

ANDECE

ASOCIACIÓN NACIONAL
DE LA INDUSTRIA DEL
PREFABRICADO DE HORMIGÓN

15.07.2009

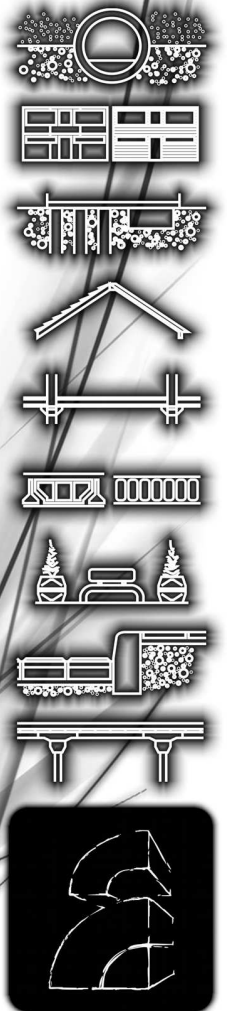
CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

EXIGENCIAS RELATIVAS A LOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN



ANDECE

ASOCIACIÓN NACIONAL
DE LA INDUSTRIA DEL
PREFABRICADO DE HORMIGÓN



ESTRUCTURA DEL CTE

Las exigencias normativas que contemplan aspectos que afectan directa o indirectamente a los productos prefabricados de hormigón son las sombreadas en gris:

DOCUMENTOS BÁSICOS	
Seguridad estructural (SE)	DB-SE-AE Acciones en la edificación
	DB-SE-C Cimientos
	DB-SE-A Acero
	DB-SE-F Fábrica
	DB-SE-M Madera
Seguridad en caso de incendio (SI)	SI 1: Propagación interior
	SI 2: Propagación exterior
	SI 3: Evacuación de ocupantes
	SI 4: Instalaciones de protección contra incendios
	SI 5: Intervención de bomberos
	SI 6: Resistencia estructural al incendio
Seguridad de utilización (SU)	SU 1: Seguridad frente al riesgo de caídas
	SU 2: Seguridad frente al riesgo de impacto o de atrapamiento
	SU 3: Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento
	SU 4: Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada
	SU 5: Seguridad frente al riesgo causado por situaciones con alta ocupación
	SU 6: Seguridad frente al riesgo de ahogamiento
	SU 7: Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento
	SU 8: Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo
Salubridad (HS) "Higiene, salud y protección del medio ambiente"	HS 1: Protección frente a la humedad
	HS 2: Recogida y evacuación de residuos
	HS 3: Calidad del aire interior
	HS 4: Suministro de agua
	HS 5: Evacuación de aguas
Protección frente al ruido (HR)	
Ahorro de energía (HE)	HE 1: Limitación de demanda energética
	HE 2: Rendimiento de las instalaciones térmicas
	HE 3: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación
	HE 4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria
	HE 5: Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica

El CTE se estructura en dos partes:

- La parte I contiene las disposiciones y condiciones generales de aplicación del CTE y las exigencias básicas que deben cumplir los edificios.
- La parte II, formada por los Documentos Básicos, que permiten cumplir las exigencias básicas. Estos documentos están basados en el conocimiento consolidado de las distintas técnicas constructivas, tienen un carácter abierto y evolutivo, para actualizarse en función de los avances técnicos y las demandas sociales que se vayan produciendo.

Estos documentos, en su versión actualizada, pueden descargarse directa y gratuitamente de la web: www.codigotecnico.org



EL CTE Y LOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN

La primera observación que debe realizarse es que el CTE, en general, no habla de productos y sí de sistemas o soluciones constructivas, salvo algún caso muy puntual en el que se definen las especificaciones de algún producto (referencias a normas, etc.).

Por ejemplo, en los elementos prefabricados destinados a forjados, ya tengan marcado CE (losas alveolares, prelosas o elementos para forjados nervados) o no (sistemas de vigueta y bovedilla), deben ser las soluciones o elementos constructivos de los que forman parte los que cumplan los requisitos establecidos en el CTE (por ejemplo, un determinado índice de transmisión a ruido por impacto (DB-HR) o una resistencia al fuego determinada (DB-SI)).

Se han agrupado los prefabricados de hormigón en varias tipologías constructivas, con el fin de determinar la aplicabilidad o no de los distintos Documentos Básicos:

- Prefabricados estructurales: elementos para forjados (EF), elementos estructurales (EE) y elementos de cimentación (EC).
- Fábricas: bloques (BQ).
- Revestimientos de cubierta (RC): tejas de hormigón.
- Revestimientos de fachada (RF): paneles de hormigón.
- Revestimientos de paredes y suelos (RV): adoquines, baldosas y bordillos de hormigón.
- Saneamiento (SA): tubos de hormigón, canales de desagüe y pozos de registro.

DOCUMENTOS BÁSICOS		EF	EE	EC	BQ	RC	RF	RV	SA
Seguridad estructural (SE)	DB-SE-AE Acciones en la edificación	X	X	X	X				
	DB-SE-C Cimientos			X					
	DB-SE-F Fábrica				X				
Seguridad en caso de incendio (SI)	SI 1: Propagación interior	X			X				
	SI 2: Propagación exterior	X			X	X	X		
	SI 6: Resistencia estructural al incendio	X	X						
	Anejo SI C Resistencia al fuego de las estructuras de hormigón armado	X	X						
	Anejo SI F Resistencia al fuego de los elementos de fábrica				X				
Seguridad de utilización (SU)	SU 1: Seguridad frente al riesgo de caídas							X	
	SU 8: Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo					X			
Salubridad (HS) "Higiene, salud y protección del medio ambiente"	HS 1: Protección frente a la humedad				X	X	X		
	HS 5: Evacuación de aguas								X
Protección frente al ruido (HR)		X			X	X	X		
Ahorro de energía (HE)	HE 1: Limitación de demanda energética	X			X	X	X		



PARTE 1: DISPOSICIONES Y CONDICIONES GENERALES DE APLICACIÓN DEL CTE

Capítulo 1. Disposiciones generales

Artículo 1. Objeto

1. El Código Técnico de la Edificación es el marco normativo por el que se regulan las exigencias básicas de calidad que deben cumplir los edificios, incluidas sus instalaciones, para satisfacer los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad, en desarrollo de lo previsto en la disposición adicional segunda de la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.

En la LOE, Ley de Ordenación de la Edificación, en el Capítulo I Disposiciones Generales, Artículo 2 Ámbito de Aplicación, en el punto 1, se dice literalmente:

“1. Esta Ley es de aplicación al proceso de la edificación, entendiéndose por tal la acción y el resultado de construir un edificio de carácter permanente, público o privado, cuyo uso principal esté comprendido en los siguientes grupos:

- a) Administrativo, sanitario, religioso, residencial en todas sus formas, docente y cultural.*
- b) Aeronáutico; agropecuario; de la energía; de la hidráulica; minero; de telecomunicaciones (referido a la ingeniería de las telecomunicaciones); del transporte terrestre, marítimo, fluvial y aéreo; forestal; industrial; naval; de la ingeniería de saneamiento e higiene, y accesorio a las obras de ingeniería y su explotación.*
- c) Todas las demás edificaciones cuyos usos no estén expresamente relacionados en los grupos anteriores.”*

Este punto nos dice que debemos de aplicar la LOE a todos los edificios incluidos en alguno de los puntos citados, independientemente de si son obra nueva o reforma.

2. El CTE establece dichas exigencias básicas para cada uno de los requisitos básicos de “seguridad estructural”, “seguridad en caso de incendio”, “seguridad de utilización”, “higiene, salud y protección del medio ambiente”, “protección contra el ruido” y “ahorro de energía y aislamiento térmico”, y proporciona procedimientos que permiten acreditar su cumplimiento con suficientes garantías técnicas.

4. Las exigencias básicas deben cumplirse en el proyecto, la construcción, el mantenimiento y la conservación de los edificios y sus instalaciones.

Artículo 2. Ámbito de aplicación

1. El CTE será de aplicación, en los términos establecidos en la LOE y con las limitaciones que en el mismo se determinan, a las edificaciones públicas y privadas cuyos proyectos precisen disponer de la correspondiente licencia o autorización legalmente exigible.

2. El CTE se aplicará a las obras de edificación de nueva construcción, excepto a aquellas construcciones de sencillez técnica y de escasa entidad constructiva, que no tengan carácter residencial o público, ya sea de forma eventual o permanente, que se desarrollen en una sola planta y no afecten a la seguridad de las personas.

3. Igualmente, el CTE se aplicará a las obras de ampliación, modificación, reforma o rehabilitación que se realicen en edificios existentes, siempre y cuando dichas obras sean compatibles con la naturaleza de la intervención y, en su caso, con el grado de protección que puedan tener los edificios afectados. La posible incompatibilidad de aplicación deberá justificarse en el proyecto y, en su caso, compensarse con medidas alternativas que sean técnica y económicamente viables.



Artículo 3. Contenido del CTE

1. Con el fin de facilitar su comprensión, desarrollo, utilización y actualización, el CTE se ordena en dos partes:

- a) la primera contiene las disposiciones y condiciones generales de aplicación del CTE y las exigencias básicas que deben cumplir los edificios; y
- b) la segunda está formada por los denominados Documentos Básicos, en adelante DB, para el cumplimiento de las exigencias básicas del CTE. Estos Documentos, basados en el conocimiento consolidado de las distintas técnicas constructivas, se actualizarán en función de los avances técnicos y las demandas sociales y se aprobarán reglamentariamente.

2. Los DB contienen:

- a) la caracterización de las exigencias básicas y su cuantificación, en la medida en que el desarrollo científico y técnico de la edificación lo permite, mediante el establecimiento de los niveles o valores límite de las prestaciones de los edificios o sus partes, entendidas dichas prestaciones como el conjunto de características cualitativas o cuantitativas del edificio, identificables objetivamente, que determinan su aptitud para cumplir las exigencias básicas correspondientes; y
- b) unos procedimientos cuya utilización acredita el cumplimiento de aquellas exigencias básicas, concretados en forma de métodos de verificación o soluciones sancionadas por la práctica. También podrán contener remisión o referencia a instrucciones, reglamentos u otras normas técnicas a los efectos de especificación y control de los materiales, métodos de ensayo y datos o procedimientos de cálculo, que deberán ser tenidos en cuenta en la redacción del proyecto del edificio y su construcción.

Artículo 4. Documentos Reconocidos y Registro General del CTE

1. Como complemento de los Documentos Básicos, de carácter reglamentario, incluidos en el CTE y con el fin de lograr una mayor eficacia en su aplicación, se crean los Documentos Reconocidos del CTE, definidos como documentos técnicos, sin carácter reglamentario, que cuenten con el reconocimiento del Ministerio de Vivienda que mantendrá un registro público de los mismos.

2. Los Documentos Reconocidos podrán tener el contenido siguiente:

- a) especificaciones y guías técnicas o códigos de buena práctica que incluyan procedimientos de diseño, cálculo, ejecución, mantenimiento y conservación de productos, elementos y sistemas constructivos;
- b) métodos de evaluación y soluciones constructivas, programas informáticos, datos estadísticos sobre la siniestralidad en la edificación u otras bases de datos;
- c) comentarios sobre la aplicación del CTE; o
- d) cualquier otro documento que facilite la aplicación del CTE, excluidos los que se refieran a la utilización de un producto o sistema constructivo particular o bajo patente.

3. Se crea, en el Ministerio de Vivienda, y adscrito a la Dirección General de Arquitectura y Política de Vivienda, el Registro General del CTE, que tendrá carácter público e informativo.

4. Los Documentos Reconocidos del CTE se inscribirán en dicho Registro General. También podrán inscribirse en el mismo:

- a) Las marcas, los sellos, las certificaciones de conformidad y otros distintivos de calidad voluntarios de las características técnicas de los productos, los equipos o los sistemas, que se incorporen a los edificios y que contribuyan al cumplimiento de las exigencias básicas.
- b) Los sistemas de certificación de conformidad de las prestaciones finales de los edificios, las certificaciones de conformidad que ostenten los agentes que intervienen en la ejecución de las



obras, las certificaciones medioambientales que consideren el análisis del ciclo de vida de los productos, otras evaluaciones medioambientales de edificios y otras certificaciones que faciliten el cumplimiento del CTE y fomenten la mejora de la calidad de la edificación.

- c) Los organismos autorizados por las Administraciones Públicas competentes para la concesión de evaluaciones técnicas de la idoneidad de productos o sistemas innovadores u otras autorizaciones o acreditaciones de organismos y entidades que avalen la prestación de servicios que facilitan la aplicación del CTE.

Un Documento Reconocido que hay a disposición de los usuarios es el Catálogo de Elementos Constructivos, que recoge un amplio abanico de materiales, productos y elementos constructivos para cubiertas, fachadas, huecos y particiones interiores que cuentan con las características higrotérmicas y acústicas relacionadas con las exigencias anteriormente mencionadas.

Este documento, en su versión actualizada (abril de 2009), puede descargarse directa y gratuitamente de la web: www.codigotecnico.org

Este texto es una publicación abierta y se seguirá completando con otros materiales y soluciones constructivas en ediciones sucesivas.



Capítulo 2. Condiciones técnicas y administrativas

Artículo 5. Condiciones generales para el cumplimiento del CTE

5.2. Conformidad con el CTE de los productos, equipos y materiales

1. Los productos de construcción que se incorporen con carácter permanente a los edificios, en función de su uso previsto, llevarán el marcado CE (*en los casos que sea de aplicación*), de conformidad con la Directiva 89/106/CEE de productos de construcción.
2. En determinados casos, y con el fin de asegurar su suficiencia, los DB establecen las características técnicas de productos, equipos y sistemas que se incorporen a los edificios, sin perjuicio del Marcado CE que les sea aplicable de acuerdo con las correspondientes Directivas Europeas.
3. Las marcas, sellos, certificaciones de conformidad u otros distintivos de calidad voluntarios que faciliten el cumplimiento de las exigencias básicas del CTE, podrán ser reconocidos por las Administraciones Públicas competentes.
4. También podrán reconocerse, de acuerdo con lo establecido en el apartado anterior, las certificaciones de conformidad de las prestaciones finales de los edificios, las certificaciones de conformidad que ostenten los agentes que intervienen en la ejecución de las obras, las certificaciones medioambientales que consideren el análisis del ciclo de vida de los productos, otras evaluaciones medioambientales de edificios y otras certificaciones que faciliten el cumplimiento del CTE.

Artículo 6. Condiciones del proyecto

Artículo 7. Condiciones en la ejecución de las obras

7.2. Control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas

1. El control de recepción tiene por objeto comprobar que las características técnicas de los productos, equipos y sistemas suministrados satisfacen lo exigido en el proyecto. Este control comprenderá (*entre otros*):

7.2.1. Control de la documentación de los suministros

1. Los suministradores entregarán al constructor, quien los facilitará al director de ejecución de la obra, los documentos de identificación del producto exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Esta documentación comprenderá, al menos, los siguientes documentos:

- a) los documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado;
- b) el certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física; y
- c) los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al marcado CE de los productos de construcción, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las Directivas Europeas que afecten a los productos suministrados.

7.2.2. Control de recepción mediante distintivos de calidad y evaluaciones de idoneidad técnica

1. El suministrador proporcionará la documentación precisa sobre:
 - a) los distintivos de calidad que ostenten los productos, equipos o sistemas suministrados, que aseguren las características técnicas de los mismos exigidas en el proyecto y documentará, en su caso, el reconocimiento oficial del distintivo de acuerdo con lo establecido en el artículo 5.2.3; y



- b) las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos, equipos y sistemas innovadores, de acuerdo con lo establecido en el artículo 5.2.5, y la constancia del mantenimiento de sus características técnicas.

7.2.3. Control de recepción mediante ensayos

1. Para verificar el cumplimiento de las exigencias básicas del CTE puede ser necesario, en determinados casos, realizar ensayos y pruebas sobre algunos productos, según lo establecido en la reglamentación vigente, o bien según lo especificado en el proyecto u ordenados por la dirección facultativa.

2. La realización de este control se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el proyecto o indicados por la dirección facultativa sobre el muestreo del producto, los ensayos a realizar, los criterios de aceptación y rechazo y las acciones a adoptar.

Artículo 8. Condiciones del edificio

Capítulo 3. Exigencias básicas

Artículo 9. Generalidades

Artículo 10. Exigencias básicas de seguridad estructural (SE)

1. El objetivo del requisito básico "Seguridad estructural" consiste en asegurar que el edificio tiene un comportamiento estructural adecuado frente a las acciones e influencias previsibles a las que pueda estar sometido durante su construcción y uso previsto.

10.1. Exigencia básica SE 1: Resistencia y estabilidad

10.2. Exigencia básica SE 2: Aptitud al servicio

1. Exigencias básicas de seguridad en caso de incendio (SI)

1. El objetivo del requisito básico "Seguridad en caso de incendio" consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios de un edificio sufran daños derivados de un incendio de origen accidental, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

11.1. Exigencia básica SI 1: Propagación interior

11.2. Exigencia básica SI 2: Propagación exterior

11.3. Exigencia básica SI 3: Evacuación de ocupantes

11.4. Exigencia básica SI 4: Instalaciones de protección contra incendios

11.5. Exigencia básica SI 5: Intervención de bomberos

11.6. Exigencia básica SI 6: Resistencia estructural al incendio

Artículo 12. Exigencias básicas de seguridad de utilización (SU)

1. El objetivo del requisito básico "Seguridad de Utilización" consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios sufran daños inmediatos durante el uso previsto de los edificios, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

12.1. Exigencia básica SU 1: Seguridad frente al riesgo de caídas

12.2. Exigencia básica SU 2: Seguridad frente al riesgo de impacto o de atrapamiento

12.3. Exigencia básica SU 3: Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento



12.4. Exigencia básica SU 4: Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada

12.5. Exigencia básica SU 5: Seguridad frente al riesgo causado por situaciones con alta ocupación

12.6. Exigencia básica SU 6: Seguridad frente al riesgo de ahogamiento

12.7. Exigencia básica SU 7: Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento

12.8. Exigencia básica SU 8: Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo

Artículo 13. Exigencias básicas de salubridad (HS) “Higiene, salud y protección del medio ambiente”

1. El objetivo del requisito básico “Higiene, salud y protección del medio ambiente”, tratado en adelante bajo el término salubridad, consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios, dentro de los edificios 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, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

13.1 Exigencia básica HS 1: Protección frente a la humedad

13.2 Exigencia básica HS 2: Recogida y evacuación de residuos

13.3 Exigencia básica HS 3: Calidad del aire interior

13.4 Exigencia básica HS 4: Suministro de agua

13.5 Exigencia básica HS 5: Evacuación de aguas

Artículo 14. Exigencias básicas de protección frente al ruido (HR)

1. El objetivo de este requisito básico “Protección frente al ruido” consiste en limitar dentro de los edificios, y en condiciones normales de utilización, el riesgo de molestias o enfermedades que el ruido pueda producir a los usuarios, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

Artículo 15. Exigencias básicas de ahorro de energía (HE)

1. El objetivo del requisito básico “Ahorro de energía” consiste en conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios, reduciendo a límites sostenibles su consumo y conseguir asimismo que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

15.1 Exigencia básica HE 1: Limitación de demanda energética

15.2 Exigencia básica HE 2: Rendimiento de las instalaciones térmicas

15.3 Exigencia básica HE 3: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación

15.4 Exigencia básica HE 4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria

15.5 Exigencia básica HE 5: Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica



ANEJO I. CONTENIDO DEL PROYECTO

I Memoria

II Planos

III Pliego de condiciones

IV Mediciones

V Presupuesto

ANEJO II. DOCUMENTACIÓN DEL SEGUIMIENTO DE LA OBRA

ANEJO III. TERMINOLOGÍA



PARTE 2: DOCUMENTOS BÁSICOS

DB-SE Seguridad estructural

1. El objetivo del requisito básico "Seguridad estructural" consiste en asegurar que el edificio tiene un comportamiento estructural adecuado frente a las acciones e influencias previsibles a las que pueda estar sometido durante su construcción y uso previsto.

4. Las estructuras de hormigón están reguladas por la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

1.2 Prescripciones aplicables conjuntamente con DB-SE

1. El DB-SE constituye la base para los Documentos Básicos siguientes y se utilizará conjuntamente con ellos:

- DB-SE-AE Acciones en la edificación
- DB-SE-C Cimientos
- DB-SE-A Acero
- DB-SE-F Fábrica
- DB-SE-M Madera
- DB-SI Seguridad en caso de incendio

1. Deberán tenerse en cuenta, además, las especificaciones de la normativa siguiente:

- NCSE Norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación: NCSE-02.
- EHE Instrucción de hormigón estructural: EHE-08



DB-SE AE Seguridad estructural. Acciones en la edificación

1. Generalidades

1.1 *Ámbito de aplicación*

1 El campo de aplicación de este Documento Básico es el de la determinación de las acciones sobre los edificios, para verificar el cumplimiento de los requisitos de seguridad estructural (capacidad portante y estabilidad) y aptitud al servicio, establecidos en el DB-SE.

2 Acciones permanentes

2.1 *Peso propio*

1 El peso propio a tener en cuenta es el de los elementos estructurales, los cerramientos y elementos separadores, la tabiquería, todo tipo de carpinterías, revestimientos (como pavimentos, guarnecidos, enlucidos, falsos techos), rellenos (como los de tierras) y equipo fijo.

2 El valor característico del peso propio de los elementos constructivos, se determinará, en general, como su valor medio obtenido a partir de las dimensiones nominales y de los pesos específicos medios. En el Anejo C se incluyen los pesos de materiales, productos y elementos constructivos típicos.

2.2 *Pretensado*

1 La acción del pretensado se evaluará a partir de lo establecido en la Instrucción EHE.

2.3 *Acciones del terreno*

1 Las acciones derivadas del empuje del terreno, tanto las procedentes de su peso como de otras acciones que actúan sobre él, o las acciones debidas a sus desplazamientos y deformaciones, se evalúan y tratan según establece el DB-SE-C.

