

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 de las soluciones constructivas

1. Las condiciones exigidas a cada *solución constructiva*, en función del tipo de muro, del tipo de impermeabilización y 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 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	I2 + D1 + D5	I2 + I3 + D1 + D5	V1	C1 + I2 + D1 + D5	I2 + I3 + D1 + D5	V1	C2 + I2 + D1 + D5	C2 + I2 + D1 + D5	
	≤ 2	C3 + I1 + D1 + D3 (3)	I1 + I3 + D1 + D3	D4 + V1	C1 + C3 + I1 + D1 + D3	I1 + I3 + D1 + D3	D4 + V1	C1 + C2 + I1	C2 + I1	D4 + V1
	≤ 3	C3 + I1 + D1 + D3 (3)	I1 + I3 + D1 + D3	D4 + V1	C1 + C3 + I1 + D1 + D3 (2)	I1 + I3 + D1 + D3	D4 + V1	C1 + C2 + I1	C2 + I1	D4 + V1
	≤ 4		I1 + I3 + D1 + D3	D4 + V1		I1 + I3 + D1 + D3	D4 + V1	C1 + C2 + I1	C2 + I1	D4 + V1
	≤ 5		I1 + I3 + D1 + D2 + D3	D4 + V1 (1)		I1 + I3 + D1 + D2 + D3	D4 + V1	C1 + C2 + I1	C2 + I1	D4 + V1

- (1) Solución no aceptable para más de un sótano.
- (2) Solución no aceptable para más de dos sótanos.
- (3) Solución no aceptable para más de tres sótanos.



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

C) Constitución del muro:

- C1 Cuando el muro se construya *in situ* debe utilizarse hormigón hidrófugo.
- C2 Cuando el muro se construya *in situ* debe utilizarse hormigón de consistencia fluida.
- C3 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 o según lo establecido en I1. En muros pantalla construidos con excavación, la impermeabilización se consigue mediante la utilización de lodos bentoníticos.
- I3 Cuando el muro sea de fábrica debe recubrirse por su cara interior con un revestimiento hidrófugo, tal como una capa de mortero hidrófugo sin revestir, una hoja de cartón-yeso sin yeso higroscópico u otro material no higroscópico.

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, una fábrica de bloques de arcilla porosos u otro material que produzca el mismo efecto.

Cuando la capa drenante sea una lámina, el remate superior de la lámina 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 metros como máximo. El pozo debe tener un diámetro interior igual o mayor que 0,7 metros y debe disponer de una capa filtrante que impida el arrastre de finos y de dos bombas de achique para evacuar el agua a la red de saneamiento o a cualquier sistema de recogida para su reutilización posterior.



2. Cuando las bandas de refuerzo se apliquen antes que el impermeabilizante del muro deben ir adheridas al soporte previa aplicación de una imprimación.

2.1.3.6. Juntas

1. En las juntas verticales de los muros de hormigón prefabricado o de fábrica impermeabilizados con lámina deben disponerse los siguientes elementos (véase la Figura 2.2):
 - a) cuando la junta sea estructural, un cordón de relleno compresible y compatible químicamente con la impermeabilización;
 - b) sellado de la junta con una masilla elástica;
 - c) pintura de imprimación en la superficie del muro extendida en una anchura de 25 cm como mínimo centrada en la junta;
 - d) 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;
 - e) el impermeabilizante del muro hasta el borde de la junta;
 - f) una banda de terminación de 45 cm de anchura como mínimo centrada en la junta, del mismo material que la de refuerzo y adherida a la lámina.

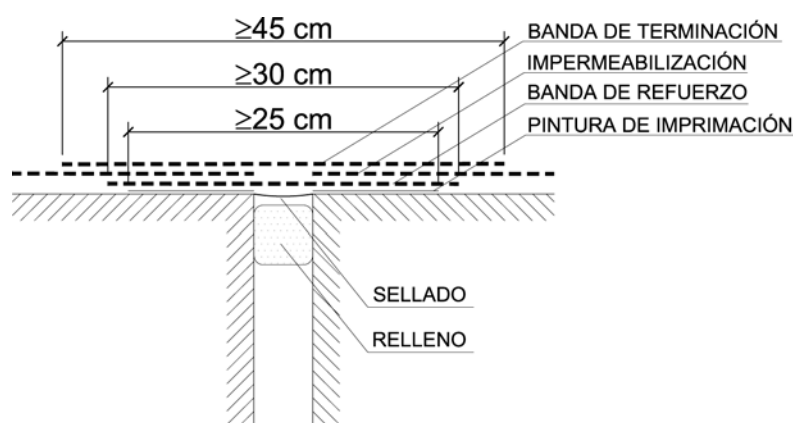


FIGURA 2.2. EJEMPLO DE JUNTA ESTRUCTURAL

2. En las juntas verticales de los muros de hormigón prefabricado o de fábrica impermeabilizados con productos líquidos deben disponerse los siguientes elementos:
 - a) cuando la junta sea estructural, un cordón de relleno compresible y compatible químicamente con la impermeabilización;
 - b) sellado de la junta con una masilla elástica;
 - c) la impermeabilización del muro hasta el borde de la junta;
 - d) una banda de refuerzo de una anchura de 30 cm como mínimo centrada en la junta y del mismo material que el impermeabilizante con una armadura de fibra de poliéster o una banda de lámina impermeable.

3. 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.
4. 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.



2.2. 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 de las soluciones constructivas

1. Las condiciones exigidas a cada *solución constructiva*, en función del tipo de muro, del tipo de suelo, del tipo de intervención en el terreno y del *grado de impermeabilidad*, 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.

- D4 Debe disponerse un pozo drenante por cada 800 m² 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 o a cualquier sistema de recogida para su reutilización posterior y un dispositivo automático para que el achique sea permanente.
- P) Tratamiento perimétrico:
- P1 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.
- P2 Debe encastrarse el borde de la placa o de la solera en el muro.
- S) Sellado de juntas:
- S1 Deben sellarse los encuentros de las láminas de impermeabilización del muro con las del suelo y con las dispuestas en la base inferior de las cimentaciones que estén en contacto con el muro.
- S2 Deben sellarse todas las juntas del suelo con banda de PVC o con perfiles de caucho expansivo o de bentonita de sodio.
- S3 Deben sellarse los encuentros entre el suelo y el muro con banda de PVC o con perfiles de caucho expansivo o de bentonita de sodio, según lo establecido en el apartado 2.2.3.1.
- V) Ventilación de la cámara:
- V1 El espacio existente entre el *suelo elevado* y el terreno debe ventilarse hacia el exterior mediante aberturas de ventilación repartidas al 50 por 100 entre dos paredes enfrentadas, dispuestas regularmente y al tresbolillo. La relación entre el área efectiva total de las aberturas, S_s, en cm², y la superficie del *suelo elevado*, A_s, en m² 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 metros.

2.2.3. Condiciones de los puntos singulares

1. Deben respetarse las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, las de continuidad o discontinuidad, así como cualquier otra que afecte al diseño, relativas al sistema de impermeabilización que se emplee.

2.2.3.1. Encuentros del suelo con los muros

1. En los casos establecidos en la tabla 2.4 el encuentro debe realizarse de la forma detallada a continuación.
2. 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.



3. Cuando el muro sea un muro pantalla hormigonado *in situ*, el suelo debe encas-trarse y sellarse en el intradós del muro de la siguiente forma (véase la Figura 2.3):
 - a) debe abrirse una roza horizontal en el intradós del muro de 3 cm de profun-didad como máximo que dé cabida al suelo más 3 cm de anchura como mínimo;
 - b) debe hormigonarse el suelo macizando la roza excepto su borde superior que debe sellarse con un perfil expansivo.

