferiores de las tuberías de acometida, para evitar su inundación y permitir la circulación del aire.
- 4 Se dejarán al menos 20 cm entre el nivel mínimo del agua en el depósito y el fondo para que la boca de aspiración de la bomba esté siempre sumergida, aunque esta cota podrá variar según requisitos específicos del fabricante.
- 5 Es recomendable que la altura total sea de al menos 1 m, a la que habrá que añadir la diferencia de cota entre el nivel del suelo y la generatriz inferior de la tubería, para obtener la profundidad total del depósito.
- 6 Cuando se utilicen bombas de tipo sumergible, se alojarán en una fosa para reducir la cantidad de agua que queda por debajo de la boca de aspiración. La misma forma podrá tener el fondo del tanque cuando existan dos cámaras, una para recibir las aguas (fosa húmeda) y otra para alojar las bombas (fosa seca).
- 7 El fondo del tanque debe tener una pendiente mínima del 25 %.
- 8 El caudal de entrada de aire al tanque debe ser igual al de la bomba.

### 5.5.2 Dispositivos de elevación y control

- 1 Las bombas serán de diseño especial, de forma que se garantice una protección adecuada contra las materias sólidas en suspensión en el agua.
- 2 Para controlar la marcha y parada de la bomba se utilizarán interruptores de nivel, instalados en los niveles alto y bajo respectivamente. Se instalará además un nivel de alarma por encima del nivel superior y otro de seguridad por debajo del nivel mínimo.
- 3 Si las bombas son dos o más, se multiplicará proporcionalmente el número de interruptores. Se añadirá, además un dispositivo para alternar el funcionamiento de las bombas con el fin de mantenerlas en igual estado de uso, con un funcionamiento de las bombas secuencial.
- 4 Cuando exista riesgo de flotación de los equipos, éstos se fijarán a su alojamiento para evitar dicho riesgo. En caso de existencia de fosa seca, ésta dispondrá de espacio suficiente para que haya, al menos, 600 mm alrededor y por encima de las partes o componentes que puedan necesitar mantenimiento. Igualmente, se le dotará de sumidero de al menos 100 mm de diámetro, ventilación adecuada e iluminación mínima de 200 lux.
- 5 Todas las conexiones de las tuberías del sistema de bombeo y elevación estarán dotadas de los elementos necesarios para la no transmisión de ruidos y vibraciones. La fosa de recepción que contenga residuos fecales no estará integrada en la estructura del edificio.
- 6 En la entrada del equipo se dispondrá una llave de corte, así como a la salida y después de la válvula de retención. No se realizará conexión alguna en la tubería de descarga del sistema. No se conectará la tubería de descarga a bajante de cualquier tipo. La conexión con el colector de desagüe se hará siempre por gravedad. En la tubería de descarga no se colocarán válvulas de aireación.

## 5.6 Pruebas

### 5.6.1 Pruebas de estanqueidad parcial

- 1 Se realizarán pruebas de estanqueidad parcial descargando cada aparato aislado o simultáneamente, verificando los tiempos de desagüe, los fenómenos de sifonado que se produzcan en el propio aparato o en los demás conectados a la red, ruidos en desagües y tuberías y comprobación de cierres hidráulicos.
- 2 No se admitirá que quede en el sifón de un aparato una altura de cierre hidráulico inferior a 25 mm.
- 3 Las pruebas de vaciado se realizarán abriendo los grifos de los aparatos, con los caudales mínimos considerados para cada uno de ellos y con la válvula de desagüe asimismo abierta: No se acumulará agua en el aparato en el tiempo mínimo de 1 minuto.
- 4 En la red horizontal se probará cada tramo de tubería, para garantizar su estanqueidad introduciendo agua a presión (entre 0,3 y 0,6 bar) durante diez minutos.
- 5 Las arquetas y pozos de registro se someterán a idénticas pruebas llenándolos previamente de agua y observando si se advierte o no un descenso de nivel.
- 6 Se controlarán al 100 % las uniones, entronques y/o derivaciones.