3 Acciones variables

3.1 *Sobrecarga de uso*

1 La sobrecarga de uso es el peso de todo lo que puede gravitar sobre el edificio por razón de su uso.

Tabla 3.1 Valores característicos de las sobrecargas de uso

Tabla 3.2 Coeficiente de reducción de sobrecargas

3.2 *Acciones sobre barandillas y elementos divisorios*

La estructura propia de las barandillas, petos, antepechos o quitamiedos de terrazas, miradores, balcones o escaleras deben resistir una fuerza horizontal, uniformemente distribuida.

Tabla 3.2 Acciones sobre las barandillas y otros elementos divisorios

3.3 *Viento*

1 La acción de viento, en general una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática, que puede expresarse como:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

siendo:

q_b la presión dinámica del viento. De *forma* simplificada, como valor en cualquier punto del territorio español, puede adoptarse $0,5 \text{ kN/m}^2$. Pueden obtenerse valores más precisos mediante el anejo D, en función del emplazamiento geográfico de la obra.



$$q_b = 0,5 \cdot \delta \cdot v_b^2$$

siendo δ la densidad del aire (puede tomarse como valor de referencia $1,25 \text{ kg/m}^3$) y v_b el valor básico de la velocidad del viento.

Figura D.1 Valor básico de la velocidad del viento, v_b

ce el coeficiente de exposición, variable con la altura del punto considerado, en función del grado de aspereza del entorno donde se encuentra ubicada la construcción. El coeficiente de exposición tiene en cuenta los efectos de las turbulencias originadas por el relieve y la topografía del terreno.

Tabla 3.3 Valores del coeficiente de exposición ce

Tabla D.2 Coeficientes para tipo de entorno

Tablas D.3 a D.14 se dan valores de coeficientes de presión/exposición para diversas formas simples de construcciones

cp el coeficiente eólico o de presión, dependiente de la forma y orientación de la superficie respecto al viento, y en su caso, de la situación del punto respecto a los bordes de esa superficie; un valor negativo indica succión.

Tabla 3.4 Coeficiente eólico en edificios de pisos

Tabla 3.5 Coeficientes de presión interior

3.4 Acciones térmicas

2 Las variaciones de la temperatura en el edificio conducen a deformaciones de todos los elementos constructivos, en particular, los estructurales, que, en los casos en los que estén impedidas, producen tensiones en los elementos afectados.

3 La disposición de juntas de dilatación puede contribuir a disminuir los efectos de las variaciones de la temperatura. En edificios habituales con elementos estructurales de hormigón o acero, pueden no considerarse las acciones térmicas cuando se dispongan juntas de dilatación de forma que no existan elementos continuos de más de 40 m de longitud. Para otro tipo de edificios, los DB incluyen la distancia máxima entre juntas de dilatación en función de las características del material utilizado.

3.5 Nieve

1 La distribución y la intensidad de la carga de nieve sobre un edificio, o en particular sobre una cubierta, depende del clima del lugar, del tipo de precipitación, del relieve del entorno, de la forma del edificio o de la cubierta, de los efectos del viento, y de los intercambios térmicos en los paramentos exteriores.

2 Como valor de carga de nieve por unidad de superficie en proyección horizontal, q_n , puede tomarse:

$$q_n = \mu \cdot s_k$$

siendo:

μ coeficiente de forma de la cubierta.

Figura 3.3 Factor de forma en faldones

s_k el valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal (kN/m^2).

Tabla 3.7 Sobrecarga de nieve en capitales de provincia y ciudades autónomas

Tabla E.2 Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal



4 Acciones accidentales

4.1 Sismo

1 Las acciones sísmicas están reguladas en la NSCE, Norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación.

4.2 Incendio

1 Las acciones debidas a la agresión térmica del incendio están definidas en el DB-SI

4.3 Impacto

1 Las acciones sobre un edificio causadas por un impacto dependen de la masa, de la geometría y de la velocidad del cuerpo impactante, así como de la capacidad de deformación y de amortiguamiento tanto del cuerpo como del elemento contra el que impacta.

4.4 Otras acciones accidentales

1 En los edificios con usos tales como fábricas químicas, laboratorios o almacenes de materiales explosivos, se hará constar en el proyecto las acciones accidentales específicas consideradas, con indicación de su valor característico y su modelo.

Anejo A. Terminología

Anejo B. Notaciones y unidades

Anejo C. Prontuario de pesos y coeficientes de rozamiento interno

Tabla C.1 Peso específico aparente de materiales de construcción

Materiales y elementos	Peso específico aparente (kN/m ³)
Hormigón ligero	9,0 a 20,0
Hormigón normal	24,0
Hormigón pesado	>28,0
Mortero de cemento	19,0 a 23,0
Mortero de cemento y cal	18,0 a 20,0

Tabla C.2 Peso por unidad de superficie de elementos de cobertura

Materiales y elementos	Peso (kN/m ²)
Placas de fibrocemento, 6 mm espesor	0,18

Tabla C.3 Peso por unidad de superficie de elementos de pavimentación

Tabla C.4 Peso por unidad de superficie de tabiques

Materiales y elementos	Peso (kN/m ²)
Placas de fibrocemento, 6 mm espesor	0,18



Tabla C.5 Peso propio de elementos constructivos

Materiales y elementos	Peso (kN/m²)
Forjados	X
Cerramientos y particiones	X
Solados	X
Cubiertas	X
Rellenos	X

Tabla C.6 Peso específico y ángulo de rozamiento de materiales almacenables y a granel

- ✓ En este apartado, cuyos datos no son más que una referencia, posiblemente sea más oportuno acudir al catálogo de elementos constructivos (CEC).

Anejo D. Acción del viento

Anejo E. Datos climáticos



Documento Básico SE-C Cimientos

1 Generalidades

1.1 *Ámbito de aplicación*

1 El ámbito de aplicación de este DB-C es el de la seguridad estructural, capacidad portante y aptitud al servicio, de los elementos de cimentación y, en su caso, de contención de todo tipo de edificios, en relación con el terreno, independientemente de lo que afecta al elemento propiamente dicho, que se regula en los Documentos Básicos relativos a la seguridad estructural de los diferentes materiales o la instrucción EHE.

1.2 *Condiciones particulares para el cumplimiento del DB-SE-C*

2 Bases de cálculo

2.1 *Generalidades*

2.2 *Método de los estados límite*

2.3 *Variables básicas*

2.4 *Verificaciones basadas en el formato de los coeficientes parciales*

4 La comprobación de la capacidad estructural de la cimentación, como elemento estructural a dimensionar, puede realizarse con el formato general de acciones y coeficientes de seguridad incluidos en el DB-SE, y en el resto de Documentos Básicos relativos a la seguridad estructural de los diferentes materiales o la instrucción EHE, o utilizando el formato de acciones y coeficientes de seguridad incluidos a tal efecto en este DB.

Tabla 2.1. Coeficientes de seguridad parciales

γ_E el coeficiente parcial para el efecto de las acciones. Elementos de hormigón estructural cuyo nivel de ejecución es intenso o normal, valor 1,6, según la Instrucción EHE. En los casos en los que el nivel de control de ejecución sea reducido, el coeficiente γ_E debe tomarse, para situaciones persistentes o transitorias, igual a 1,8.

3 Estudio geotécnico

3.1 *Generalidades*

3.2 *Reconocimiento del terreno*

3.3 *Contenido del estudio geotécnico*

1 El estudio geotécnico incluirá los antecedentes y datos recabados, los trabajos de reconocimiento efectuados, la distribución de unidades geotécnicas, los niveles freáticos, las características geotécnicas del terreno identificando en las unidades relevantes los valores característicos de los parámetros obtenidos y los coeficientes sismorresistentes, si fuere necesario.

8 El estudio, en función del tipo de cimentación, debe establecer los valores y especificaciones necesarios para el proyecto relativos a (entre otros) la cuantificación de la agresividad del terreno y de las aguas que contenga, para su calificación al objeto de establecer las medidas adecuadas a la durabilidad especificada en cimentaciones y elementos de contención, de acuerdo con los Documentos Básicos relativos a la seguridad estructural de los diferentes materiales o la instrucción EHE.



4 Cimentaciones directas

4.1 Definiciones y tipologías

1 Una cimentación directa es aquella que reparte las cargas de la estructura en un plano de apoyo Horizontal.

4.1.1 Zapatas aisladas

4 Desde el punto de vista estructural se tendrán en cuenta las prescripciones de la instrucción EHE (Figura 4.3), y se considerarán estructuralmente rígidas las zapatas cuyo vuelo v , en la dirección principal de mayor vuelo, sea menor o igual que dos veces el canto h ($v \leq 2h$). Las zapatas se considerarán flexibles en caso contrario ($v > 2h$).

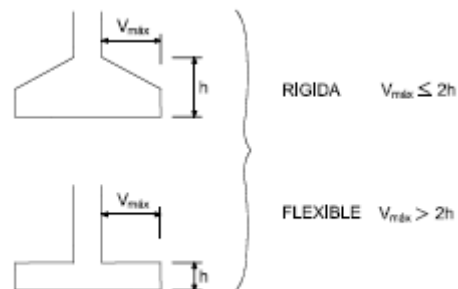


Figura 4.3. Concepto de rigidez estructural

4.2 Análisis y dimensionado

4.3 Presión admisible y de hundimiento

4.4 Asiento de las cimentaciones directas

4.5 Condiciones constructivas

4.6 Control

5 Cimentaciones profundas

5.1.1 Definiciones

1 A efectos de este DB se considerará que una cimentación es profunda si su extremo inferior, en el terreno, está a una profundidad superior a 8 veces su diámetro o ancho.

5.1.2 Tipologías

5.1.2.1 Por la forma de trabajo

1 En cuanto a la forma de trabajo, los pilotes se clasifican en:

- a) pilotes por fuste: en aquellos terrenos en los que al no existir un nivel claramente más resistente, al que transmitir la carga del pilotaje, éste transmitirá su carga al terreno fundamentalmente a través del fuste. Se suelen denominar pilotes “flotantes”;
- b) pilotes por punta: en aquellos terrenos en los que al existir, a cierta profundidad, un estrato claramente más resistente, las cargas del pilotaje se transmitirán fundamentalmente por punta. Se suelen denominar pilotes “columna”.

5.1.2.2 Por el tipo de pilote

1 Los pilotes pueden ser de naturaleza y forma muy variada. En general siempre será un elemento aproximadamente prismático cuya longitud es mucho mayor que la dimensión transversal media.



5.1.2.2.1 Por el tipo de material del pilote

1 Para la construcción de pilotes se puede utilizar, entre otros, hormigón prefabricado: podrá ser hormigón armado (hormigones de alta resistencia) u hormigón pretensado o postensado.

5.1.2.2.3 Por el procedimiento constructivo

1 De forma general, atendiendo al modo de colocar los pilotes dentro del terreno, se considerarán los siguientes:

- a) pilotes prefabricados hincados: la característica fundamental de estos pilotes estriba en el desplazamiento del terreno que su ejecución puede inducir, ya que el pilote se introduce en el terreno sin hacer excavaciones previas que faciliten su alojamiento en el terreno. Las formas de hincar pilotes pueden ser diferentes según se use vibración o se emplee, como suele ser más frecuente, la hinca o percusión con golpes de maza.
- b) pilotes hormigonados "in situ": son aquellos que se ejecutan en excavaciones previas realizadas en el terreno.

5.2 Acciones a considerar

1 Además de las acciones de la estructura sobre la cimentación se tendrá en cuenta que los pilotes puedan estar sometidos a efectos "parásitos" inducidos por acciones derivadas por el movimiento del propio terreno de cimentación.

5.2.2 Rozamiento negativo

1 La situación de rozamiento negativo se produce cuando el asiento del terreno circundante al pilote es mayor que el asiento del pilote. En esta situación, el pilote soporta, además de la carga que le transmite la estructura, parte del peso del terreno.

4 El rozamiento lateral por fuste se puede reducir notablemente en pilotes prefabricados (hormigón, metálicos o madera) tratándolo mediante pinturas bituminosas.

5.3 Análisis y dimensionado**5.3.8 Consideraciones estructurales**

1 En el análisis de los estados límite últimos se tendrá en cuenta que las acciones en el pilote pueden llegar a provocar el agotamiento de la capacidad estructural de su sección resistente.

5.3.8.1 Tope estructural

1 El tope estructural o carga nominal es el valor de cálculo de la capacidad resistente del pilote. Se debe comprobar que, la sollicitación axial sobre cada pilote, no supere este tope.

2 El tope estructural depende de:

- a) la sección transversal del pilote;
- b) el tipo de material del pilote;
- c) el procedimiento de ejecución;
- d) el terreno.

3 Los valores del tope estructural se adoptarán de acuerdo con la siguiente expresión:

$$Q_{\text{tope}} = \sigma \cdot A$$

siendo:

σ la tensión del pilote



Hormigón pretensado o postesado: $\sigma = 0,30 (f_{ck} - 0,9 f_p)$

f_{ck} es la resistencia característica del hormigón

f_p es la tensión introducida en el hormigón por el pretensado

A el área de la sección transversal

5.4 Condiciones constructivas y de control

5.4.1.2 Pilotes prefabricados hincados

1 Para la ejecución de los pilotes prefabricados se consideran adecuadas las especificaciones constructivas recogidas con relación a este tipo de pilotes en la norma UNE-EN 12699:2001.

5.4.2.2 Control de ejecución de pilotes prefabricados hincados

1 Los controles de todos los trabajos de realización de las diferentes etapas de ejecución de un pilote se deben ajustar al método de trabajo y al plan de ejecución establecidos en el proyecto.

6 Elementos de contención

6.1 Definiciones y tipologías

6.1.1 Pantallas

1 Se denomina pantallas a los elementos de contención de tierras que se emplean para realizar excavaciones verticales en aquellos casos en los que el terreno, los edificios u otras estructuras cimentadas en las inmediaciones de la excavación, no serían estables sin sujeción, o bien, se trata de eliminar posibles filtraciones de agua a través de los taludes de la excavación y eliminar o reducir a límites admisibles las posibles filtraciones a través del fondo de la misma, o de asegurar la estabilidad de éste frente a fenómenos de sifonamiento. Se construyen desde la superficie del terreno previamente a la ejecución de la excavación y trabajan fundamentalmente a flexión. Quedan excluidas las pantallas que tienen únicamente por objeto la impermeabilización o estanqueidad.

3 La pantalla cumple una labor estructural de contención de tierras, y de impermeabilización del vaso, pero no puede considerarse un elemento totalmente terminado ni absolutamente impermeable, dadas las características intrínsecas del material y del proceso de ejecución. En cualquier caso será necesario prever un acabado final de su superficie, ya que se hormigona contra el propio terreno.

Tabla 6.1. Tipos de pantallas

Pantallas ejecutadas enteramente in situ	Pantallas de elementos prefabricados	
Pantallas continuas de hormigón	Hincadas	Tablestacas de HA o HP
		Tablestacas de acero
		Tablestacas de madera
	De paneles de HA o HP que se colocan en una zanja previamente excavada	

6.1.1.3 Pantallas de tablestacas

1 Se consideran como tales las alineaciones de paneles prefabricados o tablestacas, que se hincan en el terreno a golpes o por vibración para constituir, debidamente enlazadas, pantallas resistentes o de impermeabilización, que sirvan de protección para la ejecución de otras obras.

2 Los tipos de tablestacas considerados en este DB son:

- a) tablestacas de hormigón armado o pretensado;



- b) tablestacas de acero. Éstas a causa de su menor sección se hincan más fácilmente que las tablestacas de hormigón armado, originando menores vibraciones en el terreno.

6.1.2 Muros

1 Los muros se definen como elementos de contención destinados a establecer y mantener una diferencia de niveles en el terreno con una pendiente de transición superior a lo que permitiría la resistencia del mismo, transmitiendo a su base y resistiendo con deformaciones admisibles los correspondientes empujes laterales. En el caso de muros de sótano, éstos se utilizan para independizar una construcción enterrada del terreno circundante.

2 En edificación, los muros de contención suelen ser construcciones quebradas o cerradas en planta, a las que acometen otros elementos tanto de la edificación como de la urbanización.

4 Por los materiales empleados, los muros generalmente son de hormigón en masa o armado, mampostería o fábrica.

5 Por su concepto estructural se distinguen, entre otros, los muros de gravedad, de gravedad aligerados, de contrafuertes, en L o en ménsula, de sótano y los realizados por bataches a medida que se ejecuta la excavación.

6 Los muros de gravedad son elementos de contención cuyas dimensiones son suficientemente grandes como para equilibrar los empujes únicamente por su peso, sin que se produzcan tracciones en la fábrica u hormigón o siendo éstas despreciables. Estos muros en general no precisan armadura y son los más resistentes a los agentes destructivos.

7 En el caso de muros de gravedad aligerados, al reducirse el espesor del alzado del muro, las pequeñas tracciones correspondientes se absorben con una ligera armadura. El pie ha de sobresalir en ménsula para mantener el ancho de base necesario, por lo que es necesaria también la colocación de armadura en la base de la zapata.

6.2 Acciones a considerar y datos geométricos

6.3 Análisis y dimensionado

6.3.2 Pantallas

6.3.2.4 Dimensionado

6.3.2.4.2 Dimensiones y características de la sección transversal

6.3.2.4.2.1 Pantallas de tablestacas

1 Tablestacas de hormigón armado y pretensado:

- a) se dimensionarán para que resistan los máximos esfuerzos mayorados durante el servicio, los esfuerzos que puedan producirse durante la hinca y los que se produzcan durante el transporte, igualmente mayorados. La forma de comprobación de la resistencia, de la sección transversal, en función de las características resistentes del hormigón y del acero, será la indicada en la Instrucción EHE;
- b) el recubrimiento del acero de las armaduras debe ser mayor o igual que 3 cm en agua dulce, y que 4 cm en agua salada y cumplirá las condiciones definidas en este DB y en la Instrucción EHE.

6.3.3 Muros

2 El cálculo estructural de las secciones de hormigón se efectuará considerando los coeficientes de seguridad definidos en la tabla 2.1, según los criterios definidos en este DB y de acuerdo con la Instrucción EHE.



3 Por la forma de ejecución, no se fija una limitación a la resistencia característica del hormigón ni al recubrimiento de las armaduras.

6.4 Condiciones constructivas y de control

7 Acondicionamiento del terreno

7.1 Criterios básicos

7.2 Excavaciones

7.3 Rellenos

7.4 Gestión del agua

8 Mejora o refuerzo del terreno

8.1 Generalidades

8.2 Condiciones iniciales del terreno

8.3 Elección del procedimiento de mejora o refuerzo del terreno

8.4 Condiciones constructivas y de control

9 Anclajes al terreno

9.1 Definiciones y tipologías

9.2 Acciones a considerar y datos geométricos

9.3 Análisis y dimensionado

9.4 Condiciones constructivas y de control

Anejo A. Terminología

Anejo B. Notación y unidades

Anejo C. Técnicas de prospección

Anejo D. Criterios de clasificación, correlaciones y valores orientativos tabulados de referencia

Anejo E. Interacción suelo-estructura

Anejo F. Modelos de referencia para el cálculo de cimentaciones y elementos de contención

F.2. Cimentaciones profundas

F.2.1 Determinación de la resistencia de hundimiento mediante soluciones analíticas

1 Cuando se utilizan métodos basados en la teoría de la plasticidad, y para la obtención aproximada de la resistencia unitaria por punta y por fuste, se tendrá en cuenta si se trata de suelos granulares o suelos finos.

F.2.1.1 Suelos granulares

1 La resistencia unitaria de hundimiento por punta de pilotes en suelos granulares se podrá estimar con la expresión siguiente:



$$q_p = f_p \cdot \sigma'_{vp} \cdot N_q \leq 20 \text{ MPa}$$

siendo:

$f_p = 3$ para pilotes hincados;

$f_p = 2,5$ para pilotes hormigonados in situ;

σ'_{vp} la presión vertical efectiva al nivel de la punta antes de instalar el pilote;

N_q el factor de capacidad de carga

La resistencia unitaria por fuste en suelos granulares se podrá estimar con la expresión siguiente:

$$\tau_f = \sigma'_v \cdot K_f \cdot f \cdot \tan \phi \leq 120 \text{ kPa}$$

siendo:

σ'_v la presión vertical efectiva al nivel considerado;

K_f el coeficiente de empuje horizontal;

f el factor de reducción del rozamiento del fuste;

ϕ el ángulo de rozamiento interno del suelo granular.

4 Para pilotes hincados se tomará $K_f = 1$ y para pilotes perforados se tomará $K_f = 0,75$.

5 Para pilotes de hormigón "in situ" o de madera se tomará $f=1$. Para pilotes prefabricados de hormigón se tomará $f = 0,9$ y para pilotes de acero en el fuste se tomará $f = 0,8$.

Anejo G. Normas de referencia



Documento Básico SE-F Fábrica

1 Generalidades

1.1 *Ámbito de aplicación*

1 El campo de aplicación de este DB es el de la verificación de la seguridad estructural de muros resistentes en la edificación realizados a partir de piezas relativamente pequeñas, comparadas con las dimensiones de los elementos, asentadas mediante mortero, tales como fábricas de ladrillo, bloques de hormigón y de cerámica aligerada, y fábricas de piedra, incluyendo el caso de que contengan armaduras activas o pasivas en los morteros o refuerzos de hormigón armado.

2 Quedan excluidos de este DB los muros de carga que carecen de elementos destinados a asegurar la continuidad con los forjados (encadenados), tanto los que confían la estabilidad al rozamiento de los extremos de las viguetas, como los que confían la estabilidad exclusivamente a su grueso o a su vinculación a otros muros perpendiculares sin colaboración de los forjados. También quedan excluidas aquellas fábricas construidas con piezas colocadas “en seco” (sin mortero en las juntas horizontales) y las de piedra cuyas piezas no son regulares (mampuestos) o no se asientan sobre tendeles horizontales, y aquellas en las que su grueso se consigue a partir de rellenos amorfos entre dos hojas de sillares

1.2 *Consideraciones previas*

1 Este DB establece condiciones tanto para elementos de fábrica sustentante, la que forma parte de la estructura general del edificio, como para elementos de fábrica sustentada, destinada sólo a soportar las acciones directamente aplicadas sobre ella, y que debe transmitir a la estructura general.