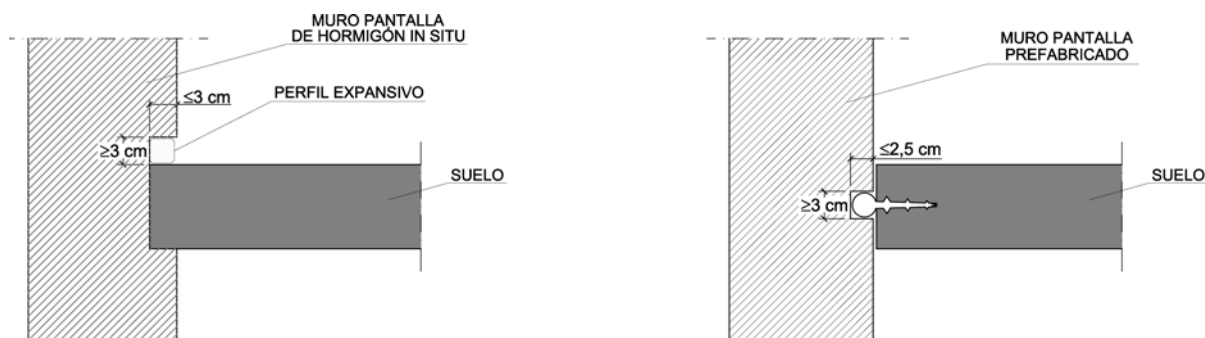


FIGURA 2.3. EJEMPLOS DE ENCUENTRO DEL SUELO CON UN MURO

4. Cuando el muro sea prefabricado debe sellarse la junta conformada con un perfil expansivo situado en el interior de la junta (véase la Figura 2.3).

2.2.3.2. Encuentros entre suelos y particiones interiores

1. Cuando el suelo se impermeabilice por el interior, la partición no debe apoyarse sobre la capa de impermeabilización, sino sobre la capa de protección de la misma.

2.3. Fachadas

2.3.1. Grado de impermeabilidad

1. El *grado de impermeabilidad* mínimo exigido a las fachadas frente a la penetra-ción de las precipitaciones se obtiene en la tabla 2.5 en función de la *zona pluvio-métrica 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* corres-pondiente 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 E0 cuando se trate de un terreno tipo I, II o III y E1 en los demás casos, según la clasificación esta-blecida en el DB SE:

TERRENO TIPO I: Borde del mar o de un lago con una zona despejada de agua en la dirección del viento de una extensión mínima de 5 km.

TERRENO TIPO II: Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de impor-tancia.

TERRENO TIPO III: Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados tales como árboles o construcciones pequeñas.

TERRENO TIPO IV: Zona urbana, industrial o forestal.

TERRENO TIPO V: Centros de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura.

TABLA 2.5.
GRADO DE IMPERMEABILIDAD MÍNIMO EXIGIDO A LAS FACHADAS

		<i>Zona pluviométrica de promedios</i>				
		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

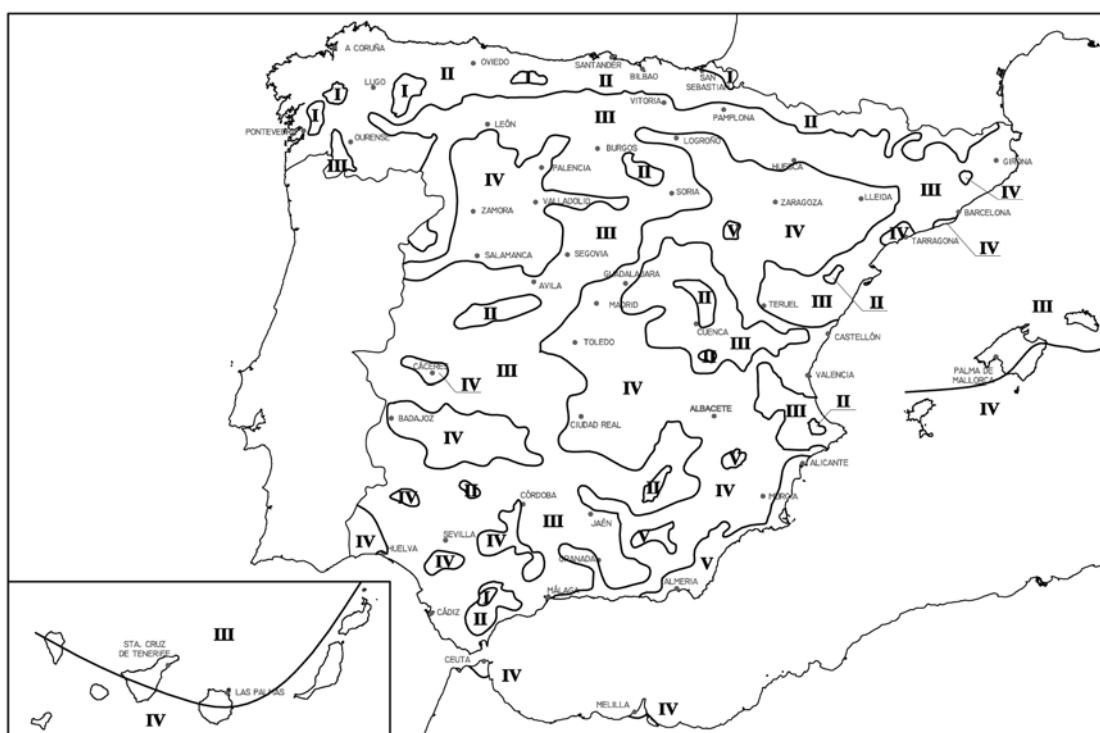


FIGURA 2.4. ZONAS PLUVIOMÉTRICAS DE PROMEDIOS EN FUNCIÓN DEL ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO ANUAL



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 (1)	V2	V2	V2	V1	V1	V1



(1) Para edificios de más de 100 metros 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 de las soluciones constructivas

1. Las condiciones exigidas a cada *solución constructiva* en función de la existencia o no de revestimiento exterior y 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.

- una *cámara de aire ventilada* y un *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 y cuando ésta quede interrumpida, un sistema de recogida y evacuación del agua filtrada a la misma (véase el apartado 2.3.3.5);
 - 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 cm² por cada 10 m² 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, juntas abiertas en los revestimientos discontinuos que tengan una anchura mayor que 5 mm u otra solución que produzca el mismo efecto.
- revestimiento continuo intermedio en la cara interior de la *hoja principal*, de las siguientes características:
 - estanquidad al agua suficiente para que el agua de filtración no entre en contacto con la hoja del cerramiento dispuesta inmediatamente por el interior del mismo;
 - 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 muy bueno frente a la fisuración, de forma que no se fisure debido a los esfuerzos mecánicos producidos por el movimiento de la estructura, por los esfuerzos térmicos relacionados con el clima y con la alternancia día-noche, ni por la retracción propia del material constituyente del mismo;
 - estabilidad frente a los ataques físicos, químicos y biológicos que evite la degradación de su masa.

C) Composición de la *hoja principal*:

- C1 Debe utilizarse al menos una *hoja principal* de espesor medio. Se considera como tal una fábrica cogida con mortero de:
- ½ pie de ladrillo cerámico, que debe ser perforado o macizo cuando no exista *revestimiento exterior* o cuando exista un *revestimiento exterior discontinuo* o un aislante exterior fijados mecánicamente;
 - 12 cm de bloque cerámico, bloque de hormigón o piedra natural.
- C2 Debe utilizarse una *hoja principal* de espesor alto. Se considera como tal una fábrica cogida con mortero de:
- 1 pie de ladrillo cerámico, que debe ser perforado o macizo cuando no exista *revestimiento exterior* o cuando exista un *revestimiento exterior discontinuo* o un aislante exterior fijados mecánicamente;
 - 24 cm de bloque cerámico, bloque de hormigón o piedra natural.