### 5.6.2 Pruebas de estanqueidad total

- 1 Las pruebas deben hacerse sobre el sistema total, bien de una sola vez o por partes podrán según las prescripciones siguientes.

### 5.6.3 Prueba con agua

- 1 La prueba con agua se efectuará sobre las redes de evacuación de aguas residuales y pluviales. Para ello, se taponarán todos los terminales de las tuberías de evacuación, excepto los de cubierta, y se llenará la red con agua hasta rebosar.
- 2 La presión a la que debe estar sometida cualquier parte de la red no debe ser inferior a 0,3 bar, ni superar el máximo de 1 bar.
- 3 Si el sistema fuese más alto de 10 m de columna de agua (1 bar), se efectuarán las pruebas por fases, subdividiendo la red en partes en sentido vertical.
- 4 Si se prueba la red por partes, se hará con presiones entre 0,3 y 0,6 bar, suficientes para detectar fugas.
- 5 Si la red de ventilación está realizada en el momento de la prueba, se le someterá al mismo régimen que al resto de la red de evacuación.
- 6 La prueba se dará por terminada solamente cuando ninguna de las uniones acusen pérdida de agua.

### 5.6.4 Prueba con aire

- 1 La prueba con aire se realizará de forma similar a la prueba con agua, salvo que la presión a la que se someterá la red será entre 0,5 y 1 bar como máximo.
- 2 Esta prueba se considerará satisfactoria cuando la presión se mantenga constante durante unos minutos.

### 5.6.5 Prueba con humo

- 1 La prueba con humo se efectuará sobre la red de aguas residuales y su correspondiente red de ventilación.
- 2 Debe utilizarse un producto que produzca un humo espeso y que, además, tenga un fuerte olor.
- 3 La introducción del producto se hará por medio de máquinas o bombas y se efectuará en la parte baja del sistema, desde distintos puntos si es necesario, para inundar completamente el sistema, después de haber llenado con agua todos los cierres hidráulicos.

- 4 Cuando el humo comience a aparecer por los terminales de cubierta del sistema, se taponarán éstos a fin de mantener una presión de gases de 250 Pa.
- 5 El sistema debe resistir durante su funcionamiento fluctuaciones de  $\pm 250$  Pa, para las cuales ha sido diseñado, sin pérdida de estanqueidad en los cierres hidráulicos.
- 6 La prueba se considerará satisfactoria cuando no se detecte presencia de humo y olores en el interior del edificio.

## 6 Productos de construcción

### 6.1 Características generales de los materiales

- 1 De forma general, las características de los materiales definidos para estas instalaciones serán:
  - a) Resistencia a la fuerte agresividad de las aguas a evacuar.
  - b) Impermeabilidad total a líquidos y gases.
  - c) Suficiente resistencia a las cargas externas.
  - d) Flexibilidad para poder absorber sus movimientos.
  - e) Lisura interior.
  - f) Resistencia a la abrasión.
  - g) Resistencia a la corrosión.
  - h) Absorción de ruidos, producidos y transmitidos.

### 6.2 Criterios generales

- 1 De forma general se adoptarán las siguientes recomendaciones:
  - a) los materiales porosos no son recomendables para redes enterradas en zonas ajardinadas, para evitar su deterioro por las raíces;
  - b) la fundición ligera es recomendable en tramos que deban resistir esfuerzos mecánicos;
  - c) el uso de tubos de PVC o PVC clorado exigirá la consideración de los movimientos de contracción / dilatación asociados a su alto coeficiente de dilatación térmica lineal;
  - d) los tubos de PVC o CPVC no se usarán en exteriores, salvo que su composición lo permita;
  - e) la fundición tiene un buen comportamiento acústico.