5 Para hormigones y aceros de armar, en todo lo que no contradiga este DB, será de aplicación la instrucción de hormigón estructural EHE.

- ✓ En el CTE no diferencia ladrillo cerámico de ladrillo de hormigón y emplea el término “ladrillo” haciendo alusión sólo al ladrillo cerámico. También existen ladrillos de hormigón y esto debería estar reflejado.

1.3 *Condiciones particulares para el cumplimiento del DB-SE-F*

2 Bases de cálculo

2.1 *Generalidades*

2.2 *Juntas de movimiento*

1 Se dispondrán juntas de movimiento para permitir dilataciones térmicas y por humedad, fluencia y retracción, las deformaciones por flexión y los efectos de las tensiones internas producidas por cargas verticales o laterales, sin que la fábrica sufra daños, teniendo en cuenta, para las fábricas sustentadas.

Tabla 2.1 Distancia entre juntas de movimiento de fábricas sustentadas

Tipo de fábrica	Distancia entre las juntas (m)
De piezas de hormigón celular en autoclave	22
De piezas de hormigón ordinario	20
De piezas de hormigón ligero de piedra pómez o arcilla expandida	15



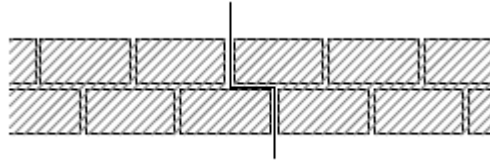


Figura 2.1 Junta de movimiento con solape. Esquema en planta

2.3 Capacidad portante

2.4 Aptitud al servicio

3 Durabilidad

1 La durabilidad de un paño de fábrica es la capacidad para soportar, durante el periodo de servicio para el que ha sido proyectado el edificio, las condiciones físicas y químicas a las que estará expuesto.

2 La estrategia dirigida a asegurar la durabilidad considera:

- a) la clase de exposición a la que estará sometido el elemento
- b) composición, propiedades y comportamiento de los materiales.

3.1 Clase de exposición

1 La clase de exposición define la agresividad del medio en el que debe mantenerse el elemento sin menoscabo de sus propiedades.

2 En las tablas 3.1 y 3.2 se describen las clases de exposición a las que puede estar expuesto un elemento. Para la asignación de la clase o clases a un elemento de fábrica, además de cuestiones relativas al entorno (orientación, salinidad del medio, ataque químico, etc), se debe tener en cuenta la severidad de la exposición local a la humedad, es decir: la situación del elemento en el edificio y el efecto de ciertas soluciones constructivas (tales como la protección que pueden ofrecer aleros, cornisas y albardillas, dotados de un goterón adecuadamente dimensionado) y el efecto de revestimientos y chapados protectores.

Tabla 3.1 Clases generales de exposición

Clases de exposición generales	Interior	I	No agresiva
	Exterior	IIa	Humedad media
		IIb	Humedad alta
		IIIa	Marino aéreo
	Medio marino	IIIb	Marino sumergido
		IIIc	Marino alternado
	Otros cloruros (no marinos)	IV	

Tabla 3.2 Clases específicas de exposición

Clases de exposición específicas	Química agresiva	Qa	Débil
		Qb	Media
		Qc	Fuerte
	Con heladas	H	Sin sales fundentes
		F	Con sales fundentes



		E	Erosión
--	--	---	---------

* Tablas muy similares a las correspondientes a la NBE-EHE 98.

3.2 Adecuación de los materiales

Tabla 3.3 Restricciones de uso de los componentes de las fábricas

Elementos	Clases de exposición												Temperaturas		
	Generales							Específicas							
	I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IIIc	IV	Qa	Qb	Qc	H	F	E	B	A
Bloque de hormigón espumado	-	D	D	X	X	X	X	X	X	X	D	X	X		D
Bloque de hormigón con cemento CEM III y CEM IV	-	-	-	-	-	-	R	R	X	X	R	R	X	-	R

Sin restricciones

R con algunas reservas

D puede emplearse si se protege

X no debe usarse

B Temperaturas superiores a 100 °C

A Temperaturas de incendio superiores a 900 °C.

3.3 Armaduras

4 Materiales

4.1 Piezas

Tabla 4.1 Grupos de piezas

Característica	Maciza	Perforada hormigón	Aligerada hormigón	Hueca hormigón
Volumen de huecos (% del bruto)	≤ 25	≤ 50	≤ 60	≤ 70
Volumen de cada hueco (% del bruto)	≤ 12,5	≤ 25	≤ 25	≤ 25
Espesor combinado (% del ancho total)	≥ 37,5	≥ 20	≥ 20	

4.2 Morteros

4.3 Hormigón

1 El hormigón empleado para el relleno de huecos de la fábrica armada se caracteriza, a efectos de cálculo, por los valores de f_{ck} (resistencia característica a compresión) y de f_{cvk} (resistencia característica a corte) asociado al anterior para la aplicación de este DB, de la tabla 4.2.

Tabla 4.2 Resistencia del hormigón

Resistencia característica a compresión f_{ck} (N/mm ²)	20	25
Resistencia característica a corte f_{cvk} (N/mm ²)	0,39	0,45

2 El tamaño máximo del árido no será mayor que 10 mm cuando el hormigón rellene huecos de dimensión no menor que 50 mm, o cuando el recubrimiento de las armaduras esté entre 15 y 25 mm.



No será mayor que 20 mm cuando el hormigón rellene huecos de dimensión no menor que 100 mm o cuando el recubrimiento de la armadura no sea menor que 25 mm.

4.4 Armaduras

4.5 Componentes auxiliares

4.6 Fábricas

4.6.1 Categoría de la ejecución

1 A efectos de cálculo se consideran tres categorías de ejecución: A, B y C. En los elementos de fábrica armada se especificará sólo clases A o B. En los elementos de fábrica pretensada se especificará clase A.

CATEGORÍA A:

- Se usan piezas que dispongan certificación de sus especificaciones sobre tipo y grupo, dimensiones y tolerancias, resistencia normalizada, succión, y retracción o expansión por humedad.
- El mortero dispone de especificaciones sobre su resistencia a la compresión y a la flexotracción a 7 y 28 días.
- La fábrica dispone de un certificado de ensayos previos a compresión según la norma UNE EN 1052-1:1999, a tracción y a corte según la norma UNE EN 1052-4:2001.
- Durante la ejecución se realiza una inspección diaria de la obra ejecutada, así como el control y la supervisión continuada por parte del constructor.

CATEGORÍA B

- Las piezas están dotadas de las especificación correspondientes a la categoría A, excepto en lo que atañe a las propiedades de succión, de retracción y expansión por humedad.
- Se dispone de especificaciones del mortero sobre sus resistencias a compresión y a flexotracción, a 28 días.
- Durante la ejecución se realiza una inspección diaria de la obra ejecutada, así como el control y la supervisión continuada por parte del constructor.

CATEGORÍA C

Cuando no se cumpla alguno de los requisitos establecidos para la categoría B.

4.6.2 Resistencia a compresión

1 Se define resistencia característica a la compresión de la fábrica, f_k , a la que puede determinarse mediante ensayos sobre probetas de fábrica según los criterios que se indican en las normas UNE EN 1052, partes 1 a 4 (1999, 2000, 2003 y 2001, respectivamente). Por tratarse de un material que no es isótropo, la resistencia se refiere a la dirección en que actúa el esfuerzo.

2 La resistencia característica a la compresión de la fábrica, f_k , correspondiente a un esfuerzo normal a los tendeles, se podrá tomar por referencia a los valores de la tabla 4.4, que recoge los casos más usuales, o en general, deducirla de las expresiones del Anejo C.

Tabla 4.4 Resistencia característica a la compresión de fábricas usuales f_k (N/mm²)

Resistencia normalizada de las piezas f_b (N/mm ²)	5		10		15		20		25
Resistencia del mortero f_m (N/mm ²)	5	7,5	5	7,5	7,5	10	10	15	15
Bloques aligerados	2	2	3	4	5	5	6	7	8
Bloques huecos	2	2	2	3	4	4	5	6	6



4.6.3 Resistencia a cortante

1 Como resistencia característica a cortante, f_{vk} , de una fábrica con mortero ordinario y juntas llenas se puede tomar:

- mortero ordinario y juntas llenas $f_{vk} = f_{vko} + 0,36 \cdot \sigma_k \leq 0,065 f_b$
- mortero ordinario y llagas a hueso $f_{vk} = f_{vko} + 0,45 \cdot \sigma_k \leq 0,045 f_b$
- mortero ordinario y tendel hueco $f_{vk} = f_{vko} g/t + 0,36 \cdot \sigma_k \leq 0,050 f_b$

sin superar el valor límite de la tabla 4.5, donde:

f_{vko} es la resistencia a corte puro, con tensión de compresión nula, que puede determinarse de la tabla 4.5 para morteros ordinarios;

σ_k si hay compresión, la tensión característica normal media perpendicular a la tabla, debida a la compresión debida a las cargas permanentes sobre el nivel considerado,

f_b es la resistencia normalizada a compresión de las piezas de fábrica, con el esfuerzo actuando perpendicular a la tabla,

g/t en fábrica de tendeles huecos, la relación de ancho total de las dos bandas de mortero, cada una de ancho no menor de 30 mm, en los bordes exteriores de la pieza, maciza, a ancho total de muro. (véase figura 6.4).

Tabla 4.5 Resistencia característica a cortante para fábricas de mortero ordinario

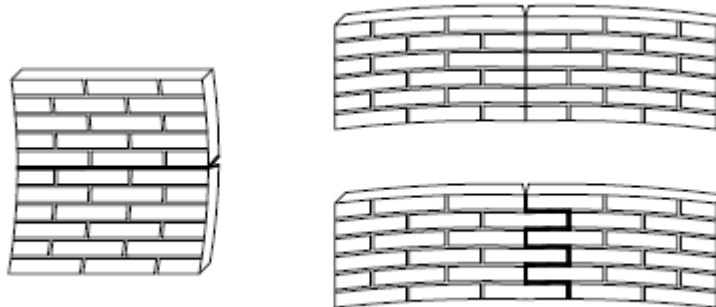
Tipos de piezas	f_{vko} (N/mm ²)			Límite de f_{vk} (N/mm ²)			Mortero
	M1	M2,5	M10	M1	M2,5	M10	
Macizas	0,1	0,15	0,2	1,2	1,5	1,7	
Perforadas	0,1	0,15	0,2	1,4	1,2	1,0	
Aligeradas	0,1	0,15	0,2	*	*	*	
Huecas	0,1	0,2	0,3	*	*	*	

* Sin más limitaciones, que las obtenidas a partir de la expresión primera: $f_{vk} = f_{vko} + 0,36 \cdot \sigma_k \leq 0,065 f_b$

4.6.4 Resistencia a flexión

1 En función del plano de rotura, se pueden considerar dos resistencias características a flexión:

- a) f_{xk1} , si el plano de rotura es paralelo a los tendeles.
- b) f_{xk2} , si el plano de rotura es perpendicular a los tendeles



a) Plano de rotura paralelo a los tendeles

b) Plano de rotura perpendicular a los tendeles

Tabla 4.6 Resistencia a flexión de la fábrica (N/mm²)



Tipo de pieza	Morteros ordinario				Morteros de junta delgada		Morteros delgados	
	fm < 5 N/mm ²		fm ≥ 5 N/mm ²		f _{xk1}	f _{xk2}	f _{xk1}	f _{xk2}
	f _{xk1}	f _{xk2}	f _{xk1}	f _{xk2}				
Hormigón ordinario	0,05	0,20	0,10	0,40	0,20	0,30	-	-
Hormigón celular de autoclave	0,05	0,40	0,10	0,40	0,15	0,20	0,10	0,15

4.6.5 Deformabilidad

1 El diagrama tensión-deformación de la fábrica tiene la forma genérica que se representa en la figura 4.2-a.

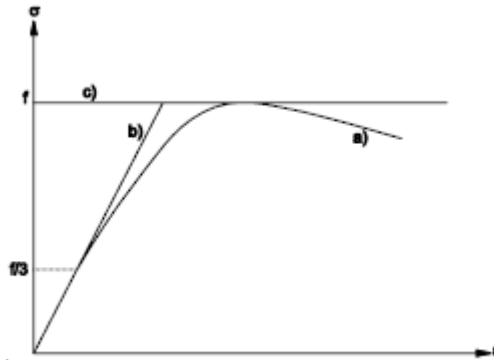


Figura 4.2. Diagramas de tensión a deformación o de las fábricas

Tabla 4.7 Deformabilidad de las fábricas

Tipo de pieza	Coefficiente final de fluencia, ϕ_{∞}	Retracción o expansión final por humedad, (1) (mm/m)	Coefficiente de dilatación térmica (10-6m/m °C)
Hormigón ordinario	1,5	-0,2	10
Hormigón de árido ligero	2	-0,4 *	10
Hormigón celular de autoclave	1,5	0,2	8

* Para áridos ligeros de piedra pómez y de arcilla expandida; en otro caso el valor es - 0,2.

4.6.6 Sección de cálculo

4.6.7 Resistencia de cálculo

1 De acuerdo con SE, la resistencia de cálculo es igual a la característica dividida por el coeficiente parcial de seguridad, γ_M , aplicable al caso.

Tabla 4.8 Coeficientes parciales de seguridad (γ_M)

Situaciones persistentes y transitorias		Categoría de la ejecución			
		A	B	C	
Resistencia de la fábrica	Categoría del control de la fabricación *	I	1,7	2,2	2,7
		II	2,0	2,5	3,0

* Las piezas de categoría I tendrán una resistencia declarada, con probabilidad de no ser alcanzada inferior al 5%. Las piezas de categoría II tendrán una resistencia a compresión declarada igual al valor



medio obtenido en ensayos con la norma (UNE EN 771 y UNE EN 772 1:2002), si bien el nivel de confianza puede resultar inferior al 95%.

5 Comportamiento estructural

5.1 Generalidades

5.2 Muros sometidos predominantemente a carga vertical

5.3 Muros sometidos a cortante

5.4 Muros con acciones laterales locales

5.5 Llaves

5.6 Fábrica armada a flexión

5.6.2 Capacidad resistente

1 En todo lo que afecta a las armaduras o pasivas, y modelos de capacidad resistente de la sección, se seguirán, en lo que no se contradiga aquí, las prescripciones de la norma de hormigón vigente.

5.7 Vigas de gran canto

1 Se consideran vigas de gran canto las que tienen una luz libre inferior al doble del canto.

5.7.3 Dinteles compuestos

1 Si se emplean dinteles prefabricados de hormigón armado o pretensado para trabajar conjuntamente con la fábrica, y su rigidez es pequeña comparada con la de muro superior, se podrán aplicar los criterios de las vigas de gran canto, siempre que se justifique que la longitud de entrega en cada extremo del dintel prefabricado es suficiente, y ésta no sea menor que 100 mm.

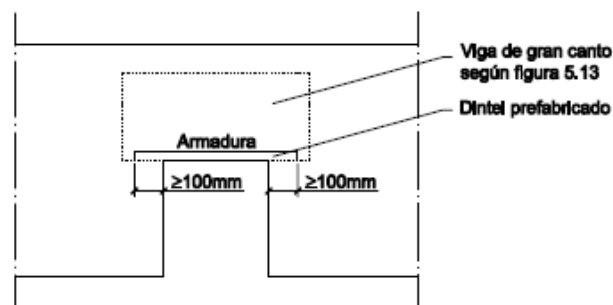


Figura 5.14 Viga de gran canto con dintel compuesto

6 Soluciones constructivas

6.1 Tipos de muros

7 Ejecución

7.1 Ejecución de muros

7.2 Dinteles

7.3 Enlaces

7.4 Rozas y rebajes



7.5 Disposiciones relativas a las armaduras**7.6 Fábrica pretensada****8 Control de la ejecución****8.1 Recepción de materiales****8.2 Control de la fábrica****8.3 Morteros y hormigones de relleno****8.4 Armaduras****8.5 Protección de fábricas en ejecución****9 Mantenimiento****Anejo A. Terminología**

Fábrica: Conjunto trabado de piezas asentadas con mortero.

Juntas:

- a) Tendel: Junta de mortero entre las tablas de las piezas de fábrica.
- b) Llaga: Junta de mortero perpendicular al tendel y a la cara del muro.

Tabla: Cara superior o inferior de una pieza de fábrica colocada en posición.

Anejo B. Notación y unidades**B.1 Notación****B.2 Unidades****Anejo C. Valores de resistencia característica a compresión****Anejo D. Determinación del factor Φ a media altura de un muro.****Anejo E. Determinación de la altura de cálculo de un muro****Anejo F. Cálculo del factor de incremento ξ para cargas concentradas****Anejo G. Coeficientes de flexión****Anejo H. Normas de referencia**

Documento Básico SI Seguridad en caso de incendio

I Objeto

Este Documento Básico (DB) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de seguridad en caso de incendio.

II Ámbito de aplicación

III Criterios generales de aplicación

IV Condiciones particulares para el cumplimiento del DB-SI

V Condiciones de comportamiento ante el fuego de los productos de construcción y de los elementos constructivos.

1 Este DB establece las condiciones de reacción al fuego y de resistencia al fuego de los elementos constructivos conforme a las nuevas clasificaciones europeas establecidas mediante el Real Decreto 312/2005, de 18 de marzo y a las normas de ensayo y clasificación que allí se indican. No obstante, cuando las normas de ensayo y clasificación del elemento constructivo considerado según su resistencia al fuego no estén aún disponibles en el momento de realizar el ensayo, dicha clasificación se podrá seguir determinando y acreditando conforme a las anteriores normas UNE, hasta que tenga lugar dicha disponibilidad.

VI Laboratorios de ensayo

La clasificación, según las características de reacción al fuego o de resistencia al fuego, de los productos de construcción que aún no ostenten el marcado CE o los elementos constructivos, así como los ensayos necesarios para ello deben realizarse por laboratorios acreditados por una entidad oficialmente reconocida conforme al Real Decreto 2200/1995 de 28 de diciembre, modificado por el Real Decreto 411/1997 de 21 de marzo.

VII Terminología

Sección SI 1 Propagación interior

Se limitará el riesgo de propagación del incendio por el interior del edificio.

1 Compartimentación en sectores de incendio

1 Los edificios se deben compartimentar en sectores de incendio según las condiciones que se establecen en la tabla 1.1 de esta Sección.

Tabla 1.1 Condiciones de compartimentación en sectores de incendio



Tabla 1.2 Resistencia al fuego de las paredes, techos y puertas que delimitan sectores de incendio (1) (2)

Paredes y techos (3) que separan al sector considerado del resto del edificio, siendo su uso previsto (4):	Plantas bajo rasante	Resistencia al fuego		
		Plantas sobre rasante en edificio con altura de evacuación		
		h ≤ 15 m	15 < h ≤ 28 m	h > 28 m
Sector de riesgo mínimo en edificios de cualquier uso	No se admite	EI 120	EI 120	EI 120
Residencial vivienda, resid. público, docente, administrativo	EI 120	EI 60	EI 90	EI 120
Comercial, pública concurrencia, hospitalario	EI 120 (5)	EI 90	EI 120	EI 180
Aparcamiento (6)	EI 120 (7)	EI 120	EI 120	EI 120

(1) Considerando la acción del fuego en el interior del sector, excepto en el caso de los sectores de riesgo mínimo, en los que únicamente es preciso considerarla desde el exterior del mismo.

Un elemento delimitador de un sector de incendios puede precisar una resistencia al fuego diferente al considerar la acción del fuego por la cara opuesta, según cual sea la función del elemento por dicha cara: compartimentar una zona de riesgo especial, una escalera protegida, etc.

(2) Como alternativa puede adoptarse el tiempo equivalente de exposición al fuego, determinado conforme a lo establecido en el apartado 2 del Anejo SI B.

(3) Cuando el techo separe de una planta superior debe tener al menos la misma resistencia al fuego que se exige a las paredes, pero con la característica REI en lugar de EI, al tratarse de un elemento portante y compartimentador de incendios. En cambio, cuando sea una cubierta no destinada a actividad alguna, ni prevista para ser utilizada en la evacuación, no precisa tener una función de compartimentación de incendios, por lo que sólo debe aportar la resistencia al fuego R que le corresponda como elemento estructural, excepto en las franjas a las que hace referencia el capítulo 2 de la Sección SI 2, en las que dicha resistencia debe ser REI.

(4) La resistencia al fuego del suelo es función del uso al que esté destinada la zona existente en la planta inferior. Véase apartado 3 de la Sección SI 6 de este DB.

(5) EI 180 si la altura de evacuación del edificio es mayor que 28 m.

(6) Resistencia al fuego exigible a las paredes que separan al aparcamiento de zonas de otro uso. En relación con el forjado de separación, ver nota (3).

(7) EI 180 si es un aparcamiento robotizado.

2 Locales y zonas de riesgo especial

1 Los locales y zonas de riesgo especial integrados en los edificios se clasifican conforme los grados de riesgo alto, medio y bajo según los criterios que se establecen en la tabla 2.1. Los locales así clasificados deben cumplir las condiciones que se establecen en la tabla 2.2.

Tabla 2.1 Clasificación de los locales y zonas de riesgo especial integrados en edificios

Tabla 2.2 Condiciones de las zonas de riesgo especial integradas en edificios (1)

Característica	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo alto
Resistencia al fuego de la estructura portante (2)	R 90	R 120	R 180
Resistencia al fuego de las paredes y techos (3) que separan la zona del resto del edificio (2) (4)	EI 90	EI 120	EI 180



(1) Las condiciones de reacción al fuego de los elementos constructivos se regulan en la tabla 4.1 del capítulo 4 de esta Sección.

(2) El tiempo de resistencia al fuego no debe ser menor que el establecido para la estructura portante del conjunto del edificio, de acuerdo con el apartado SI 6, excepto cuando la zona se encuentre bajo una cubierta no prevista para evacuación y cuyo fallo no suponga riesgo para la estabilidad de otras plantas ni para la compartimentación contra incendios, en cuyo caso puede ser R 30.