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

- H1 Debe utilizarse un material de *higroscopicidad* baja, que corresponde a una fábrica de:
- ladrillo cerámico de succión $\leq 4,5$ kg/m².min), según el ensayo descrito en UNE EN 772-11:2001 y UNE EN 772-11:2001/A1: 2006;





- piedra natural de *absorción* ≤ 2 por 100, según el ensayo descrito en UNE-EN 13755:2002.

J) Resistencia a la filtración de las juntas entre las piezas que componen la *hoja principal*:

- J1 Las juntas deben ser al menos de resistencia media a la filtración. Se consideran como tales las juntas de mortero sin interrupción excepto, en el caso de las juntas de los bloques de hormigón, que se interrumpen en la parte intermedia de la hoja;
- J2 Las juntas deben ser de resistencia alta a la filtración. Se consideran como tales las juntas de mortero con adición de un producto hidrófugo, de las siguientes características:
- sin interrupción excepto, en el caso de las juntas de los bloques de hormigón, que se interrumpen en la parte intermedia de la hoja;
 - juntas horizontales llagueadas o de pico de flauta;
 - cuando el sistema constructivo así lo permita, con un rejuntado de un mortero más rico.

Véase apartado 5.1.3.1 para condiciones de ejecución relativas a las juntas.

N) Resistencia a la filtración del revestimiento intermedio en la cara interior de la *hoja principal*:

- N1 Debe utilizarse al menos un revestimiento de resistencia media a la filtración. Se considera como tal un enfoscado de mortero con un espesor mínimo de 10 mm.
- N2 Debe utilizarse un revestimiento de resistencia alta a la filtración. Se considera como tal un enfoscado de mortero con aditivos hidrofugantes con un espesor mínimo de 15 mm o un material adherido, continuo, sin juntas e impermeable al agua del mismo espesor.

2.3.3. Condiciones de los puntos singulares

1. Deben respetarse las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, así como las de continuidad o discontinuidad relativas al sistema de impermeabilización que se emplee.

2.3.3.1. Juntas de dilatación

1. Deben disponerse juntas de dilatación en la *hoja principal* 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 2.1 Distancia entre juntas de movimiento de fábricas sustentadas del DB-SE-F Seguridad estructural: Fábrica.

2. 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. La profundidad 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 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 (véase la Figura 2.6).
3. El *revestimiento exterior* debe estar provisto de juntas de dilatación de tal forma que la distancia entre juntas contiguas sea suficiente para evitar su agrietamiento.

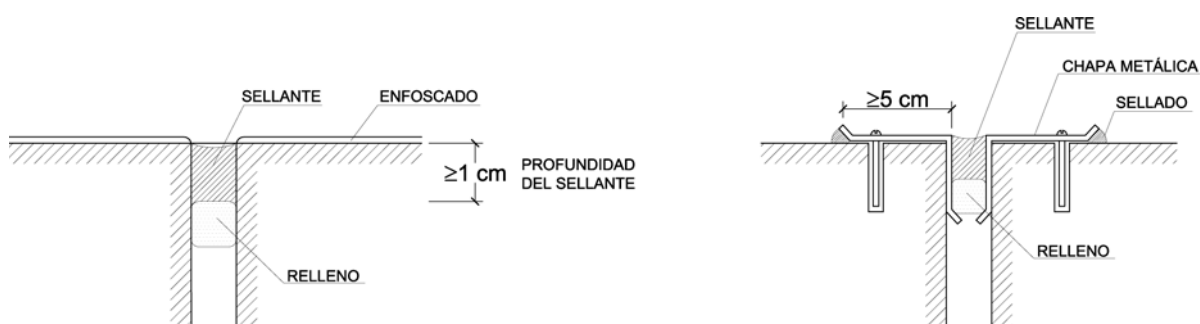


FIGURA 2.6. EJEMPLOS DE JUNTAS DE DILATACIÓN

2.3.3.2. Arranque de la fachada desde la cimentación

1. Debe disponerse 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 de agua por capilaridad o adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto.
2. Cuando la fachada esté constituida por un material poroso o tenga un revestimiento poroso, para protegerla de las salpicaduras, debe disponerse un zócalo de un material cuyo coeficiente de succión sea menor que el 3 por 100, de más de 30 cm de altura sobre el nivel del suelo exterior que cubra el impermeabilizante del muro o la barrera impermeable dispuesta entre el muro y la fachada, y sellarse la unión con la fachada en su parte superior, o debe adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto (véase la Figura 2.7).

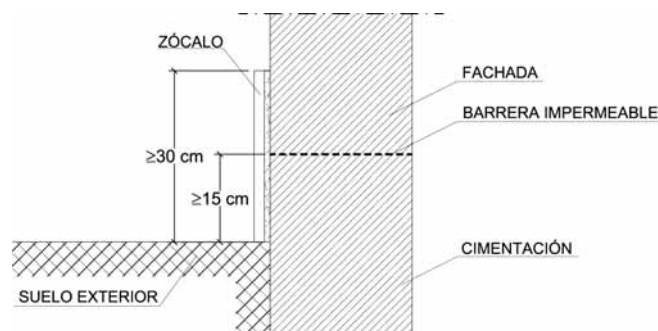


FIGURA 2.7. EJEMPLO DE ARRANQUE DE LA FACHADA DESDE LA CIMENTACIÓN

3. Cuando no sea necesaria la disposición del zócalo, el remate de la barrera impermeable en el exterior de la fachada debe realizarse según lo descrito en el apartado 2.4.4.1.2 o disponiendo un sellado.

2.3.3.3. 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 (véase la Figura 2.8):
 - 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 mallas 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.

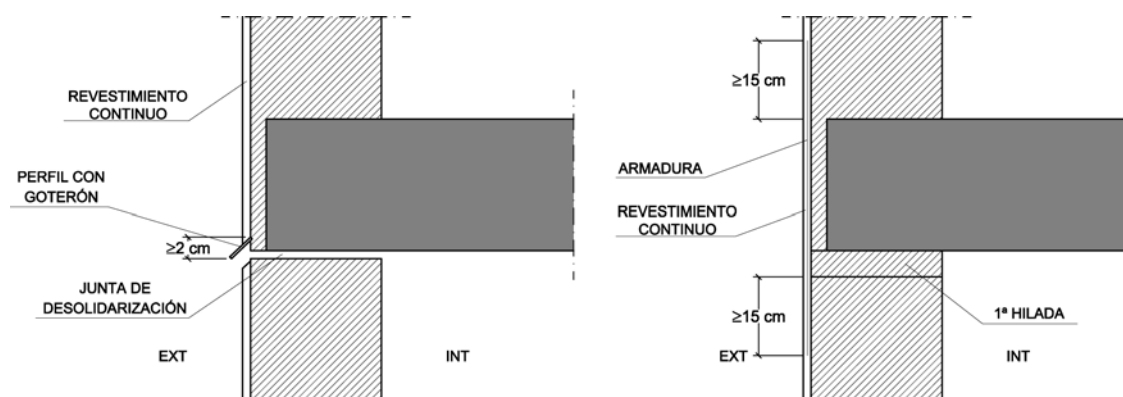


FIGURA 2.8. EJEMPLOS DE ENCUENTROS DE LA FACHADA CON LOS FORJADOS

2. Cuando en otros casos se disponga una junta de desolidarización, ésta debe tener las características anteriormente mencionadas.