### 6.3 Materiales de las canalizaciones

- 1 Conforme a lo ya establecido, se consideran adecuadas para las instalaciones de evacuación de residuos las canalizaciones que tengan las características específicas establecidas en las siguientes normas:
  - a) Tuberías de fundición según normas UNE EN 545:2002, UNE EN 598:1996, UNE EN 877:2000.
  - b) Tuberías de PVC según normas UNE EN 1329-1:1999, UNE EN 1401-1:1998, UNE EN 1453-1:2000, UNE EN 1456-1:2002, UNE EN 1566-1:1999.
  - c) Tuberías de polipropileno (PP) según norma UNE EN 1852-1:1998.
  - d) Tuberías de gres según norma UNE EN 295-1:1999.
  - e) Tuberías de hormigón según norma UNE 127010:1995 EX.

### 6.4 Materiales de los puntos de captación

#### 6.4.1 Sifones

- 1 Serán lisos y de un material resistente a las aguas evacuadas, con un espesor mínimo de 3 mm.

#### 6.4.2 Calderetas

- 1 Podrán ser de cualquier material que reúna las condiciones de estanquidad, resistencia y perfecto acoplamiento a los materiales de cubierta, terraza o patio.

## 6.5 Condiciones de los materiales de los accesorios

- 1 Cumplirán las siguientes condiciones:
  - a) Cualquier elemento metálico o no que sea necesario para la perfecta ejecución de estas instalaciones reunirá en cuanto a su material, las mismas condiciones exigidas para la canalización en que se inserte.
  - b) Las piezas de fundición destinadas a tapas, sumideros, válvulas, etc., cumplirán las condiciones exigidas para las tuberías de fundición.
  - c) Las bridas, presillas y demás elementos destinados a la fijación de bajantes serán de hierro metalizado o galvanizado.
  - d) Cuando se trate de bajantes de material plástico se intercalará, entre la abrazadera y la bajante, un manguito de plástico.
  - e) Igualmente cumplirán estas prescripciones todos los herrajes que se utilicen en la ejecución, tales como peldaños de pozos, tuercas y y bridas de presión en las tapas de registro, etc.

## 7 Mantenimiento y conservación

- 1 Para un correcto funcionamiento de la instalación de saneamiento, se debe comprobar periódicamente la estanqueidad general de la red con sus posibles fugas, la existencia de olores y el mantenimiento del resto de elementos.
- 2 Se revisarán y desatascarán los sifones y válvulas, cada vez que se produzca una disminución apreciable del caudal de evacuación, o haya obstrucciones.
- 3 Cada 6 meses se limpiarán los sumideros de locales húmedos y cubiertas transitables, y los botes sifónicos. Los sumideros y calderetas de cubiertas no transitables se limpiarán, al menos, una vez al año.
- 4 Una vez al año se revisarán los colectores suspendidos, se limpiarán las arquetas sumidero y el resto de posibles elementos de la instalación tales como pozos de registro, bombas de elevación.
- 5 Cada 10 años se procederá a la limpieza de arquetas de pie de bajante, de paso y sifónicas o antes si se apreciaran olores.
- 6 Cada 6 meses se limpiará el separador de grasas y fangos si este existiera.
- 7 Se mantendrá el agua permanentemente en los sumideros, botes sifónicos y sifones individuales para evitar malos olores, así como se limpiarán los de terrazas y cubiertas.

## Apéndice A. Terminología

**Acometida:** conjunto de conducciones, accesorios y uniones instalados fuera de los límites del edificio, que enlazan la red de evacuación de éste a la red general de saneamiento o al sistema de depuración.

**Aguas pluviales:** aguas procedentes de precipitación natural, básicamente sin contaminar.

**Aguas residuales:** las aguas contaminadas por su utilización con mayor o menor presencia de residuos según sean aguas residuales negras o grises.

**Aguas residuales comunes:** las aguas residuales que proceden de la utilización de los aparatos sanitarios comunes de los edificios.

**Aguas residuales grises:** aquellas aguas residuales que no contienen materias fecales u orina.

**Aguas residuales industriales:** las aguas residuales procedentes de procesos industriales incluidas las procedentes de los sistemas de climatización o refrigeración.