Excepto en los locales destinados a albergar instalaciones y equipos, puede adoptarse como alternativa el tiempo equivalente de exposición al fuego determinado conforme a lo establecido en el apartado 2 del Anejo SI B.

(3) Cuando el techo separe de una planta superior debe tener al menos la misma resistencia al fuego que se exige a las paredes, pero con la característica REI en lugar de EI, al tratarse de un elemento portante y compartimentador de incendios. En cambio, cuando sea una cubierta no destinada a actividad alguna, ni prevista para ser utilizada en la evacuación, no precisa tener una función de compartimentación de incendios, por lo que sólo debe aportar la resistencia al fuego R que le corresponda como elemento estructural, excepto en las franjas a las que hace referencia el capítulo 2 de la Sección SI 2, en las que dicha resistencia debe ser REI.

(4) Considerando la acción del fuego en el interior del recinto.

La resistencia al fuego del suelo es función del uso al que esté destinada la zona existente en la planta inferior. Véase apartado 3 de la Sección SI 6 de este DB.

3 Espacios ocultos. Paso de instalaciones a través de elementos de compartimentación de incendios

4 Reacción al fuego de los elementos constructivos, decorativos y de mobiliario

1 Los elementos constructivos deben cumplir las condiciones de reacción al fuego que se establecen en la tabla 4.1.

Tabla 4.1 Clases de reacción al fuego de los elementos constructivos

Situación del elemento	Revestimientos (1)	
	De techos y paredes (2) (3)	De suelos (2)
Zonas ocupables (4)	C-s2,d0	EFL
Pasillos y escaleras protegidos	B-s1,d0	CFL-s1
Aparcamientos y recintos de riesgo especial (5)	B-s1,d0	BFL-s1
Espacios ocultos no estancos: patinillos, falsos techos (excepto los existentes dentro de las viviendas), suelos elevados, etc.	B-s3,d0	BFL-s2 (6)

(1) Siempre que superen el 5% de las superficies totales del conjunto de las paredes, del conjunto de los techos o del conjunto de los suelos del recinto considerado.

(2) Incluye las tuberías y conductos que transcurren por las zonas que se indican sin recubrimiento resistente al fuego. Cuando se trate de tuberías con aislamiento térmico lineal, la clase de reacción al fuego será la que se indica, pero incorporando el subíndice L.

(3) Incluye a aquellos materiales que constituyan una capa contenida en el interior del techo o pared y que no esté protegida por una capa que sea EI 30 como mínimo.

(4) Incluye, tanto las de permanencia de personas, como las de circulación que no sean protegidas. Excluye el interior de viviendas. En uso Hospitalario se aplicarán las mismas condiciones que en pasillos y escaleras protegidos.

(5) Véase el capítulo 2 de esta Sección.



(6) Se refiere a la parte inferior de la cavidad. Por ejemplo, en la cámara de los falsos techos se refiere al material situado en la cara superior de la membrana. En espacios con clara configuración vertical (por ejemplo, patinillos) así como cuando el falso techo esté constituido por una celosía, retícula o entramado abierto, con una función acústica, decorativa, etc., esta condición no es aplicable.

Sección SI 2 Propagación exterior

Se limitará el riesgo de propagación del incendio por el exterior, tanto en el edificio considerado como a otros edificios.

1 Medianerías y fachadas

1 Las medianerías o muros colindantes con otro edificio deben ser al menos EI 120.

3 Con el fin de limitar el riesgo de propagación vertical del incendio por fachada entre dos sectores de incendio, entre una zona de riesgo especial alto y otras zonas más altas del edificio, o bien hacia una escalera o pasillo protegido desde otras zonas, dicha fachada debe ser al menos EI 60 en una franja de 1 m de altura, como mínimo, medida sobre el plano de la fachada. En caso de existir elementos salientes aptos para impedir el paso de las llamas, la altura de dicha franja podrá reducirse en la dimensión del citado saliente

4 La clase de reacción al fuego de los materiales que ocupen más del 10% de la superficie del acabado exterior de las fachadas o de las superficies interiores de las cámaras ventiladas que dichas fachadas puedan tener, será B-s3, d2, hasta una altura de 3,5 m como mínimo, en aquellas fachadas cuyo arranque inferior sea accesible al público desde la rasante exterior o desde una cubierta, y en toda la altura de la fachada cuando esta exceda de 18 m, con independencia de donde se encuentre su arranque.

2 Cubiertas

1 Con el fin de limitar el riesgo de propagación exterior del incendio por la cubierta, ya sea entre dos edificios colindantes, ya sea en un mismo edificio, esta tendrá una resistencia al fuego REI 60, como mínimo, en una franja de 0,50 m de anchura medida desde el edificio colindante, así como en una franja de 1,00 m de anchura situada sobre el encuentro con la cubierta de todo elemento compartimentador de un sector de incendio o de un local de riesgo especial alto. Como alternativa a la condición anterior puede optarse por prolongar la medianería o el elemento compartimentador 0,60 m por encima del acabado de la cubierta.

3 Los materiales que ocupen más del 10% del revestimiento o acabado exterior de las zonas de cubierta situadas a menos de 5 m de distancia de la proyección vertical de cualquier zona de fachada, del mismo o de otro edificio, cuya resistencia al fuego no sea al menos EI 60, incluida la cara superior de los voladizos cuyo saliente exceda de 1 m, así como los lucernarios, claraboyas y cualquier otro elemento de iluminación o ventilación, deben pertenecer a la clase de reacción al fuego BROOF (t1).

Sección SI 3 Evacuación de ocupantes

El edificio dispondrá de los medios de evacuación adecuados para que los ocupantes puedan abandonarlo o alcanzar un lugar seguro dentro del mismo en condiciones de seguridad.

1 Compatibilidad de los elementos de evacuación

2 Cálculo de la ocupación

3 Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación

4 Dimensionado de los medios de evacuación

4.1 Criterios para la asignación de los ocupantes



4.2 Cálculo**5 Protección de las escaleras****6 Puertas situadas en recorridos de evacuación****7 Señalización de los medios de evacuación****8 Control del humo de incendio****Sección SI 4 Instalaciones de protección contra incendios**

El edificio dispondrá de los equipos e instalaciones adecuados para hacer posible la detección, el control y la extinción del incendio, así como la transmisión de la alarma a los ocupantes.

1 Dotación de instalaciones de protección contra incendios**2 Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios****Sección SI 5 Intervención de los bomberos**

Se facilitará la intervención de los equipos de rescate y de extinción de incendios.

1 Condiciones de aproximación y entorno**Sección SI 6 Resistencia al fuego de la estructura**

La estructura portante mantendrá su resistencia al fuego durante el tiempo necesario para que puedan cumplirse las anteriores exigencias básicas.

1 Generalidades

1 La elevación de la temperatura que se produce como consecuencia de un incendio en un edificio afecta a su estructura de dos formas diferentes. Por un lado,

- a) Los materiales ven afectadas sus propiedades, modificándose de forma importante su capacidad mecánica.
- b) Aparecen acciones indirectas como consecuencia de las deformaciones de los elementos, que generalmente dan lugar a tensiones que se suman a las debidas a otras acciones.

2 En este Documento Básico sólo aparecen métodos donde se recoge el estudio de la resistencia al fuego de los elementos estructurales individuales ante la curva normalizada tiempo temperatura.

7 Si se utilizan los métodos simplificados indicados en este Documento Básico no es necesario tener en cuenta las acciones indirectas derivadas del incendio.

2 Resistencia al fuego de la estructura

1 Se admite que un elemento tiene suficiente resistencia al fuego si, durante la duración del incendio, el valor de cálculo del efecto de las acciones, en todo instante t , no supera el valor de la resistencia de dicho elemento. En general, basta con hacer la comprobación en el instante de mayor temperatura que, con el modelo de curva normalizada tiempo-temperatura, se produce al final del mismo.

3 Elementos estructurales principales

1 Se considera que la resistencia al fuego de un elemento estructural principal del edificio (incluidos forjados, vigas y soportes), es suficiente si:

- a) alcanza la clase indicada en la tabla 3.1 o 3.2 que representa el tiempo en minutos de resistencia ante la acción representada por la curva normalizada tiempo temperatura, o



- b) soporta dicha acción durante el tiempo equivalente de exposición al fuego indicado en el anejo B.

Tabla 3.1 Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales

Uso del sector de incendio considerado (1)	Plantas de sótano	Plantas sobre rasante Altura de evacuación del edificio		
		< 15 m.	< 28 m.	≥28 m.
Vivienda unifamiliar (2)	R 30	R 30	-	-
Residencial vivienda, residencial público, docente, administrativo	R 120	R 60	R 90	R 120
Comercial, pública concurrencia, hospitalario	R 120 (3)	R 90	R 120	R 180
Aparcamiento (edificio de uso exclusivo o situado sobre otro uso)	-	R 90	-	-
Aparcamiento (situado bajo un uso distinto)	-	R 120 (4)	-	-

(1) La resistencia al fuego suficiente de un suelo es la que resulte al considerarlo como techo del sector de incendio situado bajo dicho suelo.

(2) En viviendas unifamiliares agrupadas o adosadas, los elementos que formen parte de la estructura común tendrán la resistencia al fuego exigible a edificios de uso Residencial Vivienda.

(3) R 180 si la altura de evacuación del edificio excede de 28 m.

(4) R 180 cuando se trate de aparcamientos robotizados.

Tabla 3.2 Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales de zonas de riesgo especial integradas en los edificios

Riesgo especial bajo	R 90
Riesgo especial medio	R 120
Riesgo especial alto	R 180

No será inferior al de la estructura portante de la planta del edificio excepto cuando la zona se encuentre bajo una cubierta no prevista para evacuación y cuyo fallo no suponga riesgo para la estabilidad de otras plantas ni para la compartimentación contra incendios, en cuyo caso puede ser R 30. La resistencia al fuego suficiente de un suelo es la que resulte al considerarlo como techo del sector de incendio situado bajo dicho suelo.

3 Los elementos estructurales de una escalera protegida o de un pasillo protegido que estén contenidos en el recinto de éstos, serán como mínimo R-30. Cuando se trate de escaleras especialmente protegidas no se exige resistencia al fuego a los elementos estructurales.

4 Elementos estructurales secundarios

1 A los elementos estructurales secundarios, tales como los cargaderos o los de las entreplantas de un local, se les exige la misma resistencia al fuego que a los elementos principales si su colapso puede ocasionar daños personales o compromete la estabilidad global, la evacuación o la compartimentación en sectores de incendio del edificio. En otros casos no precisan cumplir ninguna exigencia de resistencia al fuego.

5 Determinación de los efectos de las acciones durante el incendio

1 Deben ser consideradas las mismas acciones permanentes y variables que en el cálculo en situación persistente, si es probable que actúen en caso de incendio.



2 Los efectos de las acciones durante la exposición al incendio deben obtenerse del Documento Básico DB-SE.

6 Determinación de la resistencia al fuego

1 La resistencia al fuego de un elemento puede establecerse de alguna de las formas siguientes:

- a) comprobando las dimensiones de su sección transversal con lo indicado en las distintas tablas según el material dadas en los anejos C a F, para las distintas resistencias al fuego;
- b) obteniendo su resistencia por los métodos simplificados dados en los mismos anejos.
- c) mediante la realización de los ensayos que establece el Real Decreto 312/2005 de 18 de marzo.

4 Si el anejo correspondiente al material específico (C a F) no indica lo contrario, los valores de los coeficientes parciales de resistencia en situación de incendio deben tomarse iguales a la unidad: $\gamma_{M,fi} = 1$

5 En la utilización de algunas tablas de especificaciones de hormigón y acero se considera el coeficiente de sobredimensionado μ_{fi} , definido como:

$$\mu_{fi} = \frac{E_{fi,d}}{R_{fi,d,0}}$$

siendo:

$E_{fi,d}$ efecto de las acciones de cálculo en situación de incendio

$R_{fi,d,0}$ resistencia del elemento estructural en situación de incendio en el instante inicial $t=0$, a temperatura normal.

Anejo SI A Terminología

Carga de fuego

Suma de las energías caloríficas que se liberan en la combustión de todos los materiales combustibles existentes en un espacio (contenidos del edificio y elementos constructivos) (UNE-EN 1991-1-2:2004).

Reacción al fuego

Respuesta de un material al fuego medida en términos de su contribución al desarrollo del mismo con su propia combustión, bajo condiciones específicas de ensayo (DPC - DI2).

- ✓ Según la UNE-EN 13501-1: Clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de su comportamiento ante el fuego. Parte 1: Clasificación a partir de datos obtenidos en ensayos de reacción al fuego.
- ✓ "Respuesta de un producto contribuyendo con su propia descomposición a un fuego al que está expuesto, bajo condiciones especificadas".

Resistencia al fuego

Capacidad de un elemento de construcción para mantener durante un período de tiempo determinado la función portante que le sea exigible, así como la integridad y/o el aislamiento térmico en los términos especificados en el ensayo normalizado correspondiente (DPC - DI2)

Sector de incendio

Espacio de un edificio separado de otras zonas del mismo por elementos constructivos delimitadores resistentes al fuego durante un período de tiempo determinado, en el interior del cual se puede confinar (o excluir) el incendio para que no se pueda propagar a (o desde) otra parte del edificio.



Anejo SI B Tiempo equivalente de exposición al fuego**B.1 Generalidades****B.2 Curva normalizada tiempo-temperatura**

1 La curva normalizada tiempo-temperatura es la curva nominal definida en la norma UNE EN 1363:2000 para representar un modelo de fuego totalmente desarrollado en un sector de incendio.

Está definida por la expresión:

$$\Theta_g = 20 + 345 \log_{10} (8 t + 1) \text{ [}^\circ\text{C]}$$

siendo:

Θ_g temperatura del gas en el sector [$^\circ\text{C}$];

t tiempo desde la iniciación del incendio [min].

B.3 Tiempo equivalente de exposición al fuego

1 Para elementos estructurales de hormigón armado, acero, o mixtos puede tomarse como valor de cálculo del tiempo equivalente, en minutos:

$$t_{e,d} = k_b \cdot w_f \cdot k_c \cdot q_{f,d}$$

siendo:

k_b coeficiente de conversión en función de las propiedades térmicas de la envolvente del sector; que puede tomarse igual a 0,07. El anejo F de la norma UNE EN 1991-1-2:2004 aporta valores más precisos.

w_f coeficiente de ventilación en función de la forma y tamaño del sector.

k_c coeficiente de corrección según el material estructural.

Material de la sección transversal	k_c
Hormigón armado	1,0

$q_{f,d}$ valor de cálculo de la densidad de carga de fuego en función del uso del sector, en MJ/m², obtenida según se indica en el apartado B.4.

B.4 Valor de cálculo de la densidad de carga de fuego**B.5 Valor característico de la densidad de carga de fuego****Anejo SI C Resistencia al fuego de las estructuras de hormigón armado****C.1 Generalidades**

1 En este anejo se establecen métodos simplificados y tablas que permiten determinar la resistencia de los elementos de hormigón ante la acción representada por la curva normalizada tiempo-temperatura.

2 Los elementos estructurales deben diseñarse de forma que, ante el desconchado (spalling o rotura en fragmentos) del hormigón, el fallo por anclaje o por pérdida de capacidad de giro tenga una menor probabilidad de aparición que el fallo por flexión, por esfuerzo cortante o por cargas axiales

C.2 Tablas**C.2.1 Generalidades**

1 Mediante las tablas y apartados siguientes puede obtenerse la resistencia de los elementos estructurales a la acción representada por la curva normalizada tiempo-temperatura.



2 Se define como distancia mínima equivalente al eje am, a efectos de resistencia al fuego, al valor:

$$a_m = \frac{\sum [A_{si} f_{yki} (a_{si} + \Delta a_{si})]}{\sum A_{si} f_{yki}}$$

siendo:

Asi área de cada una de las armaduras *i*, pasiva o activa;

asi distancia del eje de cada una de las armaduras *i*, al paramento expuesto más próximo, considerando los revestimientos en las condiciones que más adelante se establecen;

fyki resistencia característica del acero de las armaduras *i*.;

Δasi corrección debida a las diferentes temperaturas críticas del acero y a las condiciones particulares de exposición al fuego;

μfi coeficiente de sobredimensionado de la sección en estudio, definido en el apartado 6 del SI6. Las correcciones para valores de μfi inferiores a 0,6 en vigas, losas y forjados, sólo podrán considerarse cuando dichos elementos estén sometidos a cargas distribuidas de forma sensiblemente uniforme. Para valores intermedios se puede interpolar linealmente.

μf	Acero de armar		Acero de pretensar			
	Vigas y losas (forjados) *	Resto de los casos	Vigas y losas (forjados) *		Resto de los casos	
			Barras	Alambres	Barras	Alambres
≤ 0,4	+10	0	0	-5	-10	-15
0,5	+5		-5	-10		
0,6	0		-10	-15		

* En el caso de armaduras situadas en las esquinas de vigas con una sola capa de armadura se reducirán los valores de Δasi en 10 mm, cuando el ancho de las mismas sea inferior a los valores de bmin especificados en la columna 3 de la tabla C.3.

3 Los valores dados en las tablas siguientes son aplicables a hormigones de densidad normal, confeccionados con áridos de naturaleza silíceo. Cuando se empleen hormigones con áridos de naturaleza caliza, en vigas, losas y forjados puede admitirse una reducción de un 10% tanto en las dimensiones de la sección recta como en la distancia equivalente al eje mínimas.

4 En zonas traccionadas con recubrimientos de hormigón mayores de 50 mm debe disponerse una armadura de piel para prevenir el desprendimiento de dicho hormigón durante el periodo de resistencia al fuego, consistente en una malla con distancias inferiores a 150 mm entre armaduras (en ambas direcciones), anclada regularmente en la masa de hormigón.

C.2.2 Soportes y muros

1 Mediante la tabla C.2 puede obtenerse la resistencia al fuego de los soportes expuestos por tres o cuatro caras y de los muros portantes de sección estricta expuestos por una o por ambas caras, referida a la distancia mínima equivalente al eje de las armaduras de las caras expuestas.

2 Para resistencias al fuego mayores que R 90 y cuando la armadura del soporte sea superior al 2% de la sección de hormigón, dicha armadura se distribuirá en todas sus caras. Esta condición no se refiere a las zonas de solapo de armadura.



Tabla C.2. Elementos a compresión

Resistencia al fuego	Lado menor o espesor b mín / Distancia mínima equivalente al eje am (mm) (1)		
	Soportes	Muro de carga expuesto por una cara	Muro de carga expuesto por ambas caras
R 30	150 / 15 (2)	100 / 15 (3)	120 / 15
R 60	200 / 20 (2)	120 / 15 (3)	140 / 15
R 90	250 / 30	140 / 20 (3)	160 / 25
R 120	250 / 40	160 / 25 (3)	180 / 35
R 180	350 / 45	200 / 40 (3)	250 / 45
R 240	400 / 50	250 / 50 (3)	300 / 50

(1) Los recubrimientos por exigencias de durabilidad pueden requerir valores superiores.

(2) Los soportes ejecutados en obra deben tener, de acuerdo con la Instrucción EHE, una dimensión mínima de 250 mm.

(3) La resistencia al fuego aportada se puede considerar REI.

C.2.3 Vigas

C.2.3.1 Vigas con las tres caras expuestas al fuego

Mediante la tabla C.3 puede obtenerse la resistencia al fuego de las secciones de vigas sustentadas en los extremos con tres caras expuestas al fuego, referida a la distancia mínima equivalente al eje de la armadura inferior traccionada.

Tabla C.3. Vigas con tres caras expuestas al fuego (1)

Resistencia al fuego	Dimensión mínima b mín / Distancia mínima equivalente al eje am (mm) (1)			Anchura mínima (2) del alma b _{0,mín} (mm)
	Opción 1	Opción 2	Opción 3	
R 30	80 / 20	120 / 15	200 / 10	80
R 60	100 / 30	150 / 25	200 / 20	100
R 90	150 / 40	200 / 35	250 / 30	100
R 120	200 / 50	250 / 45	300 / 40	120
R 180	300 / 75	350 / 65	400 / 60	140
R 240	400 / 75	500 / 70	700 / 60	160

(1) Los recubrimientos por exigencias de durabilidad pueden requerir valores superiores.

(2) Debe darse en una longitud igual a dos veces el canto de la viga, a cada lado de los elementos de sustentación de la viga.

2 Para una resistencia al fuego R 90 o mayor, la armadura de negativos de vigas continuas se prolongará hasta el 33% de la longitud del tramo con una cuantía no inferior al 25% de la requerida en los extremos.

C.2.3.2 Vigas expuestas en todas sus caras

En este caso deberá verificarse, además de las condiciones de la tabla C.3, que el área de la sección transversal de la viga no sea inferior a $2(b_{mín})^2$.

C.2.3.3 Losas macizas



C.2.3.4 Forjados bidireccionales**C.2.3.5 Forjados unidireccionales**

- ✓ Las losas alveolares o los sistemas de vigueta y bovedilla se consideran desde el punto de vista resistente unidireccionales, es decir, se caracterizan por resistir a flexión en una sola dirección, dadas sus condiciones de apoyo y disposición de armaduras.

1 Si los forjados disponen de elementos de entrevigado cerámicos o de hormigón y revestimiento inferior, para resistencia al fuego R 120 o menor bastará con que se cumpla el valor de la distancia mínima equivalente al eje de las armaduras establecidos para losas macizas en la tabla C.4, pudiéndose contabilizar, a efectos de dicha distancia, los espesores equivalentes de hormigón con los criterios y condiciones indicados en el apartado C.2.4. Si el forjado tiene función de compartimentación de incendio deberá cumplir asimismo con el espesor h_{min} establecido en la tabla C.4.

2 Para una resistencia al fuego R 90 o mayor, la armadura de negativos de forjados continuos se debe prolongar hasta el 33% de la longitud del tramo con una cuantía no inferior al 25% de la requerida en los extremos.