2.3.3.4. 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 (véase la Figura 2.9).

- j) un tejado, cuando la cubierta sea inclinada, salvo que la capa de impermeabilización sea autoprottegida;
- k) un sistema de evacuación de aguas, que puede constar de canalones, sumideros y rebosaderos, dimensionado según el cálculo descrito en la sección HS 5 del DB-HS.

2.4.3. Condiciones 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 (1)
	Vehículos	Solado flotante	1-5
		Capa de rodadura	1-15
No transitables	Grava	1-5	
	Lámina autoprottegida	1-15	
Ajardinadas	Tierra vegetal	1-5	

(1) Para rampas no se aplica la limitación de pendiente máxima.

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 mayor que la obtenida en la tabla 2.10 en función del tipo de tejado.



TABLA 2.10.
PENDIENTES DE CUBIERTAS INCLINADAS

			Pendiente mínima en %	
Tejado (1) (2)	Teja (3)	Teja curva	32	
		Teja mixta y plana monocanal	30	
		Teja plana marsellesa o alicantina	40	
		Teja plana con encaje	50	
	Pizarra			60
	Placas y perfiles	Zinc		10
		Fibrocemento	Placas simétricas de onda grande	10
			Placas asimétricas de nervadura grande	10
			Placas asimétricas de nervadura media	25
		Sintéticos	Perfiles de ondulado grande	10
Perfiles de ondulado pequeño			15	
Perfiles de grecado grande			5	
Perfiles de grecado medio			8	
Perfiles nervados			10	
Galvanizados		Perfiles de ondulado pequeño	15	
	Perfiles de grecado o nervado grande	5		
	Perfiles de grecado o nervado medio	8		
	Perfiles de nervado pequeño	10		
	Paneles	5		
Aleaciones ligeras	Perfiles de ondulado pequeño	15		
	Perfiles de nervado medio	5		

- (1) 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.
- (2) Para los sistemas y piezas de formato especial las pendientes deben establecerse de acuerdo con las correspondientes especificaciones de aplicación.
- (3) Estas pendientes son para faldones menores a 6,5 metros, una situación de exposición normal y una situación climática desfavorable; para condiciones diferentes a éstas, se debe tomar el valor de la pendiente mínima establecida en norma UNE 127.100 («Tejas de hormigón. Código de práctica para la concepción y el montaje de cubiertas con tejas de hormigón») o en norma UNE 136.020 («Tejas cerámicas. Código de práctica para la concepción y el montaje de cubiertas con tejas cerámicas»).

2.4.3.2. Aislante térmico

1. El material del *aislante térmico* debe tener una cohesión y una estabilidad suficiente para proporcionar al sistema la solidez necesaria frente a las solicitaciones mecánicas.
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.



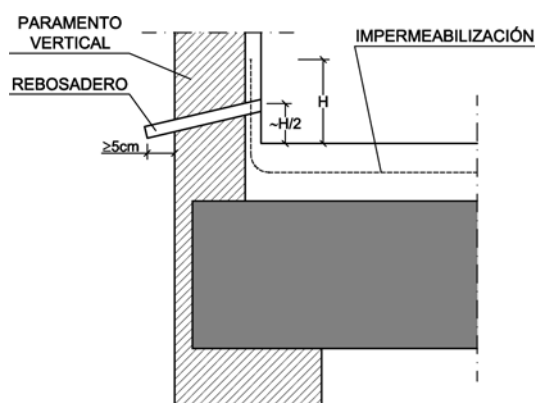


FIGURA 2.15. REBOSADERO

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* 20 cm como mínimo por encima de la *protección de la cubierta*.

2.4.4.1.7. Anclaje de elementos

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 formado por los dos planos que conforman el rincón o la esquina y el plano de la cubierta.

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 desnivel de 20 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 desnivel;
 - b) disponiéndolos retranqueados respecto del paramento vertical un metro como mínimo. El suelo hasta el acceso debe tener una pendiente del 10 por 100 hacia fuera y debe ser tratado como la cubierta, excepto para los casos de accesos en balconeras que vierten el agua libremente sin antepechos, donde la pendiente mínima es del 1 por 100.



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 20 cm como mínimo e impermeabilizado según lo descrito en el apartado 2.4.4.1.2.

2.4.4.2. Cubiertas inclinadas

1. Deben respetarse las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, las de continuidad o discontinuidad, así como cualquier otra que afecte al diseño, relativas al sistema de impermeabilización que se emplee.

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, debe disponerse un canalón y realizarse según lo dispuesto en el apartado 2.4.4.2.9.
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 (véase la Figura 2.16).

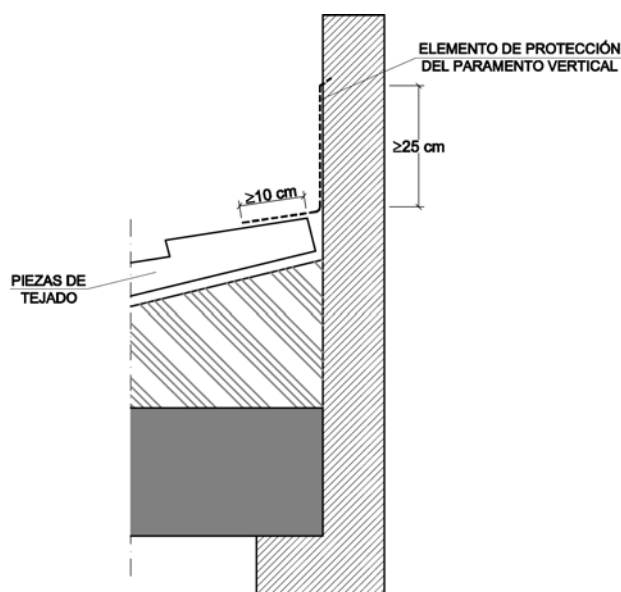


FIGURA 2.16. ENCUENTRO EN LA PARTE SUPERIOR DEL FALDÓN

2.4.4.2.2. Alero

1. Las piezas del tejado deben sobresalir 5 cm como mínimo y media pieza como máximo del soporte que conforma el alero.
2. Cuando el tejado sea de pizarra o de teja, para evitar la filtración de agua a través de la unión de la primera hilada del tejado y el alero, debe realizarse en el borde un recalce de asiento de las piezas de la primera hilada de tal manera que tengan

la misma pendiente que las de las siguientes, o debe 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 deben disponerse en las limahoyas.
2. La parte superior del encuentro 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 20 cm de altura como mínimo.

2.4.4.2.7. Lucernarios

1. Deben impermeabilizarse las zonas del faldón que estén en contacto con el pre-cerco 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 encima de las piezas del tejado y prolongarse 10 cm como mínimo desde el encuentro; y en la superior, por debajo 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 20 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 por 100 como mínimo.
3. Las piezas del tejado que vierten sobre el canalón deben sobresalir 5 cm como mínimo sobre el mismo.
4. Cuando el canalón sea visto, debe disponerse el borde más cercano a la fachada de tal forma que quede por encima del borde exterior del mismo.
5. Cuando el canalón esté situado junto a un paramento vertical deben disponerse:
 - a) cuando el encuentro sea en la parte inferior del faldón, los elementos de protección 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 (véase la Figura 2.17);
 - b) cuando el encuentro sea en la parte superior del faldón, los elementos de protección 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 (véase la Figura 2.17);
 - c) elementos de protección prefabricados o realizados *in situ* de tal forma que 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 (véase la Figura 2.17).