**Aguas residuales negras:** aquellas aguas residuales que contienen materias fecales u orina.

**Altura de cierre hidráulico:** la altura de la columna de agua que habría que evacuar de un sifón completamente lleno antes de que, a la presión atmosférica, los gases y los olores pudiesen salir del sifón hacia el exterior.

**Aparato sanitario:** dispositivo empleado para el suministro local de agua para uso sanitario en los edificios, así como para su evacuación.

**Aparatos sanitarios domésticos:** elementos pertenecientes al equipamiento higiénico de los edificios que están alimentados por agua y son utilizados para la limpieza o el lavado, tales como bañeras, duchas, lavabos, bidés, inodoros, urinarios, fregaderos, lavavajillas y lavadoras automáticas.

**Aparatos sanitarios industriales:** aparatos sanitarios de uso específico en cocinas comerciales, lavanderías, laboratorios, hospitales, etc.

**Cierre hidráulico:** o sello hidráulico, es un dispositivo que retiene una determinada cantidad de agua que impide el paso de aire fétido desde la red de evacuación a los locales donde están instalados los aparatos sanitarios, sin afectar el flujo del agua a través de él.

**Coefficiente de rugosidad "n":** es un coeficiente adimensional que depende de la rugosidad, grado de suciedad y diámetro de la tubería.

**Colector de desagüe:** tubería de evacuación horizontal y pendienteada hacia la correspondiente dirección e instalada en los edificios como parte de su sistema general de desagüe.

**Cota de evacuación:** diferencia de altura entre el punto de vertido más bajo en el edificio y el de conexión a la red de vertido. En ocasiones será necesaria la colocación de un sistema de bombeo para evacuar parte de las aguas residuales generadas en el edificio.

**Diámetro exterior:** diámetro exterior medio de la tubería en cualquier sección transversal.

**Diámetro interior:** diámetro interior medio de la tubería en cualquier sección transversal.

**Diámetro nominal (DN):** designación numérica de la dimensión que corresponde al número redondeado más aproximado al valor real del diámetro, en mm.

**Flujo en conducciones horizontales:** depende de la fuerza de gravedad que es inducida por la pendiente de la tubería y la altura del agua en la misma. El flujo uniforme se alcanza cuando el agua ha tenido tiempo suficiente de llegar a un estado en el que la pendiente de su superficie libre es igual a la de la tubería.

**Flujo en conducciones verticales:** depende esencialmente del caudal, función a su vez del diámetro de la tubería y de la relación entre la superficie transversal de la lámina de agua y la superficie transversal de la tubería.

**Longitud efectiva:** de una red de ventilación, es igual a la longitud equivalente dividida por 1,5, para incluir sin pormenorizar, las pérdidas localizadas por elementos singulares de la red..

**Longitud equivalente:** de una red de ventilación, depende del diámetro de la tubería, de su coeficiente de fricción y del caudal de aire (función a su vez del caudal de agua), expresándose:

19  $L = 2,58 \times 10^{-7} \times (d^5 / (f \times q^2))$

20 Siendo:

21 d diámetro de la tubería, en mm

22 f coeficiente de fricción, adimensional

q caudal de aire, en dm<sup>3</sup>/s

23 Para una presión de 250 Pa.

**Manguito de dilatación:** accesorio con la función de absorber las dilataciones y contracciones lineales de las conducciones provocadas por cambios de temperatura.

**Manguito intermedio:** accesorio destinado a compensar las diferencias de dimensión o de material en las uniones entre tuberías.

**Nivel de llenado:** Relación entre la altura del agua y el diámetro interior de la tubería.

**Período de retorno:** o frecuencia de la lluvia, es el número de años en que se considera se superará una vez como promedio la intensidad de lluvia máxima adoptada.