3 Para resistencias al fuego mayores que R 120, o bien cuando los elementos de entrevigado no sean de cerámica o de hormigón, o no se haya dispuesto revestimiento inferior deberán cumplirse las especificaciones establecidas para vigas con las tres caras expuestas al fuego en el apartado C.2.3.1. A efectos del espesor de la losa superior de hormigón y de la anchura de nervio se podrán tener en cuenta los espesores del solado y de las piezas de entrevigado que mantengan su función aislante durante el periodo de resistencia al fuego, el cual puede suponerse, en ausencia de datos experimentales, igual a 120 minutos. Las bovedillas cerámicas pueden considerarse como espesores adicionales de hormigón equivalentes a dos veces el espesor real de la bovedilla.

C.2.4 Capas protectoras

1 La resistencia al fuego requerida se puede alcanzar mediante la aplicación de capas protectoras cuya contribución a la resistencia al fuego del elemento estructural protegido se determinará de acuerdo con la norma UNE ENV 13381-3: 2004.

C.3 Método simplificado de la isoterma 500**C.3.1 Campo de aplicación**

1 Este método es aplicable a elementos de hormigón armado y pretensado, solicitados por esfuerzos de compresión, flexión o flexocompresión.

2 Para poder aplicar este método, la dimensión del lado menor de las vigas o soportes expuestos por dicho lado y los contiguos debe ser mayor que la indicada en la tabla C.6.

Tabla C.6 Dimensión mínima de vigas y soportes

Resistencia al fuego	R 60	R 90	R 120	R 180	R 240
Dimensión mínima de la sección recta (mm)	90	120	160	200	280

C.3.2 Determinación de la capacidad resistente de cálculo de la sección transversal

1 La comprobación de la capacidad portante de una sección de hormigón armado se realiza por los métodos establecidos en la Instrucción EHE, considerando:

- una sección reducida de hormigón, obtenida eliminando a efectos de cálculo para determinar la capacidad resistente de la sección transversal, las zonas que hayan alcanzado una temperatura superior a los 500°C durante el periodo de tiempo considerado;



- b) que las características mecánicas del hormigón de la sección reducida no se ven afectadas por la temperatura, conservando sus valores iniciales en cuanto a resistencia y módulo de elasticidad;
- c) que las características mecánicas de las armaduras se reducen de acuerdo con la temperatura que haya alcanzado su centro durante el tiempo de resistencia al fuego considerado. Se considerarán todas las armaduras, incluso aquéllas que queden situadas fuera de la sección transversal reducida de hormigón.

2 La comprobación de vigas o losas sección a sección resulta del lado de la seguridad. Un procedimiento más afinado es, a través del método del apartado C.3, comprobar que, en situación de incendio, la capacidad residual a momentos de cada signo del conjunto de las secciones equilibra la carga.

C.3.3 Reducción de las características mecánicas

1 La resistencia de los materiales se reduce, en función de la temperatura que se alcance en cada punto, a la fracción de su valor característico indicada en la tabla C.7:

Tabla C.7 Reducción relativa de la resistencia con la temperatura

Temperatura (°C)		100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1200
Acero de armar	Laminado en caliente	1,00	1,00	1,00	1,00	0,78	0,47	0,23	0,11	0,06	0,04	0,00
	Estirado en frío	1,00	1,00	1,00	0,94	0,67	0,40	0,12	0,11	0,08	0,06	0,00
Acero de pretesar	Estirado en frío	0,99	0,87	0,72	0,46	0,22	0,10	0,08	0,05	0,03	0,00	0,00
	Enfriado y templado	0,98	0,92	0,86	0,69	0,26	0,21	0,15	0,09	0,04	0,00	0,00

C.3.4 Isotermas

1 Las temperaturas en una estructura de hormigón expuesta al fuego pueden obtenerse de forma experimental o analítica.

2 Las isotermas de las figuras de este apartado pueden utilizarse para determinar las temperaturas en la sección recta con hormigones de áridos silíceos y expuestas a fuego según la curva normalizada hasta el instante de máxima temperatura. Estas isotermas quedan del lado de la seguridad para la mayor parte de tipos de áridos, pero no de forma generalizada para exposiciones a un fuego distinto del normalizado.

Anejo SI D Resistencia al fuego de las estructuras de acero

Anejo SI E Resistencia al fuego de las estructuras de madera

Anejo SI F Resistencia al fuego de los elementos de fábrica

Tabla aplicable solamente a muros y tabiques de una hoja, sin revestir y enfoscados con mortero de cemento o guarnecidos con yeso, con espesores de 1,5 cm como mínimo. En el caso de soluciones constructivas formadas por dos o más hojas puede adoptarse como valor de *resistencia al fuego* del conjunto la suma de los valores correspondientes a cada hoja.

La clasificación que figura en las tablas para cada elemento no es la única que le caracteriza, sino únicamente la que está disponible. Por ejemplo, una clasificación EI asignada a un elemento no presupone que el mismo carezca de capacidad portante ante la acción del fuego y que, por tanto, no pueda ser clasificado también como REI, sino simplemente que no se dispone de dicha clasificación.

Tabla F.2. Resistencia al fuego de muros y tabiques de fábrica de bloques de hormigón



Tipo de cámara	Tipo de árido	Tipo de revestimiento	Espesor nominal (mm)	Resistencia al fuego
Simple	Síliceo	Sin revestir	100	EI - 15
			150	REI - 60
			200	REI - 120
	Calizo	Sin revestir	100	EI - 60
			150	REI - 90
			200	REI - 180
	Volcánico	Sin revestir	120	EI - 120
			200	REI - 180
		Guarnecido por las dos caras	90	EI - 180
			Guarnecido por la cara expuesta	120
(enfoscado por la cara exterior)	200	REI - 240		
Doble	Arcilla expandida	Sin revestir	150	EI - 180
		Guarnecido por las dos caras	150	RE - 240 / REI - 80



Anejo SI G Normas relacionadas con la aplicación del DB-SI

CLASIFICACIÓN EUROPEA DE REACCIÓN AL FUEGO DE LOS MATERIALES SEGÚN EL RD 312/2005 Y LA NORMA UNE-EN 13501-1:2002. EUROCLASES

A1: No Combustible. Sin contribución en grado máximo al fuego

A2: No Combustible. Sin contribución en grado menor al fuego

B: Combustible. Contribución muy limitada al fuego

C: Combustible. Contribución limitada al fuego

D: Combustible. Contribución media al fuego

E: Combustible. Contribución alta al fuego

F: Sin clasificar

Clasificaciones adicionales:

Opacidad de los humos, s (smoke) con denominación s1, s2, s3, para baja, media o alta opacidad de humos (incorpora los conceptos de velocidad de propagación y producción total de humos).

Caída de gotas o partículas inflamadas, d (drop) con denominación d0, d1, d2, para nula, media o alta caída de gotas o partículas inflamadas.

Por último, la clasificación no sólo depende del comportamiento ante el fuego de los materiales, sino también de la forma en que éstos se colocan sobre los soportes ya que los ensayos de un mismo material sobre diferentes aplicaciones finales puede dar distintas clasificaciones. Consecuentemente, los materiales deben clasificarse según su aplicación final. La clasificación de los materiales para paredes y techos irán sin subíndice, para los suelos llevarán el subíndice FL (floor).

Según el cuadro 1.2.1. del RD 312/2005, el hormigón, el cemento y el fibrocemento, entre otros materiales, deberán ser considerados como pertenecientes a las clases A1 y A1_{FL} de reacción al fuego sin necesidad de ser ensayados.

CLASIFICACIÓN EUROPEA DE LAS PROPIEDADES DE RESISTENCIA AL FUEGO DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS SEGÚN EL RD 312/2005 Y LA NORMA UNE-EN 13501-2:2002 (*excepto cubiertas y sistemas y servicios de ventilación*)

R: Capacidad portante (*resistance*): bajo acciones mecánicas definida durante la exposición al fuego.

E: Integridad (*integrity*): como capacidad de separación de llama y gases calientes entre la superficie expuesta y no expuesta al fuego.

I: Aislamiento (*insulation*): sin que se produzca una transmisión de calor considerada límite (180 °C) entre la cara expuesta y no expuesta al fuego.

También se contemplan las siguientes clasificaciones para algunos casos concretos:

W: Radiación, M: Acción mecánica, C: Cierre automático, S: Estanquidad al paso de los humos, P o HP: Continuidad de la alimentación eléctrica o de la transmisión de la señal, G: Resistencia a la combustión de hollines, K: Capacidad de protección contra incendios, D: Duración de la estabilidad a temperatura constante, DH: Duración de la estabilidad considerando la curva normalizada tiempo-temperatura, F: Funcionalidad de los extractores mecánicos de humo y calor, B: Funcionalidad de los extractores pasivos de humo y calor

La escala de tiempo normalizada según esta norma UNE es 15, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 180 y 240 minutos.

Con esta nueva clasificación, las clases se indican de la siguiente forma:

R(t): tiempo que se cumple la estabilidad al fuego o capacidad portante, durante un mínimo de tiempo t



(similar al concepto de estabilidad al fuego, EF)

RE(t): tiempo que se cumple la estabilidad y la integridad al paso de las llamas y gases calientes, durante un mínimo de tiempo t *(similar al concepto de parallamas, PF)*

REI(t): tiempo que se cumple la estabilidad, la integridad y el aislamiento térmico, durante un mínimo de tiempo t *(similar al concepto de resistencia al fuego, RF)*



Documento Básico SU Seguridad de Utilización

1. El objetivo del requisito básico "Seguridad de utilización" consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios de un edificio sufran daños inmediatos durante el uso previsto del mismo, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

II Ámbito de aplicación

III Criterios generales de aplicación

IV Condiciones particulares para el cumplimiento del DB-SU

V Terminología

12.1. Exigencia básica SU 1: Seguridad frente al riesgo de caídas

Se limitará el riesgo de que los usuarios sufran caídas, para lo cual los suelos serán adecuados para favorecer que las personas no resbalen, tropiecen o se dificulte la movilidad. Asimismo se limitará el riesgo de caídas en huecos, en cambios de nivel y en escaleras y rampas, facilitándose la limpieza de los acristalamientos exteriores en condiciones de seguridad.

1 Resbaladidad de los suelos

1. Con el fin de limitar el riesgo de resbalamiento, los suelos de los edificios o zonas de uso Residencial Público, Sanitario, Docente, Comercial, Administrativo y Pública Concurrencia, excluidas las zonas de ocupación nula definidas en el anejo SI A del DB SI, tendrán una clase adecuada conforme al punto 3 de este apartado.

2. Los suelos se clasifican, en función de su valor de resistencia al deslizamiento R_d , de acuerdo con lo establecido en la tabla 1.1:

Tabla 1.1 Clasificación de los suelos según su resbaladidad

Resistencia al deslizamiento R_d	Clase
$R_d \leq 15$	0
$15 < R_d \leq 35$	1
$35 < R_d \leq 45$	2
$R_d > 45$	3

El valor de resistencia al deslizamiento R_d se determina mediante el ensayo del péndulo descrito en el Anexo A de la norma UNE-ENV 12633:2003 empleando la escala C en probetas sin desgaste acelerado. La muestra seleccionada será representativa de las condiciones más desfavorables de resbaladidad.

3. La tabla 1.2 indica la clase que deben tener los suelos, como mínimo, en función de su localización. Dicha clase se mantendrá durante la vida útil del pavimento.





Fig. 1 Imagen del ensayo

Tabla 1.2 Clase exigible a los suelos en función de su localización

Localización y características del suelo	Clase
Zonas interiores secas	
-superficies con pendiente menor que el 6%	1
-superficies con pendiente igual o mayor que el 6% y escaleras	2
Zonas interiores húmedas, tales como las entradas a los edificios desde el espacio exterior (1), terrazas cubiertas, vestuarios, baños, aseos, cocinas, etc.	
-superficies con pendiente menor que el 6%	2
-superficies con pendiente igual o mayor que el 6% y escaleras	3
Zonas exteriores. Piscinas. duchas (2)	3

(1) (2) Excepto cuando se trate de accesos directos a zonas de uso restringido. En zonas previstas para usuarios descalzos y en el fondo de los vasos, en las zonas en las que la profundidad no exceda de 1,50 m.

✓ Tabla interesante para los fabricantes que indica usos.

2 Discontinuidades en el pavimento

Excepto en zonas de uso restringido y con el fin de limitar el riesgo de caídas como consecuencia de trapiés o de tropiezos, el suelo no presentará imperfecciones o irregularidades que supongan una diferencia de nivel de más de 6 mm;

✓ Interesante para fabricantes de suelos con relieve.

3 Desniveles

3.1 Protección de los desniveles

En las zonas de público (personas no familiarizadas con el edificio) se facilitará la percepción de las diferencias de nivel que no excedan de 550 mm y que sean susceptibles de causar caídas, mediante diferenciación visual y táctil. La diferenciación estará a una distancia de 250 mm del borde, como mínimo.

✓ Aplicación de pavimentos táctiles, disponibles en el caso de suelos de hormigón.

3.2 Características de las barreras de protección



4 Escaleras y rampas

4.1 Escaleras de uso restringido

Uso restringido: utilización de las zonas o elementos de circulación limitados a un máximo de 10 personas que tienen el carácter de usuarios habituales, incluido el interior de las viviendas, pero excluidas las zonas comunes de los edificios de viviendas.

Anchura mínima	800 mm.
Contrahuella máxima	200 mm.
Huella mínima	220 mm.

4.2 Escaleras de uso general

4.2.1 Peldaños

	Tramos rectos	Tramos curvos
Anchura mínima	<p><i>Tabla 4.1 Escaleras de uso general. Anchura mínima útil de tramo en función del uso</i></p> <p>Sanitario: 1.200 o 1.400 mm.</p> <p>Docente, pública concurrencia o comercial: 1.200 mm.</p> <p>Otros: 1.000 mm.</p>	
Contrahuella	130 a 185 mm. *	
Huella mínima	280 mm.	280 mm. (a 500 mm. del borde exterior)
Huella máxima		440 mm. (en el borde exterior)
Número mínimo de peldaños	3	
Altura máxima de tramo	2,50 m en uso Sanitario 2,10 m en escuelas infantiles, centros de enseñanza primaria y edificios utilizados principalmente por ancianos	

* Excepto en escuelas infantiles, centros de enseñanza primaria o secundaria y edificios utilizados principalmente por ancianos, donde la contrahuella medirá 170 mm, como máximo.

** La huella H y la contrahuella C cumplirán a lo largo de una misma escalera la relación siguiente: $540 \text{ mm} \leq 2C + H \leq 700 \text{ mm}$

*** Los tramos podrán ser rectos, curvos o mixtos, excepto en zonas de hospitalización y tratamientos intensivos, en escuelas infantiles y en centros de enseñanza primaria o secundaria, donde los tramos únicamente pueden ser rectos.

**** En una misma escalera, todos los peldaños tendrán la misma contrahuella y todos los peldaños de los tramos rectos tendrán la misma huella.

4.3 Rampas

4.3.1 Pendiente

1 Las rampas tendrán una pendiente del 12%, como máximo, excepto:

- las previstas para usuarios en sillas de ruedas, cuya pendiente será, como máximo, del 10% cuando su longitud sea menor que 3 m, del 8% cuando la longitud sea menor que 6 m y del 6% en el resto de los casos.



- b) las de circulación de vehículos en aparcamientos que también estén previstas para la circulación de personas, exceptuadas las discapacitadas, cuya pendiente será, como máximo, del 16%.

4.3.2 Tramos

1 Los tramos tendrán una longitud de 15 m como máximo, excepto si la rampa está destinada a usuarios en sillas de ruedas, en cuyo caso la longitud del tramo será de 9 m, como máximo, así como en las de aparcamientos previstas para circulación de vehículos y de personas, en las cuales no se limita la longitud de los tramos. La anchura útil se determinará de acuerdo con las exigencias de evacuación establecidas en el apartado 4 de la Sección SI 3 del DB-SI y será, como mínimo, la indicada para escaleras en la tabla 4.1.

3 Si la rampa está prevista para usuarios en sillas de ruedas los tramos serán rectos y de una anchura constante de 1200 mm, como mínimo. Si además tiene bordes libres, éstos contarán con un zócalo o elemento de protección lateral de 100 mm de altura, como mínimo.

4.4 Pasillos escalonados de acceso a localidades en graderíos y tribunas

1 Los pasillos escalonados de acceso a localidades en zonas de espectadores tales como patios de butacas, anfiteatros, graderíos o similares, tendrán escalones con una dimensión constante de contrahuella. Las huellas podrán tener dos dimensiones que se repitan en peldaños alternativos, con el fin de permitir el acceso a nivel a las filas de espectadores.

4.5 Escalas fijas

5 Limpieza de los acristalamientos exteriores

12.2. Exigencia básica SU 2: Seguridad frente al riesgo de impacto o de atrapamiento

Se limitará el riesgo de que los usuarios puedan sufrir impacto o atrapamiento con elementos fijos o practicables del edificio.

1 Impacto

2 Atrapamiento

12. 3. Exigencia básica SU 3: Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento

Se limitará el riesgo de que los usuarios puedan quedar accidentalmente aprisionados en recintos.

12.4. Exigencia básica SU 4: Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada

Se limitará el riesgo de daños a las personas como consecuencia de una iluminación inadecuada en zonas de circulación de los edificios, tanto interiores como exteriores, incluso en caso de emergencia o de fallo del alumbrado normal.

1 Alumbrado normal

2 Alumbrado de emergencia

12.5. Exigencia básica SU 5: Seguridad frente al riesgo causado por situaciones con alta ocupación

Se limitará el riesgo causado por situaciones con alta ocupación facilitando la circulación de las personas y la sectorización con elementos de protección y contención en previsión del riesgo de aplastamiento.

1 Ámbito de aplicación

2 Condiciones de los graderíos para espectadores de pie



12.6. Exigencia básica SU 6: Seguridad frente al riesgo de ahogamiento

Se limitará el riesgo de caídas que puedan derivar en ahogamiento en piscinas, depósitos, pozos y similares mediante elementos que restrinjan el acceso.

1 Piscinas**2 Pozos y depósitos****12.7. Exigencia básica SU 7: Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento**

Se limitará el riesgo causado por vehículos en movimiento atendiendo a los tipos de pavimentos y la señalización y protección de las zonas de circulación rodada y de las personas.

1 Ámbito de aplicación**2 Características constructivas****3 Protección de recorridos peatonales****4 Señalización****12.8. Exigencia básica SU 8: Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo**

Se limitará el riesgo de electrocución y de incendio causado por la acción del rayo, mediante instalaciones adecuadas de protección contra el rayo.

1 Procedimiento de verificación

1 Será necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo cuando la frecuencia esperada de impactos N_e sea mayor que el riesgo admisible N_a .

3 La frecuencia esperada de impactos, N_e , puede determinarse mediante la expresión:

$$N_e = N_g \cdot A_e \cdot C_1 \cdot 10^{-6} \text{ [nº impactos/año]}$$

siendo:

N_g : densidad de impactos sobre el terreno (nº impactos/año·km²), obtenida según la figura 1.1: Mapa de densidad de impactos sobre el terreno N_g .

A_e : superficie de captura equivalente del edificio aislado en m².

C_1 : coeficiente relacionado con la situación del edificio.

El riesgo admisible N_a puede determinarse mediante la expresión:

$$N_a = \frac{5,5}{C_2 C_3 C_4 C_5} 10^{-3}$$

C_2 coeficiente en función del tipo de construcción, conforme a la tabla 1.2;

	Cubierta metálica	Cubierta de hormigón	Cubierta de madera
Estructura metálica	0,5	1	2
Estructura de hormigón	1	1	2,5
Estructura de madera	2	2,5	3

C_3 : coeficiente en función del contenido del edificio.

C_4 : coeficiente en función del uso del edificio.

C_5 : coeficiente en función de la necesidad de continuidad en las actividades que se desarrollan en el edificio.



2 Tipo de instalación exigido

1 La eficacia E requerida para una instalación de protección contra el rayo se determina mediante la siguiente fórmula:

$$E = 1 - N_a / N_e$$

2 La tabla 2.1 indica el nivel de protección correspondiente a la eficiencia requerida. Las características del sistema para cada nivel de protección se describen en el Anexo SU B:

Tabla 2.1 Componentes de la instalación

Eficiencia requerida	Nivel de protección
$E > 0,98$	1
$0,95 < E < 0,98$	2
$0,80 < E < 0,95$	3
$0 < E < 0,80$	4

Anejo A Terminología**Anejo B Características de las instalaciones de protección frente al rayo**

* El nivel de protección 4 es el más exigente. Por tanto, una cubierta y/o una estructura de hormigón requerirán a priori unas instalaciones de protección frente al rayo más sencillas que en el caso de que la estructura y/o la cubierta sean metálicas, pero más complejas que en el caso de emplear madera.

A mayor C2 (estructura y/o cubierta de madera > estructura y/o cubierta de hormigón > estructura y/o cubierta metálica) \Rightarrow menor N_a \Rightarrow mayor E \Rightarrow menor nivel de protección.



Documento Básico HS Salubridad

I Objeto

Artículo 13. Exigencias básicas de salubridad (HS)

1. El objetivo del requisito básico “Higiene, salud y protección del medio ambiente”, tratado en adelante bajo el término salubridad, consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios, dentro de los edificios 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, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

II Ámbito de aplicación

III Criterios generales de aplicación

IV Condiciones particulares para el cumplimiento del DB HS

V Terminología

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.

1 Generalidades

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.

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.



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	I1+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+D5	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+D5	I1+I3+D1+D3	D4+V1	C1+C3+I1+D1+D3	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		I1+I3+D1+D2+D3	D4+V1	C1+C2+I1	C2+I1	D4+V1

* 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.

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) Grados de 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.

I2 La impermeabilización debe realizarse mediante la aplicación de una pintura impermeabilizante o según lo establecido en I1.

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.

D2 Debe disponerse en la proximidad del muro un pozo drenante cada 50 m como máximo de un diámetro interior igual o mayor que 0,7 m 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.

D3 Debe colocarse en el arranque del muro un tubo drenante conectado a la red de saneamiento o a cualquier sistema de recogida para su reutilización posterior y

D4 Deben construirse canaletas de recogida de agua en la cámara del muro conectadas a la red de saneamiento o a cualquier sistema de recogida para su reutilización posterior.