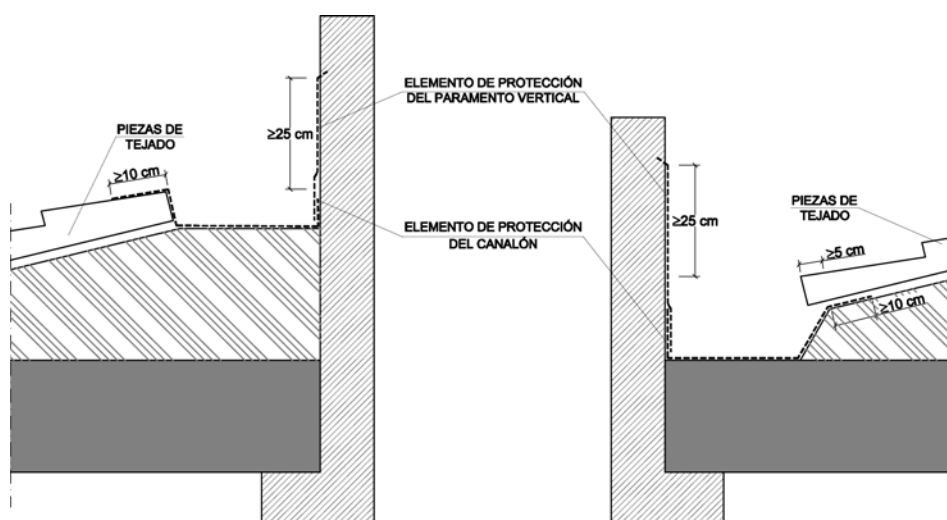


FIGURA 2.17. CANALONES

6. Cuando el canalón esté situado en una zona intermedia del faldón debe disponerse de tal forma que:
- el ala del canalón se extienda por debajo de las piezas del tejado 10 cm como mínimo;
 - la separación entre las piezas del tejado a ambos lados del canalón sea de 20 cm como mínimo.
 - el ala inferior del canalón debe ir por encima de las piezas del tejado.

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 (1)	Pendiente mínima en %	Pendiente máxima en %	Diámetro nominal mínimo en mm	
			Drenes bajo suelo	Drenes en el perímetro del muro
1	3	14	125	150
2	3	14	125	150
3	5	14	150	200
4	5	14	150	200
5	8	14	200	250

(1) Este grado de impermeabilidad es el establecido en el apartado 2.1.1 para muros y en el apartado 2.2.1 para suelos.

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 ² /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 110 mm como mínimo.



- Las pendientes mínima y máxima de la canaleta y el número mínimo de sumideros en función del *grado de impermeabilidad* exigido al muro 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 ² de muro
2	5	14	1 cada 25 m ² de muro
3	8	14	1 cada 20 m ² de muro
4	8	14	1 cada 20 m ² de muro
5	12	14	1 cada 15 m ² de muro

3.3. Bombas de achique

- Cada una de las bombas de achique de una misma cámara 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.
- El volumen de cada cámara de bombeo 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

- 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* de la fachada se definen mediante las siguientes propiedades:
 - a) la absorción de agua por capilaridad ($\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{s}^{0,5})$ ó $\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$);
 - b) la succión o tasa de absorción de agua inicial ($\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{min})$);
 - c) la absorción al agua a largo plazo por inmersión total ($\%$ ó g/cm^3).
3. Los productos para la *barrera contra el vapor* se definen mediante la resistencia al paso del vapor de agua ($\text{MN} \cdot \text{s}/\text{g}$ ó $\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{Pa}/\text{mg}$).
4. Los productos para la impermeabilización se definen mediante las siguientes propiedades, en función de su uso:
 - a) estanqueidad;
 - b) resistencia a la penetración de raíces;
 - c) envejecimiento artificial por exposición prolongada a la combinación de radiación ultravioleta, elevadas temperaturas y agua;
 - d) resistencia a la fluencia ($^{\circ}\text{C}$);
 - e) estabilidad dimensional ($\%$);
 - f) envejecimiento térmico ($^{\circ}\text{C}$);
 - g) flexibilidad a bajas temperaturas ($^{\circ}\text{C}$);
 - h) resistencia a la carga estática (kg);
 - i) resistencia a la carga dinámica (mm);
 - j) alargamiento a la rotura ($\%$);
 - k) resistencia a la tracción ($\text{N}/5\text{cm}$).

4.1.2. Componentes de la hoja principal de fachadas

1. Cuando la *hoja principal* sea de bloque de hormigón, salvo de bloque de hormigón curado en autoclave, el valor de absorción de los bloques medido según el ensayo de UNE 41 170:1989 EX debe ser como máximo $0,32 \text{ g}/\text{cm}^3$.
2. Cuando la *hoja principal* sea 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 UNE EN 772-11:2001/A1: 2006 y para un tiempo de 10 minutos debe ser como máximo $3 [\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})]$ y el valor individual del coeficiente debe ser como máximo $4,2 [\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})]$.
3. Cuando la *hoja principal* sea de ladrillo o de bloque sin revestimiento exterior, los ladrillos y los bloques deben ser caravista.

4.1.3. Aislante térmico

1. Cuando el aislante térmico se disponga por el exterior de la hoja principal, debe ser *no hidrófilo*.

4.2. Control de recepción en obra de productos

1. En el pliego de condiciones del proyecto deben indicarse las Condiciones 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 el visto bueno del director de 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, en relación con esta sección, 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 se indicarán las condiciones de ejecución de los cerramientos.

5.1.1. Muros

5.1.1.1. Condiciones de los pasatubos

1. Los pasatubos deben ser estancos y suficientemente flexibles para absorber los movimientos previstos.

5.1.1.2. Condiciones 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.

5.1.2.2. Condiciones 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 suelo 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.

5.1.2.3. Condiciones de las arquetas

1. Deben sellarse todas las tapas de arquetas al propio marco mediante bandas de caucho o similares que permitan el registro.

5.1.2.4. Condiciones del hormigón de limpieza

1. El terreno inferior de las soleras y placas drenadas debe compactarse y tener como mínimo una pendiente del 1 por 100.
2. Cuando deba colocarse una lámina impermeabilizante sobre el hormigón de limpieza del suelo o de la cimentación, la superficie de dicho hormigón debe allanarse.

5.1.3. Fachadas

5.1.3.1. Condiciones de la *hoja principal*

1. Cuando la *hoja principal* sea ladrillo, deben sumergirse en agua brevemente antes de su colocación, excepto los ladrillos hidrofugados y aquellos cuya succión sea inferior a 1 kg/(m² · min) según el ensayo descrito en UNE EN 772-11:2001 y UNE EN 772-11:2001/A1: 2006. Cuando se utilicen juntas con resistencia a la filtración alta o media, el material constituyente de la hoja debe humedecerse antes de colocarse.
2. Deben dejarse *enjarjes* en todas las hiladas de los encuentros y 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 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 del *aislante térmico*

1. Debe colocarse de forma continua y estable.
2. Cuando el *aislante térmico* sea a base de paneles o mantas y 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 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 y en las llagas que se utilicen para su ventilación.

5.1.3.5. Condiciones del *revestimiento exterior*

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

5.1.3.6. Condiciones 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 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 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 del *aislante térmico*

1. Debe colocarse de forma continua y estable.

5.1.4.4. Condiciones 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.

Envases ligeros	8,40
Materia orgánica	1,50
Vidrio	0,48
Varios	1,50

C_f el *factor de contenedor* [m^2/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_f en m^2 / l
120	0,0050
240	0,0042
330	0,0036
600	0,0033
800	0,0030
1.100	0,0027

M_f 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 la fracción varios y a 1 para las demás fracciones.

2. Con independencia de lo anteriormente expuesto, la superficie útil del almacén debe ser como mínimo la que permita el manejo adecuado de los contenedores.

2.1.2.2. Superficie del espacio de reserva

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

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

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.