**Radio hidráulico:** o profundidad hidráulica, es la relación entre la superficie transversal del flujo y el perímetro mojado de la superficie de la tubería. Para tuberías de sección circular y con flujo a sección llena o a mitad de la sección, la profundidad hidráulica media es igual a un cuarto del diámetro de la conducción.

**Red de evacuación:** conjunto de conducciones, accesorios y uniones utilizados para recoger y evacuar las aguas residuales y pluviales de un edificio.

**Red general de saneamiento:** conjunto de conducciones, accesorios y uniones utilizados para recoger y evacuar las aguas residuales y pluviales de los edificios.

**Reflujo:** Flujo de las aguas en dirección contraria a la prevista para su evacuación.

**Salto hidráulico:** diferencia entre el régimen de velocidad en la canalización vertical y la canalización horizontal, que conlleva un considerable incremento de la profundidad de llenado en la segunda. Depende de la velocidad de entrada del agua en el colector horizontal, de la pendiente del mismo, de su diámetro, del caudal existente y de la rugosidad del material.

**Sifonamiento:** fenómeno de expulsión del agua fuera del sello hidráulico por efecto de las variaciones de presión en los sistemas de evacuación y ventilación.

**Sistema de depuración:** instalación destinada a la realización de un tratamiento de las aguas residuales previo a su vertido.

**Sistema de desagüe:** es el formado por los equipos y componentes que recogen las aguas a evacuar y las conducen al exterior de los edificios.

**Sistema de elevación y bombeo:** conjunto de dispositivos para la recogida y elevación automática de las aguas procedentes de una red de evacuación o de parte de la misma, hasta la cota correspondiente de salida al alcantarillado.

**Tubería de ventilación:** tubería destinada a limitar las fluctuaciones de presión en el interior del sistema de tuberías de descarga.

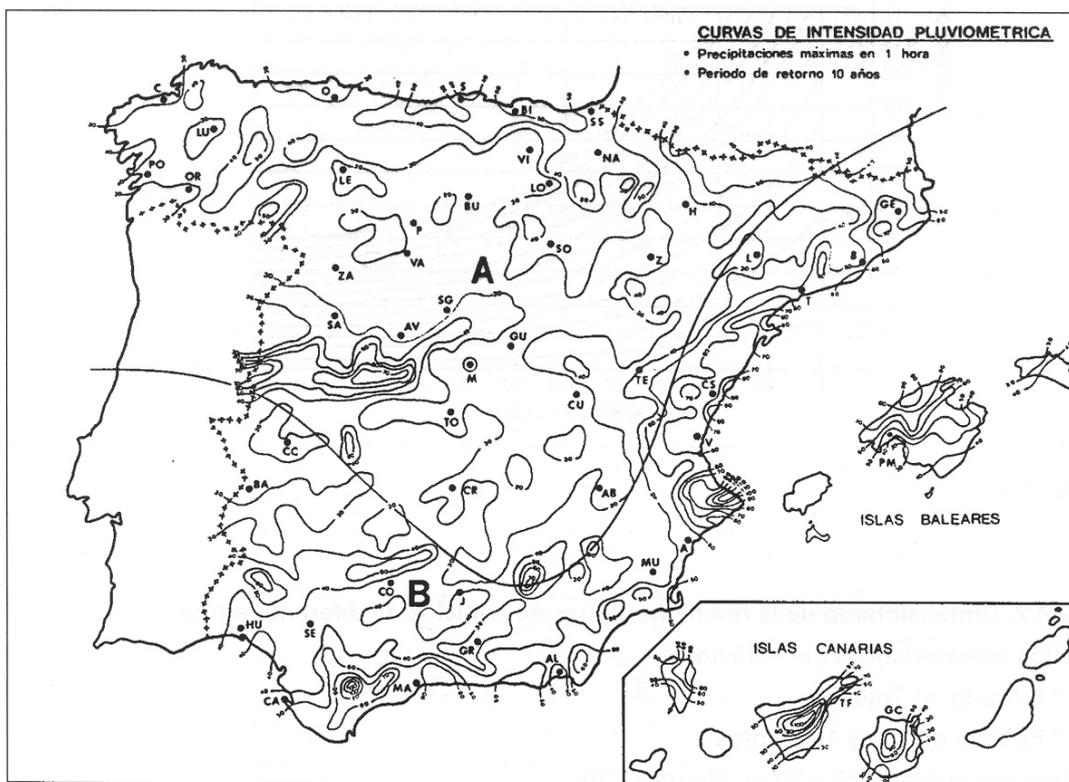
**Unidad de desagüe:** es un caudal que corresponde a  $0,47 \text{ dm}^3/\text{s}$  y representa el peso que un aparato sanitario tiene en la evaluación de los diámetros de una red de evacuación.