D5 Debe disponerse una red de evacuación del agua de lluvia en las partes de la cubierta y del terreno que puedan afectar al muro y debe conectarse aquélla a la red de saneamiento o a cualquier sistema de recogida

para su reutilización posterior.

V) Ventilación de la cámara:

V1 Deben disponerse aberturas de ventilación en el arranque y la coronación de la hoja interior.

2.1.3 Condiciones de los puntos singulares

2.1.3.1 Encuentros del muro con las fachadas

2.1.3.2 Encuentros del muro con las cubiertas enterradas

2.1.3.3 Encuentros del muro con las particiones interiores

2.1.3.4 Paso de conductos

2.1.3.5 Esquinas y rincones

2.1.3.6 Juntas

2.2 Suelos

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

	Coeficiente de permeabilidad del terreno	
Presencia de agua	$K_s \geq 10^{-5}$ 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.

Tabla 2.4 Condiciones de las soluciones de suelo

2.2.3 Condiciones de los puntos singulares

2.2.3.1 Encuentros del suelo con los muros

2.2.3.2 Encuentros entre suelos y particiones interiores



2.3 Fachadas

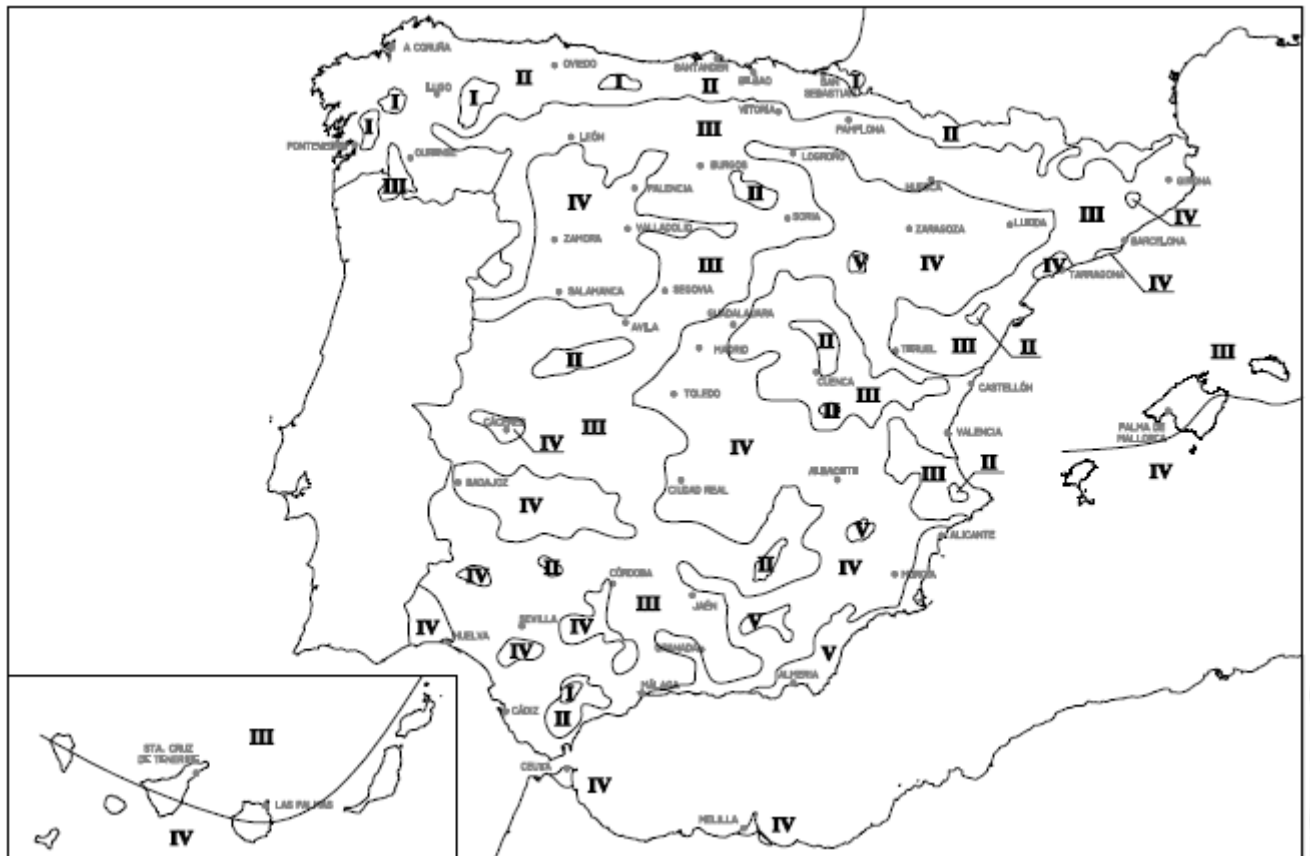
2.3.1 Grado de impermeabilidad

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

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;



- a) 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 E0 cuando se trate de un terreno tipo I, II o III y E1 en los demás casos:

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 importancia.



Terreno tipo III: Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados 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 2.6 Grado de exposición al viento

Altura del edificio (m)		Clase de entorno del edificio					
		E1			E0		
		A	B	C	A	B	C
≤15	V3	V3	V3	V2	V2	V2	
16 – 40	V3	V2	V2	V2	V2	V1	
41 - 100	V2	V2	V2	V1	V1	V1	

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.



Tabla 2.7 Condiciones de las soluciones de fachada

		Con revestimiento exterior				Sin revestimiento exterior			
Grado de impermeabilidad	≤ 1	R1+C1				C1+J1+N1			
	≤ 2								
	≤ 3	R1+B1+C1	R1+C2	B2+C1+J1+N1	B1+C2+H1+J1+N1	B1+C2+J2+N2	B1+C1+H1+J2+N2		
	≤ 4	R1+B2+C1	R1+B1+C2	B2+C2+H1+J1+N1		B2+C2+J2+N2		B2+C1+H1+J2+N2	
	≤ 5	R3+C1	B3+C1	R1+B2+C2	R2+B1+C1	B3+C1			

2 A continuación se describen las condiciones 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 la tabla a las que tengan el número de denominación más pequeño de su mismo bloque.

R) Resistencia a la filtración del revestimiento exterior:

R1 El revestimiento exterior debe tener al menos una resistencia media a la filtración. Se considera que proporcionan esta resistencia los siguientes:

- revestimientos continuos de las siguientes características:
 - espesor comprendido entre 10 y 15 mm, salvo los acabados con una capa plástica delgada;
 - adherencia al soporte suficiente para garantizar su estabilidad;
 - permeabilidad al vapor suficiente 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;
 - cuando se dispone en fachadas con el aislante por el exterior de la hoja principal, compatibilidad química con el aislante y disposición de una armadura constituida por una malla de fibra de vidrio o de poliéster.
- revestimientos discontinuos rígidos pegados de las siguientes características:
 - de piezas menores de 300 mm de lado;
 - 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 El revestimiento exterior debe tener al menos una resistencia alta a la filtración. Se considera que proporcionan esta resistencia los revestimientos discontinuos rígidos fijados mecánicamente dispuestos de tal manera que tengan las mismas características establecidas para los discontinuos de R1, salvo la del tamaño de las piezas.

R3 El revestimiento exterior debe tener una resistencia muy alta a la filtración. Se considera que proporcionan esta resistencia los siguientes:

- revestimientos continuos 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 al vapor suficiente 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.
- revestimientos discontinuos fijados mecánicamente de alguno de los siguientes elementos dispuestos de tal manera que tengan las mismas características establecidas para los discontinuos de R1, salvo la del tamaño de las piezas:
- 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 al menos una barrera de resistencia media a la filtración.

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

B2 Debe disponerse al menos una barrera de resistencia alta a la filtración.

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

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

- una cámara de aire ventilada y un aislante no hidrófilo con unas características determinadas.
- revestimiento continuo de las siguientes características:

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:

- $\frac{1}{2}$ 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 $\leq 2\%$, según el ensayo descrito en UNE-EN 13755:2002.
- **Bloques y ladrillos de hormigón de succión $\leq 4,2$ g/m².s, (iequivalente a 0,252 kg/m².min en las unidades empleadas para ladrillo cerámico!) según el ensayo descrito en UNE EN 772-11:2001 y UNE EN 772-11:2001/A1:2006.**

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.

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

2.3.3.1 Juntas de dilatación

2.3.3.2 Arranque de la fachada desde la cimentación

2.3.3.3 Encuentros de la fachada con los forjados

2.3.3.4 Encuentros de la fachada con los pilares

2.3.3.5 Encuentros de la cámara de aire ventilada con los forjados y los dinteles

2.3.3.6 Encuentro de la fachada con la carpintería



2.3.3.7 Antepedochos y remates superiores de las fachadas

2.3.3.8 Anclajes a la fachada

2.3.3.9 Aleros y cornisas

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 de las soluciones constructivas

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.

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 (%)
Transitables	Peatones	Solado fijo	1 – 5 *
		Solado flotante	1 – 5
	Vehículos	Capa de rodadura	1 - 15

* 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 (%)
Teja *	Teja curva	32
	Teja mixta y plana monocanal	30
	Teja plana marsellesa o alicantina	40
	Teja plana con encaje	50
Fibrocemento	Placas simétricas de onda grande	10
	Placas asimétricas de nervadura grande	10
	Placas asimétricas de nervadura media	25

* Estas pendientes son para faldones menores a 6,5 m, 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”) ó 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

2.4.3.3 Capa de impermeabilización

2.4.3.4 Cámara de aire ventilada

2.4.3.5 Capa de protección

2.4.3.5 Capa de protección

2.4.3.5.2 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.

2.4.3.5.3 Solado flotante

1 El solado flotante puede ser de piezas apoyadas sobre soportes, baldosas sueltas con aislante térmico incorporado u otros materiales de características análogas.

2.4.3.6 Tejado

1 Debe estar constituido por piezas de cobertura tales como tejas, pizarra, placas, etc. El solapo de las piezas debe establecerse de acuerdo con 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.

2.4.4 Condiciones de los puntos singulares

3 Dimensionado

4 Productos de Construcción

4.1 Características exigibles a los productos

4.1.1 Introducción

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 (g/m^3).

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 $0,32 \text{ g}/\text{cm}^3$.

- ✓ De esta redacción debería eliminarse este punto, ya que la norma UNE 41170 no se encuentra recogida en la norma de bloques de hormigón (UNE EN 771-3). Aunque no está derogada es una norma antigua y la actual que se emplea para medir la absorción de agua es la EN 772-



14:2002 "Determinación de la variación debida a la humedad de las piezas de albañilería de hormigón de áridos y de piedra artificial."

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 [g/(m².s)] y el valor individual del coeficiente debe ser como máximo 4,2 [g/(m².s)]

3 Cuando la hoja principal sea de ladrillo o de bloque sin revestimiento exterior, los ladrillos y los bloques deben ser caravista.

4.2 Control de recepción en obra de productos**5 Construcción****5.1 Ejecución****5.1.1 Muros****5.1.2 Suelos****5.1.3 Fachadas****5.1.4 Cubiertas****5.2 Control de la ejecución****5.3 Control de la obra terminada****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 (años)
Suelos	Comprobación de la posible existencia de filtraciones por fisuras y grietas	1
Fachadas	Comprobación del estado de conservación del revestimiento: posible aparición de fisuras, desprendimientos, humedades y manchas	3
	Comprobación del estado de conservación de los puntos singulares	3
	Comprobación de la posible existencia de grietas y fisuras, así como desplomes u otras deformaciones, en la hoja principal	5
	Comprobación del estado de limpieza de las llagas o de las aberturas de ventilación de la cámara	10
Cubiertas	Comprobación del estado de conservación de la protección o tejado	3
	Comprobación del estado de conservación de los puntos singulares	3

Apéndice A Terminología

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 m/s o 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.

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

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 mayor que 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.

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 que se permite el paso del agua del terreno hasta la cámara donde se recoge y se evacua.

Permeabilidad al vapor de agua: cantidad de vapor de agua que se transmite a través de un material de espesor unidad por unidad de área, unidad de tiempo y de diferencia de presiones parciales de vapor de agua. La permeabilidad se expresa en $g \cdot m / (MN \cdot s)$ o en $g \cdot cm / (mmHG \cdot m^2 \cdot día)$.

Revestimiento continuo: revestimiento que se aplica en forma de pasta fluida directamente sobre la superficie que se reviste. Puede ser a base de morteros hidráulicos, plástico o 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 anclaje. Según sea este sistema de fijación el revestimiento se considera pegado o fijado mecánicamente.

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

Apéndice C Cálculo del caudal de drenaje

13.2 Exigencia básica HS 2: Recogida y evacuación de residuos

Los edificios dispondrán de espacios y medios para extraer los residuos ordinarios generados en ellos de forma acorde con el sistema público de recogida de tal forma que se facilite la adecuada separación en origen de dichos residuos, la recogida selectiva de los mismos y su posterior gestión.

1 Generalidades

2 Diseño y Dimensionado

3 Mantenimiento y Conservación

Apéndice A Terminología

Apéndice B Notación

13.3 Exigencia básica HS 3: Calidad del aire interior

1 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.

1 Generalidades

2 Caracterización y Cuantificación de las Exigencias

3 Diseño

4 Dimensionado

5 Productos de Construcción

6 Construcción

7 Mantenimiento y Conservación

Apéndice A Terminología

Apéndice B Notación

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, incorporando medios que permitan el ahorro y el control del agua.

1 Generalidades**2 Caracterización y Cuantificación de las Exigencias****3 Diseño****4 Dimensionado****5 Construcción****6 Productos de Construcción****7 Mantenimiento y Conservación****Apéndice A Terminología****Apéndice B Notaciones y unidades****Apéndice C Normas de referencia****Apéndice D Simbología****13.5 Exigencia básica HS 5: Evacuación de aguas**

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.

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 Construcción

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

5.4.2 Ejecución de la red horizontal enterrada

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: para tuberías de hormigón, las uniones serán mediante corchetes de hormigón en masa.

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 tomarán 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.



5.4.5 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.

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.

5.5 Ejecución de los sistemas de elevación y bombeo**5.6 Pruebas****6 Productos de Construcción****6.1 Características generales de los materiales**

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.

6.2 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 hormigón según norma UNE 127010:1995 EX. "Tubos prefabricados de hormigón en masa, hormigón armado y hormigón con fibra de acero, para conducciones sin presión".

6.3 Materiales de los puntos de captación**6.4 Condiciones de los materiales de los accesorios**

7 Mantenimiento y Conservación

Apéndice A Terminología

Apéndice B Obtención de la intensidad pluviométrica

Apéndice C Normas de referencia



Documento Básico HR Protección frente al ruido

I Objeto

Artículo 14. Exigencias básicas de protección frente al ruido (HR)

El objetivo del requisito básico "Protección frente el ruido" consiste en limitar, dentro de los edificios y en condiciones normales de utilización, el riesgo de molestias o enfermedades que el ruido pueda producir a los usuarios como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán y mantendrán de tal forma que los elementos constructivos que conforman sus recintos tengan unas características acústicas adecuadas para reducir la transmisión del ruido aéreo, del ruido de impactos y del ruido y vibraciones de las instalaciones propias del edificio, y para limitar el ruido reverberante de los recintos.

II Ámbito de aplicación

III Criterios generales de aplicación

IV Condiciones particulares para el cumplimiento del DB HR

V Terminología

1 Generalidades

1.1 Procedimiento de verificación

1 Para satisfacer las exigencias del CTE en lo referente a la protección frente al ruido deben:

- a) alcanzarse los valores límite de aislamiento acústico a ruido aéreo y no superarse los valores límite de nivel de presión de ruido de impactos (aislamiento acústico a ruido de impactos) que se establecen en el apartado 2.1;
- b) no superarse los valores límite de tiempo de reverberación que se establecen en el apartado 2.2;
- c) cumplirse las especificaciones del apartado 2.3 referentes al ruido y a las vibraciones de las instalaciones.

2 Para la correcta aplicación de este documento debe seguirse la secuencia de verificaciones que se expone a continuación:

- a) cumplimiento de las condiciones de diseño y de dimensionado del aislamiento acústico a ruido aéreo y del aislamiento acústico a ruido de impactos de los recintos de los edificios; esta verificación puede llevarse a cabo por cualquiera de los procedimientos siguientes:
 - a) mediante la opción simplificada, comprobando que se adopta alguna de las soluciones de aislamiento propuestas en el apartado 3.1.2.
 - b) mediante la opción general, aplicando los métodos de cálculo especificados para cada tipo de ruido, definidos en el apartado 3.1.3; Independientemente de la opción elegida, deben cumplirse las condiciones de diseño de las uniones entre elementos constructivos especificadas en el apartado 3.1.4.
- b) cumplimiento de las condiciones de diseño y dimensionado del tiempo de reverberación y de absorción acústica de los recintos afectados por esta exigencia, mediante la aplicación del método de cálculo especificado en el apartado 3.2.



- c) cumplimiento de las condiciones de diseño y dimensionado del apartado 3.3 referentes al ruido y a las vibraciones de las instalaciones.
- d) cumplimiento de las condiciones relativas a los productos de construcción expuestas en el apartado 4.
- e) cumplimiento de las condiciones de construcción expuestas en el apartado 5.
- f) cumplimiento de las condiciones de mantenimiento y conservación expuestas en el apartado 6.

3 Para satisfacer la justificación documental del proyecto, deben cumplimentarse las fichas justificativas del Anejo L, que se incluirán en la memoria del proyecto.

2 Caracterización y cuantificación de las exigencias

2.1 Valores límite de aislamiento

2.1.1 Aislamiento acústico a ruido aéreo

Los elementos constructivos interiores de separación, así como las fachadas, las cubiertas, las medianerías y los suelos en contacto con el aire exterior que conforman cada recinto de un edificio deben tener, en conjunción con los elementos constructivos adyacentes, unas características determinadas:

- a) En los recintos protegidos:
 - Protección frente al ruido generado en la misma unidad de uso.
 - Protección frente al ruido procedente de otras unidades de uso.
 - Protección frente al ruido procedente de zonas comunes.
 - Protección frente al ruido procedente de recintos de instalaciones y de recintos de actividad.
 - Protección frente al ruido procedente del exterior.

Tabla 2.1 Valores de aislamiento acústico a ruido aéreo, $D_{2m,nT,Atr}$, en dBA, entre un recinto protegido y el exterior, en función del índice de ruido día, L_d .

Ld (dBA)	Uso del edificio			
	Residencial y sanitario		Cultural, docente, administrativo y religioso	
	Dormitorios	Estancias	Estancias	Aulas
$L_d \leq 60$	30	30	30	30
$60 < L_d \leq 65$	32	30	32	30
$65 < L_d \leq 70$	37	32	37	32
$70 < L_d \leq 75$	42	37	42	37
$L_d > 75$	47	42	47	42

El valor del índice de ruido día, L_d , puede obtenerse en las administraciones competentes o mediante consulta de los mapas estratégicos de ruido.

- a) En los recintos habitables:
 - Protección frente al ruido generado en la misma unidad de uso.
 - Protección frente al ruido procedente de otras unidades de uso.
 - Protección frente al ruido procedente de zonas comunes.



- Protección frente al ruido procedente de recintos de instalaciones y de recintos de actividad.
- b) En los recintos habitables y recintos protegidos colindantes con otros edificios.

2.1.2 Aislamiento acústico a ruido de impactos

Los elementos constructivos de separación horizontales deben tener, en conjunción con los elementos constructivos adyacentes, unas características tales que se cumpla para los recintos protegidos:

- a) Protección frente al ruido procedente de otras unidades de uso.
- b) Protección frente al ruido procedente de zonas comunes.
- c) Protección frente al ruido procedente de recintos de instalaciones o de recintos de actividad.

2.2 Valores límite de tiempo de reverberación

2.3 Ruido y vibraciones de las instalaciones

3 Diseño y dimensionado

3.1 Aislamiento acústico a ruido aéreo y a ruido de impactos

3.1.1 Datos previos y procedimiento

1 Para el diseño y dimensionado de los elementos constructivos, puede elegirse una de las dos opciones, simplificada o general.

2 En ambos casos, para la definición de los elementos constructivos que proporcionan el aislamiento acústico a ruido aéreo, deben conocerse sus valores de masa por unidad de superficie, m , y de índice global de reducción acústica, ponderado A , R_A , γ , para el caso de ruido de impactos, además de los anteriores, el nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, $L_{n,w}$.

3 También debe conocerse el valor del índice de ruido día, L_d , de la zona donde se ubique el edificio, como se establece en el apartado 2.1.1.

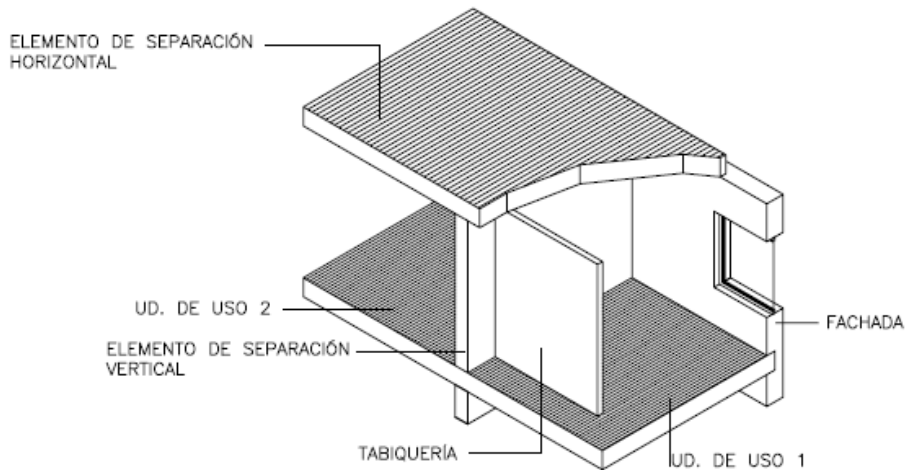
3.1.2 Opción simplificada: Soluciones de aislamiento acústico

1 La opción simplificada proporciona soluciones de aislamiento que dan conformidad a las exigencias de aislamiento a ruido aéreo y a ruido de impactos.