M_f 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 la fracción varios y a 1 para las demás fracciones.



TABLA 2.2.
FACTOR DE FRACCIÓN

Fracción	F _f en m ² / persona	M _f factor de mayoración
Papel / cartón	0,039	1
Envases ligeros	0,060	1
Materia orgánica	0,005	1
Vidrio	0,012	1
Varios	0,038	4



2. Con independencia de lo anteriormente expuesto, la superficie de reserva debe ser como mínimo 3,5 m².

2.1.3. Otras características

1. El almacén de contenedores debe tener las siguientes características:
 - a) su emplazamiento y su diseño deben ser tales que la temperatura interior no supere 30°;
 - b) 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;
 - c) debe contar al menos con una toma de agua dotada de válvula de cierre y un sumidero sifónico antimúridos en el suelo;
 - d) debe disponer de una iluminación artificial que proporcione 100 lux como mínimo a una altura respecto del suelo de 1 metro y de una base de enchufe fija 16A 2p + T según UNE 20.315:1994;
 - e) satisfará las condiciones de protección contra incendios que se establecen para los almacenes de residuos en el apartado 2 de la Sección SI-1 del DB-SI «Seguridad en caso de incendio»;
 - f) 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 «Protección frente a ruido».

2.2. Instalaciones de traslado por bajantes

2.2.1. Condiciones generales

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

baños, es aquel en el que está situado el inodoro, y en el caso de cocinas es aquel en el que está situada la zona de cocción; la *abertura de paso* que conecta con el resto de la vivienda debe estar situada en el local menos contaminado;

- g) las *aberturas de extracción* deben conectarse a conductos de extracción y deben disponerse a una distancia del techo menor que 100 mm y a una distancia de cualquier rincón o esquina vertical mayor que 100 mm;
- h) los *conductos de extracción* no pueden compartirse con locales de otros usos salvo con los trasteros.

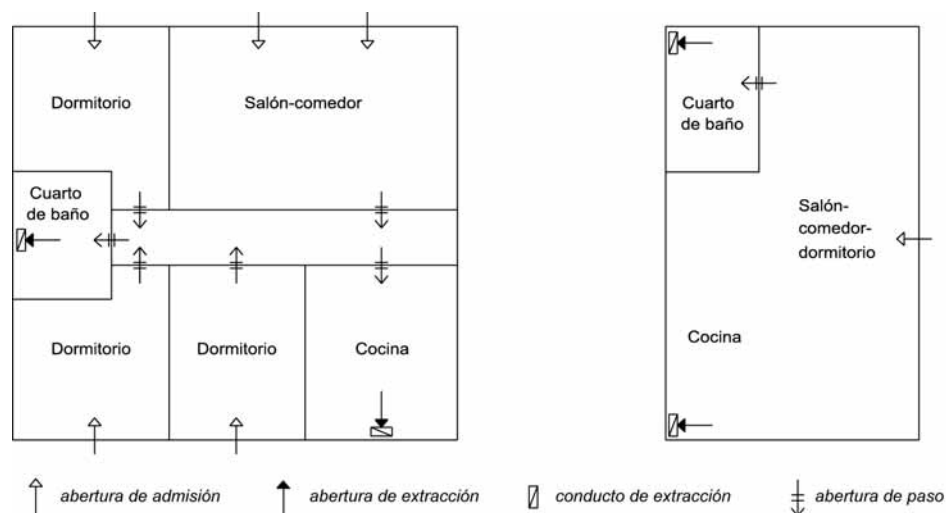


FIGURA 3.1. EJEMPLOS DE VENTILACIÓN EN EL INTERIOR DE LAS VIVIENDAS

2. Las cocinas, comedores, dormitorios y salas de estar deben disponer de un sistema complementario de ventilación natural. Para ello debe disponerse una ventana exterior practicable o una puerta exterior.
3. Las cocinas deben disponer de un sistema adicional específico de ventilación con *extracción* mecánica para los vapores y los contaminantes de la cocción. Para ello debe disponerse un *extractor* conectado a un *conducto de extracción* independiente de los de la ventilación general de la vivienda que no puede utilizarse para la *extracción* de aire de *locales* de otro uso. Cuando este conducto sea compartido por varios *extractores*, cada uno de éstos 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.

3.1.2. Almacenes de residuos

1. En los almacenes de residuos debe disponerse un sistema de *ventilación* que puede ser *natural*, *híbrida* o *mecánica*.

3.1.2.1. Medios de *ventilación natural*

1. Cuando el almacén se ventile a través de *aberturas mixtas*, éstas deben disponerse al menos en dos partes opuestas del cerramiento, de tal forma que ningún punto de la zona diste más de 15 m de la abertura más próxima.
2. Cuando los almacenes se ventilen a través de *aberturas de admisión* y *extracción*, éstas deben comunicar directamente con el exterior y la separación vertical entre ellas debe ser como mínimo 1,5 metros.

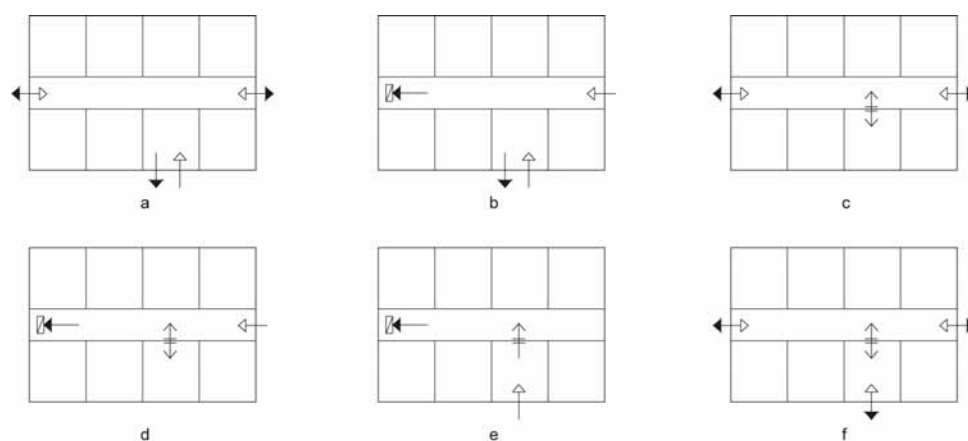


3.1.2.2. Medios de ventilación híbrida y mecánica

1. Para ventilación híbrida, las aberturas de admisión deben comunicar directamente con el exterior.
2. Cuando el almacén esté compartimentado, la *abertura de extracción* debe disponerse en el compartimento más contaminado, la de *admisión* en el otro u otros y deben disponerse *aberturas de paso* entre los compartimentos.
3. Las *aberturas de extracción* deben conectarse a *conductos de extracción*.
4. Los *conductos de extracción* no pueden compartirse con locales de otro uso.

3.1.3. Trasteros

1. En los trasteros y en sus zonas comunes debe disponerse un sistema de *ventilación* que puede ser *natural, híbrida o mecánica* (véanse los ejemplos de la Figura 3.2).



- a Ventilación independiente y natural de trasteros y zonas comunes.
- b Ventilación independiente de trasteros y zonas comunes. Ventilación natural en trasteros e híbrida o mecánica en zonas comunes.
- c Ventilación dependiente y natural de trasteros y zonas comunes.
- d Ventilación dependiente de trasteros y zonas comunes. Ventilación natural en trasteros y híbrida o mecánica en zonas comunes.
- e Ventilación dependiente e híbrida o mecánica de trasteros y zonas comunes.
- f Ventilación dependiente y natural de trasteros y zonas comunes.