**Válvula de retención o antirretorno:** dispositivo que permite el paso del fluido en un solo sentido, impidiendo los retornos no deseados.

**Válvula de aireación:** válvula que permite la entrada de aire en el sistema pero no su salida, a fin de limitar las fluctuaciones de presión dentro del sistema de desagüe.



## Apéndice B. Mapa de intensidad pluviométrica





## Apéndice C. Normativa de referencia

**UNE EN 295-1:1999** “Tuberías de gres, accesorios y juntas para saneamiento. Parte 1: Requisitos”.

**UNE EN 295-2:2000** “Tuberías de gres, accesorios y juntas para saneamiento. Parte 2: Control de calidad y muestreo”.

**UNE EN 295-4/AC:1998** “Tuberías de gres, accesorios y juntas para saneamiento. Parte 4: Requisitos para accesorios especiales, adaptadores y accesorios compatibles”.

**UNE EN 295-5/AI:1999** “Tuberías de gres, accesorios y juntas para saneamiento. Parte 4: Requisitos para tuberías de gres perforadas y sus accesorios”.

**UNE EN 295-6:1996** “Tuberías de gres, accesorios y juntas para saneamiento. Parte 4: Requisitos para pozos de registro de gres”.

**UNE EN 295-7:1996** “Tuberías de gres, accesorios y juntas para saneamiento. Parte 4: Requisitos para tuberías de gres y juntas para hincas”.

**UNE EN 545:2002** “Tubos, racores y accesorios de fundición dúctil y sus uniones para canalizaciones de agua. Requisitos y métodos de ensayo”.

**UNE EN 598:1996** “Tubos, accesorios y piezas especiales de fundición dúctil y sus uniones para el saneamiento. Prescripciones y métodos de ensayo”.

**UNE-EN 607:1996** “Canalones suspendidos y sus accesorios de PVC. Definiciones, exigencias y métodos de ensayo”.

**UNE EN 612/AC:1996** “Canalones de alero y bajantes de aguas pluviales de chapa metálica. Definiciones, clasificación y especificaciones”.

**UNE EN 877:2000** “Tubos y accesorios de fundición, sus uniones y piezas especiales destinados a la evacuación de aguas de los edificios. Requisitos, métodos de ensayo y aseguramiento de la calidad”.

**UNE EN 1 053:1996** “Sistemas de canalización en materiales plásticos. Sistemas de canalizaciones termoplásticas para aplicaciones sin presión. Método de ensayo de estanquidad al agua”.

**UNE EN 1 054:1996** “Sistemas de canalización en materiales plásticos. Sistemas de canalizaciones termoplásticas para la evacuación de aguas residuales. Método de ensayo de estanquidad al aire de las uniones”.

**UNE EN 1 092-1:2002** “Bridas y sus uniones. Bridas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN. Parte 1: Bridas de acero”.

**UNE EN 1 092-2:1998** “Bridas y sus uniones. Bridas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN. Parte 2: Bridas de fundición”.

**UNE EN 1 115-1:1998** “Sistemas de canalización enterrados de materiales plásticos, para evacuación y saneamiento con presión. Plásticos termoestables reforzados con fibra de vidrio (PRFV) basados en resinas de poliéster insaturado (UP). Parte 1: Generalidades”.