2 Una solución de aislamiento es el conjunto de todos los elementos constructivos que conforman un recinto (tales como elementos de separación verticales y horizontales, tabiquería, medianerías, fachadas y cubiertas) y que influyen en la transmisión del ruido y de las vibraciones entre recintos adyacentes o entre el exterior y un recinto.

Figura 3.1. Elementos que componen dos recintos y que influyen en la transmisión de ruido entre ambos





3 Para cada uno de dichos elementos constructivos se establecen en tablas los valores mínimos de los parámetros acústicos que los definen, para que junto con el resto de condiciones establecidas en este DB, particularmente en el punto 3.1.4, se satisfagan los valores límite de aislamiento establecidos en el apartado 2.1.

3.1.2.1 Condiciones de aplicación

1 La opción simplificada es válida para edificios de uso residencial. Esta opción puede aplicarse a edificios de otros usos teniendo en cuenta que, en algunos recintos de estos edificios, el aislamiento que se obtenga puede ser mayor. En el caso de vivienda unifamiliar adosada, puede aplicarse el Anejo J.

2 La opción simplificada es válida para edificios con una estructura horizontal resistente formada por forjados de hormigón macizos o con elementos aligerantes o forjados mixtos de hormigón y chapa de acero.

3.1.2.2 Procedimiento de aplicación

Para el diseño y dimensionado de los elementos constructivos, deben elegirse:

- a) la tabiquería;
- b) los elementos de separación horizontales y los verticales (apartado 3.1.2.3).
- c) las medianerías (apartado 3.1.2.4).
- d) las fachadas, las cubiertas y los suelos en contacto con el aire exterior (apartado 3.1.2.5).

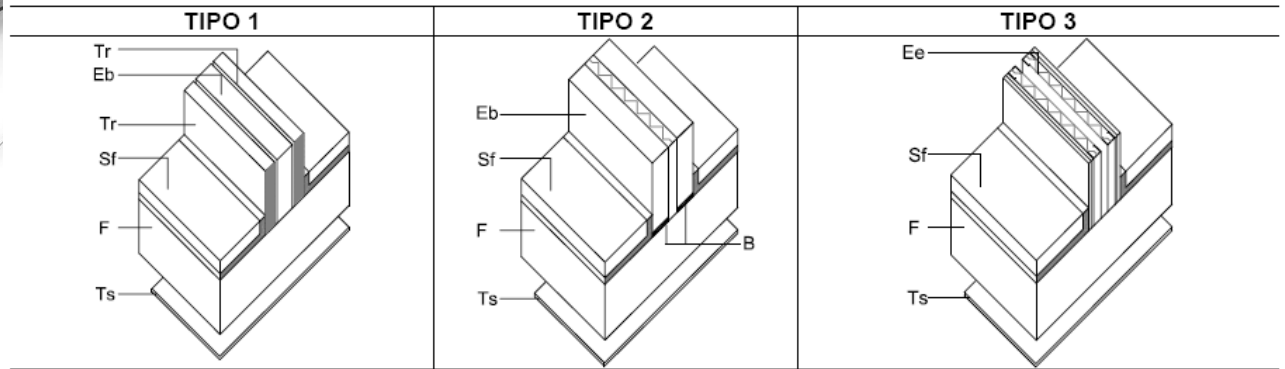
3.1.2.3 Elementos de separación

3.1.2.3.1 Definición y composición de los elementos de separación

1 Los elementos de separación verticales son aquellas particiones verticales que separan unidades de uso diferentes o una unidad de uso de una zona común, de un recinto de instalaciones o de un recinto de actividad. En esta opción se contemplan los siguientes tipos:

- a) tipo 1: Elementos compuestos por un elemento base de una o dos hojas de fábrica, hormigón o paneles prefabricados pesados (Eb), sin trasdosado o con un trasdosado por ambos lados (Tr);
- b) tipo 2: Elementos de dos hojas de fábrica o paneles prefabricado pesados (Eb), con bandas elásticas en su perímetro dispuestas en los encuentros de, al menos, una de las hojas con forjados, suelos, techos, pilares y fachadas;
- c) tipo 3: Elementos de dos hojas de entramado autoportante (Ee).





Eb Elemento constructivo base de fábrica o de *paneles prefabricados pesados* (una o dos hojas)
Tr *Trasdoso*
Ee *Elemento de entramado autoportante*

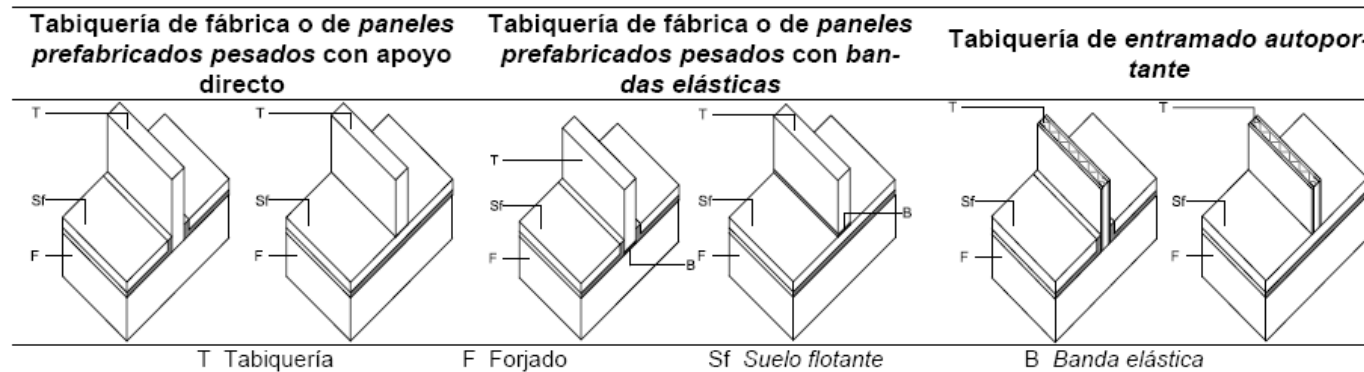
F Forjado
Sf *Suelo flotante*
Ts *Techo suspendido*
B *Banda elástica*

En todos los elementos de dos hojas, la cámara debe ir rellena con un material absorbente acústico o amortiguador de vibraciones.

2 Los elementos de separación horizontales son aquellos que separan unidades de uso diferentes, o una unidad de uso de una zona común, de un recinto de instalaciones o de un recinto de actividad. Los elementos de separación horizontales están formados por el forjado (F), el suelo flotante (Sf) y, en algunos casos, el techo suspendido (Ts).

3 La tabiquería está formada por el conjunto de particiones interiores de una unidad de uso. En esta opción se contemplan los tipos siguientes:

- tabiquería de fábrica o de paneles prefabricados pesados con apoyo directo en el forjado o en el suelo flotante, sin interposición de bandas elásticas;
- tabiquería de fábrica o de paneles prefabricados pesados con bandas elásticas dispuestas al menos en los encuentros inferiores con los forjados;
- tabiquería de entramado autoportante.



4 Las soluciones de elementos de separación de este apartado son válidas para los tipos de fachadas y medianerías siguientes:

- de una hoja, (se incluyen dentro de este tipo las fachadas ventiladas y fachadas con aislamiento por el exterior);
- de dos hojas, con una hoja interior que puede ser de:
 - fábrica o paneles prefabricados pesados con apoyo directo en el forjado o en el suelo flotante;
 - fábrica o paneles prefabricados pesados con bandas elásticas;
 - entramado autoportante.



3.1.2.3.2 Parámetros acústicos de los elementos constructivos

Los parámetros que definen cada elemento constructivo son los siguientes:

- a) Para el elemento de separación vertical, la tabiquería y la fachada:
- m , masa por unidad de superficie del elemento base, en kg/m^2 ;
 - RA , índice global de reducción acústica, ponderado A, del elemento base, en dBA;
 - ΔRA , mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, en dBA, debida al trasdosado.
- b) Para el elemento de separación horizontal:
- m , masa por unidad de superficie del forjado, en kg/m^2 , que corresponde al valor de masa por unidad de superficie de la sección tipo del forjado, excluyendo ábacos, vigas y macizados;
 - RA , índice global de reducción acústica, ponderado A, del forjado, en dBA;
 - ΔLw , reducción del nivel global de presión de ruido de impactos, en dB, debida al suelo flotante;
 - ΔRA , mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, en dBA, debida al suelo flotante o al techo suspendido.

3.1.2.3.3 Condiciones mínimas de la tabiquería

En la tabla 3.1 se expresan los valores mínimos de la masa por unidad de superficie, m , y del índice global de reducción acústica, ponderado A, RA , que deben tener los diferentes tipos de tabiquería.

Tabla 3.1. Parámetros de la tabiquería

	m (Kg/m ²)	R_A (dBA)
Fábrica o paneles prefabricados pesados con apoyo directo	70	35
Fábrica o paneles prefabricados pesados con bandas elásticas	65	33
Entramado autoportante	25	43

3.1.2.3.4 Condiciones mínimas de los elementos de separación verticales

1 En la tabla 3.2 se expresan los valores mínimos que debe cumplir cada uno de los parámetros acústicos que definen los elementos de separación verticales entre unidades de uso diferentes o entre una unidad de uso y una zona común.



Tipo	Elemento base ⁽¹⁾⁽²⁾ (Eb - Ee)		Trasdosado ⁽³⁾ (Tr) (en función de la tabiquería)	
			Tabiquería de fábrica o paneles prefabricados pesados con apoyo directo y tabiquería de fábrica o paneles prefabricados pesados con bandas elásticas	Tabiquería de entramado autoportante
			m (Kg/m ²)	R _A (dBA)
TIPO 1 Una hoja o dos hojas de fábrica con trasdosado	160	41	27	10
	180	45	13	7
	200	46	10	5 (12)
	250	49	6	3 (10)
	300	52	4 (16)	1 (7)
	300 ⁽⁶⁾	55 ⁽⁶⁾	-	-
	350	55	3 (9)	1 (5)
	400	57	- (6)	- (3)
TIPO 2 ⁽⁴⁾ Dos hojas de fábrica con bandas elásticas perimétricas	130 ⁽⁴⁾	54 ⁽⁴⁾	-	-
	170 ⁽⁴⁾	54 ⁽⁴⁾	-	-
	(200) ⁽⁶⁾	(61) ⁽⁵⁾		-
TIPO 3 Entramado autoportante	49	65		
	(60) ⁽⁷⁾	(68) ⁽⁷⁾		
	(117) ⁽⁸⁾	(68) ⁽⁸⁾		

Entre paréntesis figuran los valores que deben cumplir los elementos de separación verticales que delimitan un recinto de instalaciones o un recinto de actividad. Las casillas sombreadas se refieren a elementos constructivos inadecuados. Las casillas con guión se refieren a elementos de separación verticales que no necesitan trasdosados.

(1) En el caso de elementos de separación verticales de dos hojas de fábrica, el valor de m corresponde al de la suma de las masas por unidad de superficie de las hojas y el valor de R_A corresponde al del conjunto.

(2) Los elementos de separación verticales deben cumplir simultáneamente los valores de masa por unidad de superficie, m y de índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A.

(3) El valor de la mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, ΔR_A, corresponde al de un trasdosado instalado sobre un elemento base de masa mayor o igual a la que figura en la tabla 3.2.

(4) La masa por unidad de superficie de cada hoja que tenga bandas elásticas perimétricas no será mayor que 150 kg/m² y en el caso de los elementos de tipo 2 que tengan bandas elásticas perimétricas únicamente en una de sus hojas, la hoja que apoya directamente sobre el forjado debe tener un índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A, de al menos 42 dBA.



(5) Esta solución es válida únicamente para tabiquería de entramado autoportante o de fábrica o paneles prefabricados pesados con bandas elásticas en la base, dispuestas tanto en la tabiquería del recinto de instalaciones, como en la del recinto protegido inmediatamente superior. Por otra parte, esta solución no es válida cuando acometan a medianerías o fachadas de una sola hoja ventiladas o que tengan en aislamiento por el exterior. La masa por unidad de superficie de cada hoja que tenga bandas elásticas perimétricas no será mayor que 150 kg/m² y en el caso de los elementos de tipo 2 que tengan bandas elásticas perimétricas únicamente en una de sus hojas, la hoja que apoya directamente sobre el forjado debe tener un índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A, de al menos 45 dBA.

(6) Esta solución es válida si se disponen bandas elásticas en los encuentros del elemento de separación vertical con la tabiquería de fábrica que acomete al elemento, ya sea ésta con apoyo directo o con bandas elásticas.

(7) Esta solución es válida si el forjado que separa el recinto de instalaciones o recinto de actividad de un recinto protegido o recinto habitable tiene una masa por unidad de superficie mayor de 400 kg/m².

(8) Esta solución es válida si el forjado que separa el recinto de instalaciones o recinto de actividad de un recinto protegido o recinto habitable tiene una masa por unidad de superficie mayor que 350 kg/m².

2 En el caso de elementos de separación verticales de tipo 1, el trasdosado debe aplicarse por ambas caras del elemento constructivo base. Si no fuera posible trasdosar por ambas caras y la transmisión de ruido se produjera principalmente a través del elemento de separación vertical, como es el caso de cajas de escaleras o de ascensores, podrá trasdosarse el elemento constructivo base solamente por una cara, incrementándose en 4 dBA la mejora ΔR_A del trasdosado especificada en la tabla 3.2.

3 En el caso de que una unidad de uso no tuviera tabiquería interior, como por ejemplo un aula, puede elegirse cualquier elemento de separación vertical de la tabla 3.2.

5 Con objeto de limitar las transmisiones indirectas por flancos y en el caso de que algún elemento de separación vertical acometiera a una medianería o a una fachada de dos hojas, la hoja exterior de la misma debe tener una masa por unidad de superficie mayor que 130 kg/m². Con objeto de limitar las transmisiones indirectas por flancos y en el caso de que algún elemento de separación vertical acometiera a una medianería o a una fachada de una hoja, ventilada o fachada con el aislamiento por el exterior, debe cumplirse:

- a) en el caso de elementos de separación verticales de tipo 1, el índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A, de la medianería o la fachada debe ser al menos 41 dBA y su masa por unidad de superficie, m, al menos 130 kg/m²;
- b) en el caso de elementos de separación verticales de tipo 2 cuya masa por unidad de superficie, m, sea menor que 170 kg/m², no está permitido que éstos acometan a medianerías o a fachadas de una sola hoja, ventiladas o que tengan el aislamiento por el exterior;
- c) en el caso de elementos de separación verticales de tipo 2 cuya masa por unidad de superficie, m, sea mayor que 170 kg/m², el índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A, de la medianería o la fachada a la que acometen debe ser al menos 50 dBA y su masa por unidad de superficie, m, al menos 225 kg/m²;
- d) en el caso de elementos de separación verticales de tipo 3, índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A, de la medianería o la fachada a la que acometen debe ser al menos 50 dBA y su masa por unidad de superficie, m, al menos 225 kg/m².

Independientemente de lo indicado, las medianerías y las fachadas deben cumplir lo establecido en los apartados 3.1.2.4 y 3.1.2.5, respectivamente.

3.1.2.3.5 Condiciones mínimas de los elementos de separación horizontales

1 En la tabla 3.3 se expresan los valores mínimos que debe cumplir cada uno de los parámetros acústicos que definen los elementos de separación horizontales.



Tabla 3.3. Parámetros acústicos de los componentes de los elementos de separación horizontales

Forjado ⁽¹⁾ (F)		Suelo flotante y techo suspendido (Sf) y (Ts) en función de la tabiquería del recinto receptor								
		Tabiquería de fábrica o paneles prefabricados pesados con apoyo directo			Tabiquería de fábrica o paneles prefabricados pesados con bandas elásticas			Tabiquería de entramado autoportante		
		Suelo flotante ⁽²⁾⁽³⁾		Techo suspendido ⁽⁴⁾	Suelo flotante ⁽²⁾⁽³⁾		Techo suspendido ⁽⁴⁾	Suelo flotante ⁽²⁾⁽³⁾		Techo suspendido ⁽⁴⁾
m (kg/m ²)	RA (dBA)	ΔL_w (dB)	ΔR_A (dBA)	ΔR_A (dBA)	ΔL_w (dB)	ΔR_A (dBA)	ΔR_A (dBA)	ΔL_w (dB)	ΔR_A (dBA)	ΔR_A (dBA)
300	52	27	18 (18)	0 (18)	23	11 (11)	0 (14)	16	6 (6)	0 (9)
		(32)	(18)	(18)	(28)	(11)	(14)	(21)	(6) (11)	(9) (0)
350	54	25	13 (13)	0 (11)	21	8 (8)	0 (10)	14	5 (5) 0	0 (7) 4
		(30)	(13)	(11)	(26)	(8)	(10)	(19)	(5) (10)	(7) (0)
400	57	23	9 (9)	0 (11)	18	6 (6)	0 (9)	12	4 0 (4)	0 4 (7)
		(28)	(9)	(11)	(23)	(6)	(9)	(17)	(4) (9)	(7) (0)
450	58	22	8 (8)	0 (10)	16	7 (7)	0 (8)	10	3 0 (3)	0 3 (6)
		(27)	(8) (13)	(10) (0)	(21)	(7)	(8)	(15)	(3) (8)	(6) (0)
500	60	21	7 (7)	0 10	14	6 (6)	0 (8)	8	2 0 (2)	0 2 (6)
		(26)	(7) (12)	(10) (0)	(19)	(6)	(8)	(13)	(2) (7)	(6) (0)

(1) Los forjados deben cumplir simultáneamente los valores de masa por unidad de superficie, m y de índice global de reducción acústica ponderado A, RA.

(2) Los suelos flotantes deben cumplir simultáneamente los valores de reducción del nivel global de presión de ruido de impactos, ΔL_w , y de mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, ΔR_A .

(3) Los valores de mejora del aislamiento a ruido aéreo, ΔR_A , y de reducción de ruido de impactos, ΔL_w , corresponden a un único suelo flotante; la adición de mejoras sucesivas, una sobre otra, en un mismo lado no garantiza la obtención de los valores de aislamiento.

(4) Los valores de mejora del aislamiento a ruido aéreo, ΔR_A , corresponden a un único techo suspendido; la adición de mejoras sucesivas, una bajo otra, en un mismo lado no garantiza la obtención de los valores de aislamiento.



(5) Las soluciones con paréntesis en ΔRA del suelo flotante y del techo suspendido son de aplicación para recintos de instalaciones o recintos de actividad, colindantes inferiormente con recintos protegidos. Las soluciones con paréntesis en ΔLw y ΔRA del suelo flotante y ΔRA del techo suspendido son de aplicación para recintos de instalaciones o recintos de actividad, superpuestos a recintos protegidos.

2 Los forjados que delimitan superiormente una unidad de uso deben disponer de un suelo flotante y, en su caso, de un techo suspendido con los que se cumplan los valores de mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, ΔR_A y de reducción del nivel global de presión de ruido de impactos, ΔLw especificados en la tabla 3.3.

3 Los forjados que delimitan inferiormente una unidad de uso y la separan de una zona común, un recinto de instalaciones o un recinto de actividad deben disponer de una combinación de suelo flotante y techo suspendido con los que se cumplan los valores de mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, ΔR_A .

4 Además, para limitar la transmisión de ruido de impactos, en el forjado de una unidad de uso, de un recinto de actividad o de instalaciones o una zona común colindantes horizontalmente con unidades de uso diferentes o con una arista horizontal común con las mismas deben disponerse suelos flotantes cuya reducción del nivel global de presión de ruido de impactos, ΔLw , sea la especificada en la tabla 3.3.

5 En el caso de que una unidad de uso no tuviera tabiquería interior, como por ejemplo un aula, puede elegirse cualquier elemento de separación horizontal de la tabla 3.3.

6 Entre paréntesis figuran los valores que deben cumplir los elementos de separación horizontales entre una unidad de uso y un recinto de instalaciones o de actividad.

3.1.2.4 Condiciones mínimas de las medianerías

1 El parámetro que define una medianería es el índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A .

2 El valor del índice global de reducción acústica ponderado, R_A , de toda la superficie del cerramiento que constituya una medianería de un edificio, no será menor que 45 dBA.

3.1.2.5 Condiciones mínimas de las fachadas, las cubiertas y los suelos en contacto con el aire exterior

1 En la tabla 3.4 se expresan los valores mínimos que deben cumplir los huecos y la parte ciega de la fachada, la cubierta o el suelo en contacto con el aire exterior y, en el caso de que los hubiera, los aireadores y las cajas de persiana, en función de los valores límite de aislamiento acústico entre un recinto protegido y el exterior indicados en la tabla 2.1 y del porcentaje de huecos expresado como la relación entre la superficie del hueco y la superficie total de la fachada vista desde el interior de cada recinto protegido.

2 Los parámetros acústicos que definen los componentes de una fachada, una cubierta o un suelo en contacto con el aire exterior son:

- a) R_A , índice global de reducción acústica, ponderado A, de la parte ciega;
- b) $R_{A,tr}$, índice global de reducción acústica, ponderado A, para ruido exterior dominante de automóviles o de aeronaves, del hueco;
- c) $D_{n,e,Atr}$, diferencia de niveles normalizada, ponderada A, para ruido exterior dominante de automóviles o de aeronaves, de los aireadores;



Tabla 3.4 Parámetros acústicos de fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior de recintos protegidos

Nivel límite exigido	Parte ciega ⁽¹⁾ 100 % RA (dBA)	Parte ciega ⁽¹⁾ ≠ 100 % RA (dBA)	Huecos				
			Porcentaje de huecos				
			Hasta 15 %	De 16 a 30 %	De 31 a 60 %	De 61 a 80 %	De 81 a 100 %
D2m,nT,Atr = 30	33	35	26	29	31	32	33
		40	25	28	30	31	
		45	25	28	30	31	
D2m,nT,Atr = 32	35	35	30	32	34	34	35
		40	27	30	32	34	
		45	26	29	32	33	
D2m,nT,Atr = 34 ⁽²⁾	36	40	30	33	35	36	36
		45	29	32	34	36	
		50	28	31	34	35	
D2m,nT,Atr = 36 ⁽²⁾	38	40	33	35	37	38	38
		45	31	34	36	37	
		50	30	33	36	37	
D2m,nT,Atr = 37	39	40	35	37	39	39	39
		45	32	35	37	38	
		50	31	34	37	38	
D2m,nT,Atr = 41 ⁽²⁾	43	45	39	40	42	43	43
		50	36	39	41	42	
		55	35	38	41	42	
D2m,nT,Atr = 42	44	50	37	40	42	43	44
		55	36	39	42	43	
		60	36	39	42	43	
D2m,nT,Atr = 46 ⁽²⁾	48	50	43	45	47	48	48
		55	41	44	46	47	
		60	40	43	46	47	
D2m,nT,Atr = 47	49	55	42	45	47	48	49
		60	41	44	47	48	
D2m,nT,Atr = 51 ⁽²⁾	53	55	48	50	52	53	53
		60	46	49	51	52	

(1) En el caso de que dos unidades de uso colindantes horizontalmente compartan una fachada o cubierta ligera, debe garantizarse el cumplimiento de los valores límite de aislamiento acústico entre recintos.