FIGURA 3.2. EJEMPLOS DE TIPOS DE VENTILACIÓN EN TRASTEROS

3.1.3.1. Medios de ventilación natural

1. Deben disponerse *aberturas mixtas* en la zona común al menos en dos partes opuestas del cerramiento, de tal forma que ningún punto de la zona diste más de 15 metros de la abertura más próxima.

2. Cuando los trasteros se ventilen a través de la zona común, la partición situada entre cada trastero y esta zona debe disponer al menos de dos aberturas de paso separadas verticalmente 1,5 m como mínimo.
3. Cuando los trasteros se ventilen independientemente de la zona común a través de sus *aberturas de admisión y extracción*, éstas deben comunicar directamente con el exterior y la separación vertical entre ellas debe ser como mínimo 1,5 metros.

3.1.3.2. Medios de ventilación híbrida y mecánica

1. Cuando los trasteros se ventilen a través de la zona común, la *extracción* debe situarse en la zona común. Las particiones situadas entre esta zona y los trasteros deben disponer de *aberturas de paso*.
2. Las *aberturas de admisión* de los trasteros deben comunicar directamente con el exterior y las *aberturas de extracción* deben estar conectadas a un *conducto de extracción*.
3. Para ventilación híbrida, las aberturas de admisión deben comunicar directamente con el exterior
4. Las aberturas de extracción deben conectarse a conductos de extracción.
5. En las zonas comunes las aberturas de admisión y las de extracción deben disponerse de tal forma que ningún punto del local diste más de 15 m de la abertura más próxima.
6. Las aberturas de paso de cada trastero deben separarse verticalmente 1,5 m como mínimo.

3.1.4. Aparcamientos y garajes de cualquier tipo de edificio

1. En los aparcamientos y garajes debe disponerse un sistema de *ventilación* que puede ser *natural* o *mecánica*.

3.1.4.1. Medios de ventilación natural

1. Deben disponerse *aberturas mixtas* al menos en dos zonas opuestas de la fachada de tal forma que su reparto sea uniforme y 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 metros. Si la distancia entre las aberturas opuestas más próximas es mayor que 30 metros debe disponerse otra equidistante de ambas, permitiéndose una tolerancia del 5 por 100.
2. En el caso de garajes con menos de cinco plazas, en vez de las *aberturas mixtas*, pueden disponerse una o varias *aberturas de admisión* que comuniquen directamente con el exterior en la parte inferior de un cerramiento y una o varias *aberturas de extracción* que comuniquen directamente con el exterior en la parte superior del mismo cerramiento, separadas verticalmente como mínimo 1,5 metros.

3.1.4.2. Medios de ventilación mecánica

1. La ventilación debe realizarse por depresión, debe ser para uso exclusivo del aparcamiento y puede utilizarse una de las siguientes opciones:
 - a) con *extracción* mecánica;
 - b) con *admisión y extracción* mecánica.





2. Debe evitarse que se produzcan estancamientos de los gases contaminantes y para ello, las aberturas de ventilación deben disponerse de la forma indicada a continuación o de cualquier otra que produzca el mismo efecto:
 - a) haya una *abertura de admisión* y otra de *extracción* por cada 100 m² de superficie útil;
 - b) la separación entre *aberturas de extracción* más próximas sea menor que 10 metros.
3. Como mínimo deben emplazarse dos terceras partes de las *aberturas de extracción* a una distancia del techo menor o igual a 0,5 metros.
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*.
5. Deben disponerse una o varias redes de *conductos de extracción* dotadas del correspondiente *aspirador mecánico*, en función del número de plazas del aparcamiento P, de acuerdo con los valores que figuran en la tabla 3.1.

TABLA 3.1.
NÚMERO MÍNIMO DE REDES DE CONDUCTOS DE EXTRACCIÓN

$P \leq 15$	1
$15 < P \leq 80$	2
$80 < P$	$1 + \text{parte entera de } \frac{P}{40}$

6. En los aparcamientos con más de cinco plazas debe disponerse un sistema de detección de monóxido de carbono que active automáticamente los *aspiradores mecánicos*; 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.

3.2. Condiciones particulares de los elementos

3.2.1. Aberturas y bocas de ventilación

1. Las *aberturas de admisión* que comunican el *local* directamente con el exterior, las *mixtas* 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 diámetro sea igual a un tercio de la altura del cerramiento más bajo de los que lo delimitan y no menor que 3 metros, 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 metros cuando la profundidad del retranqueo esté comprendida entre 1,5 y 3 metros;
 - b) sea igual o mayor que la profundidad cuando ésta sea mayor o igual que 3 metros.

2. Pueden utilizarse como *abertura de paso* un *aireador* o la holgura existente entre las hojas de las puertas y el suelo.
3. Las *aberturas de ventilación* en contacto con el exterior deben disponerse de tal forma que se evite la entrada de agua de lluvia o estar dotadas de elementos adecuados para el mismo fin.
4. Las *bocas de expulsión* deben situarse separadas 3 m como mínimo, de cualquier elemento de entrada de ventilación (*boca de toma, abertura de admisión, puerta exterior y ventana*) y de cualquier punto donde pueda haber personas de forma habitual.
5. Las *bocas de expulsión* deben disponer de malla antipájaros u otros elementos similares.
6. En el caso de *ventilación híbrida*, la *boca de expulsión* debe ubicarse en la cubierta del edificio a una altura sobre ella de 1 metro como mínimo y debe superar las siguientes alturas en función de su emplazamiento (véanse los ejemplos de la Figura 3.4):
 - a) la altura de cualquier obstáculo que esté a una distancia comprendida entre 2 y 10 metros;
 - b) 1,3 veces la altura de cualquier obstáculo que esté a una distancia menor o igual que 2 metros;
 - c) 2 metros en cubiertas transitables.

3.2.2. *Conductos de admisión*

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

3.2.3. *Conductos de extracción para ventilación híbrida*

1. Cada *conducto de extracción* debe disponer en la *boca de expulsión* de un *aspirador híbrido*.
2. Los conductos deben ser verticales.
3. Si los conductos son colectivos no deben servir a más de 6 plantas. Los conductos de las dos últimas plantas deben ser individuales. 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 (véase el ejemplo de la Figura 3.3).
4. Los conductos deben tener sección uniforme y carecer de obstáculos en todo su recorrido.
5. Los conductos que atraviesen elementos separadores de sectores de incendio deben cumplir las condiciones de resistencia a fuego del apartado 3 de la sección SI 1.
6. Los conductos deben tener un acabado que dificulte su ensuciamiento y deben ser practicables para su registro y limpieza en la coronación y en el arranque.
7. Los conductos deben ser estancos al aire para su presión de dimensionado.