**UNE EN 1 115-3:1997** “Sistemas de canalización enterrados de materiales plásticos, para evacuación y saneamiento con presión. Plásticos termoestables reforzados con fibra de vidrio (PRFV) basados en resinas de poliéster insaturado (UP). Parte 3: Accesorios”.

**UNE EN 1 293:2000** “Requisitos generales para los componentes utilizados en tuberías de evacuación, sumideros y alcantarillado presurizadas neumáticamente”.

**UNE EN 1 295-1:1998** “Cálculo de la resistencia mecánica de tuberías enterradas bajo diferentes condiciones de carga. Parte 1: Requisitos generales”.

**UNE EN 1 329-1:1999** “Sistemas de canalización en materiales plásticos para evacuación de aguas residuales (baja y alta temperatura) en el interior de la estructura de los edificios. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U). Parte 1: Especificaciones para tubos, accesorios y el sistema”.

**UNE ENV 1 329-2:2002** “Sistemas de canalización en materiales plásticos para evacuación de aguas residuales (baja y alta temperatura) en el interior de la estructura de los edificios. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-C). Parte 2: Guía para la evaluación de la conformidad”.

**UNE EN 1 401-1:1998** “Sistemas de canalización en materiales plásticos para saneamiento enterrado sin presión. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U). Parte 1: Especificaciones para tubos, accesorios y el sistema”.

**UNE ENV 1 401-2:2001** “Sistemas de canalización en materiales plásticos para saneamiento enterrado sin presión. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U). Parte 2: Guía para la evaluación de la conformidad”.

**UNE ENV 1 401-3:2002** “Sistemas de canalización en materiales plásticos para saneamiento enterrado sin presión. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U). parte 3: práctica recomendada para la instalación”.

**UNE EN 1 451-1:1999** “Sistemas de canalización en materiales plásticos para evacuación de aguas residuales (baja y alta temperatura) en el interior de la estructura de los edificios. Polipropileno (PP). Parte 1: Especificaciones para tubos, accesorios y el sistema”.

**UNE ENV 1 451-2:2002** “Sistemas de canalización en materiales plásticos para evacuación de aguas residuales (baja y alta temperatura) en el interior de la estructura de los edificios. Polipropileno (PP). Parte 2: Guía para la evaluación de la conformidad”.

**UNE EN 1 453-1:2000** “Sistemas de canalización en materiales plásticos con tubos de pared estructurada para evacuación de aguas residuales (baja y alta temperatura) en el interior de la estructura de los edificios. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U). Parte 1: Especificaciones para los tubos y el sistema”.

**UNE ENV 1 453-2:2001** “Sistemas de canalización en materiales plásticos con tubos de pared estructurada para evacuación de aguas residuales (baja y alta temperatura) en el interior de la estructura de los edificios. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U). Parte 2: Guía para la evaluación de la conformidad”.

**UNE EN 1455-1:2000** “Sistemas de canalización en materiales plásticos para la evacuación de aguas residuales (baja y alta temperatura) en el interior de la estructura de los edificios. Acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS). Parte 1: Especificaciones para tubos, accesorios y el sistema”.

**UNE ENV 1 455-2:2002** “Sistemas de canalización en materiales plásticos para la evacuación de aguas residuales (baja y alta temperatura) en el interior de la estructura de los edificios. Acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS). Parte 2: Guía para la evaluación de la conformidad”.

**UNE EN 1 456-1:2002** “Sistemas de canalización en materiales plásticos para saneamiento enterrado o aéreo con presión. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U). Parte 1: Especificaciones para tubos, accesorios y el sistema”.

**UNE ENV 1 519-1:2000** “Sistemas de canalización en materiales plásticos para evacuación de aguas residuales (baja y alta temperatura) en el interior de la estructura de los edificios. Polietileno (PE). Parte 1: Especificaciones para tubos, accesorios y el sistema”.