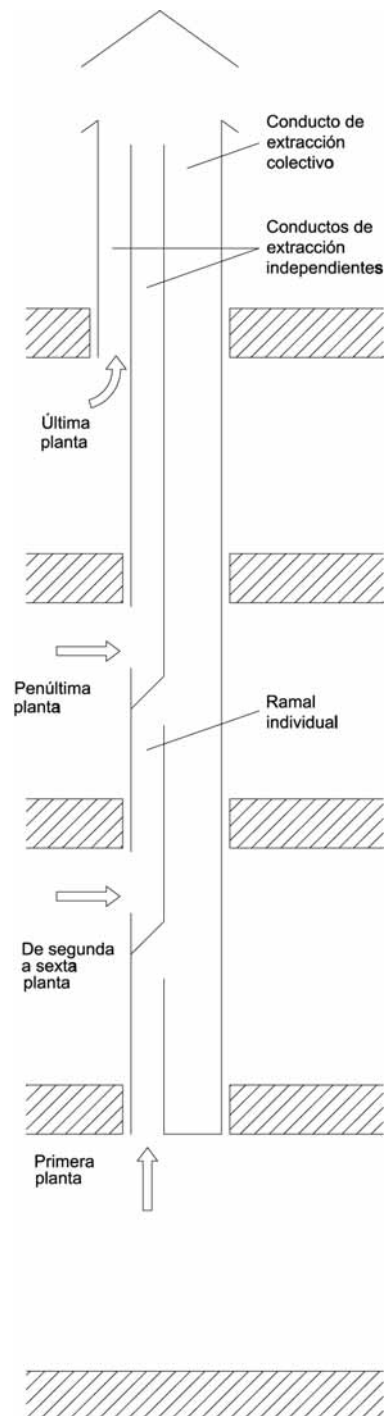


FIGURA 3.3. EJEMPLO DE CONDUCTO DE EXTRACCIÓN PARA VENTILACIÓN HÍBRIDA CON CONDUCTO COLECTIVO

TABLA 4.4.
ZONAS TÉRMICAS

Provincia	Altitud en m		Provincia	Altitud en m	
	≤ 800	> 800		≤ 800	> 800
Álava	W	W	Las Palmas	Z	Y
Albacete	X	W	León	W	W
Alicante	Z	Y	Lleida	Y	X
Almería	Z	Y	Lugo	W	W
Asturias	X	W	Madrid	X	W
Ávila	W	W	Málaga	Z	Y
Badajoz	Z	Y	Melilla	Z	–
Baleares	Z	Y	Murcia	Z	Y
Barcelona	Z	Y	Navarra	X	W
Burgos	W	W	Ourense	X	W
Cáceres	Z	Y	Palencia	W	W
Cádiz	Z	Y	Pontevedra	Y	X
Cantabria	X	W	Rioja, La	Z	Y
Castellón	Z	Y	Salamanca	Y	X
Ceuta	Z	–	Sta. Cruz Tenerife	X	W
Ciudad Real	Y	X	Segovia	W	W
Córdoba	Z	Y	Sevilla	Z	Y
Coruña, A	X	W	Soria	W	W
Cuenca	W	W	Tarragona	Y	X
Girona	Y	X	Teruel	W	W
Granada	Y	X	Toledo	Y	X
Guadalajara	X	W	Valencia	Z	Y
Guipúzcoa	X	W	Valladolid	W	W
Huelva	Z	Y	Vizcaya	X	W
Huesca	X	W	Zamora	X	W
Jaén	Z	Y	Zaragoza	Y	X

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

4.2.2. Conductos de extracción para ventilación mecánica

1. Cuando los conductos se dispongan contiguos a un *local habitable*, salvo que estén en la cubierta, para que el nivel sonoro continuo equivalente estandarizado ponderado producido por la instalación no supere 30 dBA, la sección nominal 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

$$S \geq 2,5 \cdot q_{vt} \quad (4.1)$$

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.



2. Cuando los conductos se dispongan en la cubierta, la sección puede ser como mínimo igual a la obtenida mediante la fórmula

$$S \geq 1 \cdot q_{vt} \quad (4.2)$$



4.3. Aspiradores híbridos, aspiradores mecánicos y extractores

1. Deben dimensionarse de acuerdo con el caudal extraído y para una depresión suficiente para contrarrestar las pérdidas de presión previstas del sistema.
2. Los *extractores* deben dimensionarse de acuerdo con el caudal mínimo para cada cocina indicado en la tabla 2.1 para la ventilación adicional de las mismas.

4.4. Ventanas y puertas exteriores

1. 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 la norma UNE 100 102:1988.

5.2. Control de recepción en obra de productos

1. En el pliego de condiciones del proyecto 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 el visto bueno del director de 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.

3. Con respecto a las conducciones de gas se guardará al menos una distancia de 3 cm.

3.5. Señalización

1. Las tuberías de agua de consumo humano se señalarán 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 pueden instalarse con este fin son: 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. Los equipos que utilicen agua para consumo humano en la condensación de agentes frigoríficos, deben equiparse con sistemas de recuperación de agua.

4. DIMENSIONADO

4.1. Reserva de espacio en el edificio

1. En los edificios dotados con contador general único se preverá un espacio para un armario o una cámara para alojar el contador general de las dimensiones indicadas en la tabla 4.1.

TABLA 4.1.
DIMENSIONES DEL ARMARIO Y DE LA ARQUETA PARA EL CONTADOR GENERAL

Dimensiones en mm	Diámetro nominal del contador 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. Dimensionado 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. El dimensionado de los tramos se hará de acuerdo al procedimiento siguiente:
 - a) el caudal máximo de cada tramo será igual a la suma de los caudales de los puntos de consumo alimentados por el mismo de acuerdo con la tabla 2.1;
 - b) establecimiento de los coeficientes de simultaneidad de cada tramo de acuerdo con un criterio adecuado;
 - c) determinación del caudal de cálculo en cada tramo como producto del caudal máximo por el coeficiente de simultaneidad correspondiente;
 - d) elección de una velocidad de cálculo comprendida dentro de los intervalos siguientes:
 - i) tuberías metálicas: entre 0,50 y 2,00 m/s
 - ii) tuberías termoplásticas y multicapas: entre 0,50 y 3,50 m/s
 - e) Obtención del diámetro correspondiente a cada tramo en función del caudal y de la velocidad.

4.2.2. Comprobación de la presión

1. Se comprobará que la presión disponible en el punto de consumo más desfavorable supera con los valores mínimos indicados en el apartado 2.1.3 y que en todos los puntos de consumo no se supera el valor máximo indicado en el mismo apartado, de acuerdo con lo siguiente:
 - 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 por 100 al 30 por 100 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 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 será necesaria la instalación de un grupo de presión.

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

1. Los ramales de enlace a los aparatos domésticos se dimensionarán conforme a lo que se establece en las tabla 4.2. 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	Diámetro nominal del ramal de enlace	
	Tubo de acero	Tubo de cobre o plástico (mm)
Lavamanos	1/2	12
Lavabo, bidé	1/2	12
Ducha	1/2	12
Bañera < 1,40 m	3/4	20
Bañera > 1,40 m	3/4	20
Inodoro con cisterna	1/2	12
Inodoro con fluxor	1 – 1 1/2	25 – 40
Urinario con grifo temporizado	1/2	12
Urinario con cisterna	1/2	12
Fregadero doméstico	1/2	12
Fregadero industrial	3/4	20
Lavavajillas doméstico	1/2 (rosca a 3/4)	12
Lavavajillas industrial	3/4	20
Lavadora doméstica	3/4	20
Lavadora industrial	1	25
Vertedero	3/4	20

2. Los diámetros de los diferentes tramos de la red de suministro se dimensionarán conforme al procedimiento establecido en el apartado 4.2, adoptándose como mínimo los valores de la tabla 4.3.

TABLA 4.3.
DIÁMETROS MÍNIMOS DE ALIMENTACIÓN

Tramo considerado	Diámetro nominal del tubo de alimentación		
	Acero	Cobre o plástico (mm)	
Alimentación a cuarto húmedo privado: baño, aseo, cocina	3/4	20	
Alimentación a derivación particular: vivienda, apartamento, local comercial	3/4	20	
Columna (montante o descendente)	3/4	20	
Distribuidor principal	1	25	
Alimentación equipos de climatización	< 50 kW	1/2	12
	50 - 250 kW	3/4	20
	250 - 500 kW	1	25
	> 500 kW	1 1/4	32





4.4. Dimensionado de las redes de ACS

4.4.1. Dimensionado de las redes de impulsión de ACS

1. 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 no se recircularán menos de 250 l/h en 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 por 100 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 nominal de la tubería	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 metros 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.