**UNE ENV 1 519-2:2002** “Sistemas de canalización en materiales plásticos para evacuación de aguas residuales (baja y alta temperatura) en el interior de la estructura de los edificios. Polietileno (PE). Parte 2: Guía para la evaluación de la conformidad”.

**UNE EN 1 565-1:1999** “Sistemas de canalización en materiales plásticos para evacuación de aguas residuales (baja y alta temperatura) en el interior de la estructura de los edificios. Mezclas de copolímeros de estireno (SAN + PVC). Parte 1: Especificaciones para tubos, accesorios y el sistema”.

**UNE ENV 1 565-2:2002** “Sistemas de canalización en materiales plásticos para evacuación de aguas residuales (baja y alta temperatura) en el interior de la estructura de los edificios. Mezclas de copolímeros de estireno (SAN + PVC). Parte 2: Guía para la evaluación de la conformidad”.

**UNE EN 1 566-1:1999** “Sistemas de canalización en materiales plásticos para evacuación de aguas residuales (baja y alta temperatura) en el interior de la estructura de los edificios. Poli (cloruro de vinilo) clorado (PVC-C). Parte 1: Especificaciones para tubos, accesorios y el sistema”.

**UNE ENV 1 566-2:2002** “Sistemas de canalización en materiales plásticos para evacuación de aguas residuales (baja y alta temperatura) en el interior de la estructura de los edificios. Poli (cloruro de vinilo) clorado (PVC-C). Parte 2: Guía para la evaluación de la conformidad”.

**UNE EN 1636-3:1998** “Sistemas de canalización enterrados de materiales plásticos, para evacuación y saneamiento sin presión. Plásticos termoestables reforzados con fibra de vidrio (PRFV) basados en resinas de poliéster insaturado (UP). Parte 3: Accesorios”.

**UNE EN 1 636-5:1998** “Sistemas de canalización enterrados de materiales plásticos, para evacuación y saneamiento sin presión. Plásticos termoestables reforzados con fibra de vidrio (PRFV) basados en resinas de poliéster insaturado (UP). Parte 5: Aptitud de las juntas para su utilización”.

**UNE EN 1 636-6:1998** “Sistemas de canalización enterrados de materiales plásticos, para evacuación y saneamiento sin presión. Plásticos termoestables reforzados con fibra de vidrio (PRFV) basados en resinas de poliéster insaturado (UP). Parte 6: Prácticas de instalación”.

**UNE EN 1 852-1:1998** “Sistemas de canalización en materiales plásticos para saneamiento enterrado sin presión. Polipropileno (PP). Parte 1: Especificaciones para tubos, accesorios y el sistema”.

**UNE ENV 1 852-2:2001** “Sistemas de canalización en materiales plásticos para saneamiento enterrado sin presión. Polipropileno (PP). Parte 2: Guía para la evaluación de la conformidad”.

**UNE EN 12 095:1997** “Sistemas de canalización en materiales plásticos. Abrazaderas para sistemas de evacuación de aguas pluviales. Método de ensayo de resistencia de la abrazadera”.

**UNE ENV 13 801:2002** Sistemas de canalización en materiales plásticos para la evacuación de aguas residuales (a baja y a alta temperatura) en el interior de la estructura de los edificios. Termoplásticos. Práctica recomendada para la instalación.

**UNE 37 206:1978** “Manguetones de plomo”.

**UNE 53 323:2001 EX** “Sistemas de canalización enterrados de materiales plásticos para aplicaciones con y sin presión. Plásticos termoestables reforzados con fibra de vidrio (PRFV) basados en resinas de poliéster insaturado (UP) ”.

**UNE 53 365:1990** “Plásticos. Tubos de PE de alta densidad para uniones soldadas, usados para canalizaciones subterráneas, enterradas o no, empleadas para la evacuación y desagües. Características y métodos de ensayo”.

**UNE 127 010:1995 EX** “Tubos prefabricados de hormigón en masa, hormigón armado y hormigón con fibra de acero, para conducciones sin presión”.