(2) Los valores de estos niveles límite se refieren a los que resultan de incrementar 4 dBA los exigidos en la tabla 2.1, cuando el ruido exterior dominante es el de aeronaves.



3.1.3 Opción general. Método de cálculo de aislamiento acústico

1 La opción general contiene un procedimiento de cálculo basado en el modelo simplificado para la transmisión acústica estructural de la UNE EN 12354 partes 1, 2 y 3. También podrá utilizarse el modelo detallado que se especifica en esa norma.

3.1.4 Condiciones de diseño de las uniones entre elementos constructivos

Deben cumplirse las siguientes condiciones relativas a las uniones entre los diferentes elementos constructivos, para que junto a las condiciones establecidas en cualquiera de las dos opciones y las condiciones de ejecución establecidas en el apartado 5, se satisfagan los valores límite de aislamiento especificados en el apartado 2.1.

3.1.4.1 Elementos de separación verticales

3.1.4.1.1 Encuentros con los forjados, las fachadas y la tabiquería

3.1.4.1.2 Encuentros con los conductos de instalaciones

3.1.4.2 Elementos de separación horizontales

3.1.4.2.1 Encuentros con los elementos verticales

3.1.4.2.2 Encuentros con los conductos de instalaciones

3.2 Tiempo de reverberación y absorción acústica

3.3 Ruido y vibraciones de las instalaciones

3.3.3 Conducciones y equipamiento

3.3.3.1 Hidráulicas

1 Las conducciones colectivas del edificio deben llevarse por conductos aislados de los recintos protegidos y los recintos habitables.

2 En el paso de las tuberías a través de los elementos constructivos se utilizarán sistemas antivibratorios tales como manguitos elásticos estancos, coquillas, pasamuros estancos, abrazaderas y suspensiones elásticas.

3 El anclaje de tuberías colectivas se realizará a elementos constructivos de masa por unidad de superficie mayor que 150 kg/m².

4 Productos de construcción

4.1 Características exigibles a los productos

1 Los productos utilizados en edificación y que contribuyen a la protección frente al ruido se caracterizan por sus propiedades acústicas, que debe proporcionar el fabricante.

2 Los productos que componen los elementos constructivos homogéneos se caracterizan por la masa por unidad de superficie kg/m².

3 Los productos utilizados para aplicaciones acústicas se caracterizan por:

- a) la resistividad al flujo del aire, r , en kPa s/m², obtenida según UNE EN 29053, y la rigidez dinámica, s' , en MN/m³, obtenida según UNE EN 29052-1 en el caso de productos de relleno de las cámaras de los elementos constructivos de separación.



- b) la rigidez dinámica, s' , en MN/m³, obtenida según UNE EN 29052-1 y la clase de compresibilidad, definida en sus propias normas UNE, en el caso de productos aislantes de ruido de impactos utilizados en suelos flotantes y bandas elásticas.
- c) el coeficiente de absorción acústica, α , al menos, para las frecuencias de 500, 1000 y 2000 Hz y el coeficiente de absorción acústica medio α_m , en el caso de productos utilizados como absorbentes acústicos. En caso de no disponer del valor del coeficiente de absorción acústica medio α_m , podrá utilizarse el valor del coeficiente de absorción acústica ponderado, α_w .

4.2 Características exigibles a los elementos constructivos

1 Los elementos de separación verticales se caracterizan por el índice global de reducción acústica, ponderado A, RA, en dBA. Los trasdosados se caracterizan por la mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, ΔRA , en dBA.

2 Los elementos de separación horizontales se caracterizan por:

- a) el índice global de reducción acústica, ponderado A, RA, en dBA;
- b) el nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, $L_{n,w}$, en dB.

3 La parte ciega de las fachadas y de las cubiertas se caracterizan por:

- a) el índice global de reducción acústica, R_w , en dB;
- b) el índice global de reducción acústica, ponderado A, RA, en dBA;
- c) el índice global de reducción acústica, ponderado A, para ruido de automóviles, RA_{tr} , en dBA;
- d) el término de adaptación espectral del índice de reducción acústica para ruido rosa incidente, C, en dB;
- e) el término de adaptación espectral del índice de reducción acústica para ruido de automóviles y de aeronaves, C_{tr} , en dB.

7 En el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los productos y elementos constructivos obtenidas mediante ensayos en laboratorio. Si éstas se han obtenido mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deben incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.

4.3 Control de recepción en obra de productos

5 Construcción

5.1 Ejecución

5.1.1 Elementos de separación verticales y tabiquería

5.1.1.1 De fábrica o paneles prefabricados pesados y trasdosados de fábrica

1 Deben rellenarse las llagas y los tendeles con mortero ajustándose a las especificaciones del fabricante de las piezas.

2 Deben retacarse con mortero las rozas hechas para paso de instalaciones de tal manera que no se disminuya el aislamiento acústico inicialmente previsto.

3 En el caso de elementos de separación verticales formados por dos hojas de fábrica separadas por una cámara, deben evitarse las conexiones rígidas entre las hojas que puedan producirse durante la ejecución del elemento, debidas, por ejemplo, a rebabas de mortero o restos de material acumulados en la cámara. El material absorbente acústico o amortiguador de vibraciones situado en la cámara debe



cubrir toda su superficie. Si éste no rellena todo el ancho de la cámara, debe fijarse a una de las hojas, para evitar el desplazamiento del mismo dentro de la cámara.

4 Cuando se empleen bandas elásticas, éstas deben quedar adheridas al forjado y al resto de particiones y fachadas, para ello deben usarse los morteros y pastas adecuadas para cada tipo de material.

5 En el caso de elementos de separación verticales con bandas elásticas (tipo 2) cuyo acabado superficial sea un enlucido, deben evitarse los contactos entre el enlucido de la hoja que lleva bandas elásticas en su perímetro y el enlucido del techo en su encuentro con el forjado superior, para ello, se prolongará la banda elástica o se ejecutará un corte entre ambos enlucidos.

6 De la misma manera, deben evitarse los contactos entre el enlucido de la hoja que lleva bandas elásticas en su perímetro y el enlucido de la hoja principal de las fachadas de una sola hoja, ventiladas o con el aislamiento por el exterior.

5.1.1.2 De entramado autoportante y trasdosados de entramado

5.1.2 Elementos de separación horizontales

5.2 Control de la ejecución

5.3 Control de la obra terminada

6 Mantenimiento y conservación

Anejo A. Terminología

Aislamiento acústico a ruido aéreo: Diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, en dBA, entre el recinto emisor y el receptor.

- Para recintos interiores se utiliza el índice $D_{nT,A}$.
- Para recintos en los que alguno de sus cerramientos constituye una fachada o una cubierta en las que el ruido exterior dominante es el de automóviles o el de aeronaves, se utiliza el índice $D_{2m,nT,Atr}$.
- Para recintos en los que alguno de sus cerramientos constituye una fachada o una cubierta en las que el ruido exterior dominante es el ferroviario o el de estaciones ferroviarias, se utiliza el índice $D_{2m,nT,A}$.

Aislamiento acústico a ruido de impactos: Protección frente al ruido de impactos. Viene determinado por el nivel global de presión de ruido de impactos estandarizado, $L'_{nT,w}$, en dB.

Índice de ruido día, L_d : Índice de ruido asociado a la molestia durante el periodo día y definido como el nivel sonoro medio a largo plazo, ponderado A, determinado a lo largo de todos los periodos día de un año. Se expresa en dBA.

Índice global de reducción acústica, ponderado A, de un elemento constructivo, R_A : Valoración global, en dBA, del índice de reducción acústica, R, para un ruido incidente rosa normalizado, ponderado A. Los índices de reducción acústica se determinarán mediante ensayo en laboratorio. No obstante, y en ausencia de ensayo, puede decirse que el índice de reducción acústica proporcionado por un elemento constructivo de una hoja de materiales homogéneos, es función casi exclusiva de su masa y son aplicables las siguientes expresiones (ley de masa) que determinan el aislamiento R_A , en función de la masa por unidad de superficie, m, expresada en kg/m^2 :

$$m \leq 150 \text{ kg/m}^2 \quad R_A = 16,6 \cdot (\lg m) + 5 \text{ (dBA)}$$

$$m \geq 150 \text{ kg/m}^2 \quad R_A = 36,5 \cdot (\lg m) + 38,5 \text{ (dBA)}$$

Mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, de un revestimiento, ΔR_A : Aumento del índice global de reducción acústica de un elemento constructivo por adición de un tratamiento o



revestimiento al elemento constructivo base. Se valora por la diferencia entre los valores globales del índice de reducción acústica, ponderado A, de un elemento constructivo de referencia con el revestimiento de mejora y el propio del elemento constructivo de referencia

Nivel de potencia acústica, L_w : Se define mediante la expresión siguiente:

$$L_w = 10 \cdot \lg \frac{W}{W_0}$$

siendo

W potencia acústica considerada, [W];

W_0 potencia acústica de referencia, de valor 10^{-12} W.

Panel prefabricado pesado: Se consideran elementos prefabricados pesados los paneles de hormigón, yeso o cualquier material con características similares.

Recinto habitable: Recinto interior destinado al uso de personas cuya densidad de ocupación y tiempo de estancia exigen unas condiciones acústicas, térmicas y de salubridad adecuadas. Se consideran recintos 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) cualquier otro con un uso asimilable a los anteriores.

En el caso en el que en un recinto se combinen varios usos de los anteriores siempre que uno de ellos sea protegido, a los efectos de este DB se considerará recinto protegido.

Se consideran recintos no habitables aquellos no destinados al uso permanente de personas o cuya ocupación, por ser ocasional o excepcional y por ser bajo el tiempo de estancia, sólo exige unas condiciones de salubridad adecuadas. En esta categoría se incluyen explícitamente como no habitables los garajes, trasteros, las cámaras técnicas y desvanes no acondicionados, y sus zonas comunes.

Recinto protegido: Recinto habitable con mejores características acústicas. Se consideran recintos protegidos los recintos habitables de los casos a), b), c), d).

Reducción del nivel global de presión de ruido de impactos (o mejora global del aislamiento acústico a ruido de impactos) de un suelo flotante o de un techo suspendido, ΔL_w : Diferencia entre el nivel global de presión de ruido de impactos normalizado del forjado de referencia normalizado y el calculado para ese forjado de referencia con el suelo flotante o el techo suspendido.

Revestimiento: Capa colocada sobre un elemento constructivo base o soporte. Se consideran revestimientos los trasdosados en elementos constructivos verticales, los suelos flotantes, las moquetas y los techos suspendidos, en elementos constructivos horizontales.

Tabiquería de fábrica: Tabiquería formada por unidades de montaje en húmedo, tales como ladrillos huecos, ladrillos perforados, bloques de hormigón, bloques de arcilla aligerada, tabiques de escayola maciza, etc.

Tiempo de reverberación, T: Tiempo, en s, necesario para que el nivel de presión sonora disminuya 60 dB después del cese de la fuente. En general es función de la frecuencia. Los valores de las exigencias establecidos como límite, se entenderán como la media de los valores a 500, 1000 y 2000 Hz.



Unidad de uso: Edificio o parte de un edificio que se destinan a un uso específico, y cuyos usuarios están vinculados entre, sí bien por pertenecer a una misma unidad familiar, empresa, corporación, bien por formar parte de un grupo o colectivo que realiza la misma actividad. Se consideran unidades de uso entre otras, las siguientes:

- a) en edificios de vivienda, cada una de las viviendas;
- b) en hospitales, hoteles, residencias, etc., cada habitación incluidos sus anexos;
- c) en edificios docentes, cada aula, laboratorio, etc.

Anejo B. Notación

Anejo C. Normas de referencia

Anejo D. Cálculo del índice de reducción de vibraciones en uniones de elementos constructivos

Anejo E. Medida y valoración de la mejora del índice de reducción acústica, ΔR , y de la reducción del nivel de presión de ruido de impactos, ΔL , de revestimientos

Anejo F. Estimación numérica de la diferencia de niveles debida a la forma de la fachada

Anejo G. Cálculo del aislamiento acústico de elementos constructivos mixtos Anejo H. Guía de uso de las magnitudes de aislamiento en relación con las exigencias

Anejo I. Transmisión acústica a través de elementos de flanco que contienen puertas o ventanas

Anejo J. Opción simplificada para vivienda unifamiliar adosada

Anejo K. Recomendaciones de diseño acústico para aulas y salas de conferencias

Anejo L. Fichas justificativas



Documento Básico HE Ahorro de energía

Artículo 15. Exigencias básicas de ahorro de energía (HE)

1. El objetivo del requisito básico "Ahorro de energía" consiste en conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios, reduciendo a límites sostenibles su consumo y conseguir asimismo que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

II Ámbito de aplicación

III Criterios generales de aplicación

IV Condiciones particulares para el cumplimiento del DB HR

V Terminología

15.1 Exigencia básica HE 1: Limitación de demanda energética

Los edificios dispondrán de una envolvente de características tales que limite adecuadamente la demanda energética necesaria para alcanzar el bienestar térmico en función del clima de la localidad, del uso del edificio y del régimen de verano y de invierno, así como por sus características de aislamiento e inercia, permeabilidad al aire y exposición a la radiación solar, reduciendo el riesgo de aparición de humedades de condensación superficiales e intersticiales que puedan perjudicar sus características y tratando adecuadamente los puentes térmicos para limitar las pérdidas o ganancias de calor y evitar problemas higrotérmicos en los mismos.

1 Generalidades

1.1 Ámbito de aplicación

1 Esta Sección es de aplicación en:

- a) edificios de nueva construcción;
- b) modificaciones, reformas o rehabilitaciones de edificios existentes con una superficie útil superior a 1000 m² donde se renueve más del 25% del total de sus cerramientos.

2 Se excluyen del campo de aplicación:

- a) aquellas edificaciones que por sus características de utilización deban permanecer abiertas;
- b) edificios y monumentos protegidos oficialmente por ser parte de un entorno declarado o en razón de su particular valor arquitectónico o histórico, cuando el cumplimiento de tales exigencias pudiese alterar de manera inaceptable su carácter o aspecto;
- c) edificios utilizados como lugares de culto y para actividades religiosas;
- d) construcciones provisionales con un plazo previsto de utilización igual o inferior a dos años;
- e) instalaciones industriales, talleres y edificios agrícolas no residenciales;
- f) edificios aislados con una superficie útil total inferior a 50 m².

1.2 Procedimiento de verificación

2 Caracterización y cuantificación de las exigencias

2.1 Demanda energética



1 La demanda energética de los edificios se limita en función del clima de la localidad en la que se ubican, según la zonificación climática establecida en el apartado 3.1.1, y de la carga interna en sus espacios según el apartado 3.1.2.

2 La demanda energética será inferior a la correspondiente a un edificio en el que los parámetros característicos de los cerramientos y particiones interiores que componen su envolvente térmica, sean los valores límites establecidos en las tablas 2.2.

3 Los parámetros característicos que definen la envolvente térmica se agrupan en los siguientes tipos:

- a) transmitancia térmica de muros de fachada U_M ;
- b) transmitancia térmica de cubiertas U_C ;
- c) transmitancia térmica de suelos U_S ;
- d) transmitancia térmica de cerramientos en contacto con el terreno U_T ;
- e) transmitancia térmica de huecos U_H ;
- f) factor solar modificado de huecos F_H ;
- g) factor solar modificado de lucernarios F_L ;
- h) transmitancia térmica de medianerías U_{MD} .

4 Para evitar descompensaciones entre la calidad térmica de diferentes espacios, cada uno de los cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica tendrán una transmitancia no superior a los valores indicados en la tabla 2.1 en función de la zona climática en la que se ubique el edificio.

Tabla 2.1 Transmitancia térmica máxima de cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica U en W/m²K

Cerramientos y particiones interiores	Zonas A	Zonas B	Zonas C	Zonas D	Zonas E
Muros de fachada, particiones interiores en contacto con espacios no habitables, primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno y primer metro de muros en contacto con el terreno	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
Suelos	0,69	0,68	0,65	0,64	0,62
Cubiertas	0,65	0,59	0,53	0,49	0,46
Medianerías	1,22	1,07	1,00	1,00	1,00



Tablas 2.2 Valores límite de los parámetros característicos medios

Zona climática	A3	A4	B3	B4	C1	C2	C3	C4	D1	D2	D3	E1
Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno U _{lim} (W/m ² K)	0,94	0,94	0,82	0,82	0,73	0,73	0,73	0,73	0,66	0,66	0,66	0,57
Transmitancia límite de suelos U _{Slim} (W/m ² K)	0,53	0,53	0,52	0,52	0,50	0,50	0,50	0,50	0,49	0,49	0,49	0,48
Transmitancia límite de cubiertas U _{Clim} (W/m ² K)	0,50	0,50	0,45	0,45	0,41	0,41	0,41	0,41	0,38	0,38	0,38	0,35

2.2 Condensaciones

2 Las condensaciones intersticiales que se produzcan en los cerramientos y particiones interiores que componen la envolvente térmica del edificio serán tales que no produzcan una merma significativa en sus prestaciones térmicas o supongan un riesgo de degradación o pérdida de su vida útil.

2.3 Permeabilidad al aire

3 Cálculo y dimensionado

3.1 Datos previos

3.1.1 Zonificación climática

1 Para la limitación de la demanda energética se establecen 12 zonas climáticas identificadas mediante una letra, correspondiente a la división de invierno (A, B, C, D, E), y un número (1, 2, 3, 4), correspondiente a la división de verano.

3.1.2 Clasificación de los espacios

1 Los espacios interiores de los edificios se clasifican en espacios habitables y espacios no habitables.

3.1.3 Definición de la envolvente térmica del edificio y clasificación de sus componentes

1 La envolvente térmica del edificio, está compuesta por todos los cerramientos que limitan espacios habitables con el ambiente exterior (aire o terreno u otro edificio) y por todas las particiones interiores que limitan los espacios habitables con los espacios no habitables que a su vez estén en contacto con el ambiente exterior.

2 Los cerramientos y particiones interiores de los espacios habitables se clasifican según su situación en las siguientes categorías:

- cubiertas, comprenden aquellos cerramientos superiores en contacto con el aire cuya inclinación sea inferior a 60° respecto a la horizontal;
- suelos, comprenden aquellos cerramientos inferiores horizontales o ligeramente inclinados que estén en contacto con el aire, con el terreno, o con un espacio no habitable;



- c) fachadas, comprenden los cerramientos exteriores en contacto con el aire cuya inclinación sea superior a 60° respecto a la horizontal.
- d) medianerías, comprenden aquellos cerramientos que lindan con otros edificios ya construidos o que se construyan a la vez y que conformen una división común. Si el edificio se construye con posterioridad el cerramiento se considerará, a efectos térmicos, una fachada;
- e) cerramientos en contacto con el terreno, comprenden aquellos cerramientos distintos a los anteriores que están en contacto con el terreno;
- f) particiones interiores, comprenden aquellos elementos constructivos horizontales o verticales que separan el interior del edificio en diferentes recintos.

3.2 Opción simplificada

3.2.1 Aplicación de la opción

El objeto de la opción simplificada es:

- a) limitar la demanda energética de los edificios, de una manera indirecta, mediante el establecimiento de determinados valores límite de los parámetros de transmitancia térmica U y del factor solar modificado F de los componentes de la envolvente térmica.

3.2.2 Comprobación de la limitación de la demanda energética

3.2.2.1 Parámetros característicos medios

1 Se calculará el valor de los parámetros característicos de los cerramientos y particiones interiores como se describe en el apéndice E y se agruparán en las categorías descritas en el apartado 3.1.3.

2 Para cada categoría se determinará la media de los parámetros característicos U y F , que se obtendrá ponderando los parámetros correspondientes a cada cerramiento según su fracción de área en relación con el área total de la categoría a la que pertenece.

3 Se obtendrán de esta manera, los siguientes valores:

- b) transmitancia media de cubiertas U_{Cm} , incluyendo en el promedio la transmitancia de los lucernarios U_L y los puentes térmicos integrados en cubierta U_{PC} ;
- c) transmitancia media de suelos U_{Sm} ;
- d) transmitancia media de muros de fachada para cada orientación U_{Mm} , incluyendo en el promedio los puentes térmicos integrados en la fachada tales como contorno de huecos U_{PF1} , pilares en fachada U_{PF2} y de cajas de persianas U_{PF3} , u otros;
- e) transmitancia media de cerramientos en contacto con el terreno U_{Tm} ;
- f) transmitancia media de huecos de fachadas U_{Hm} para cada orientación;
- g) factor solar modificado medio de huecos de fachadas F_{Hm} para cada orientación;
- h) factor solar modificado medio de lucernarios de cubiertas F_{Hm} .

4 Las áreas de los cerramientos se considerarán a partir de las dimensiones tomadas desde el interior del edificio.

3.2.2.2 Valores límite de los parámetros característicos medios

1 Los parámetros característicos medios de los cerramientos y particiones interiores que limitan los espacios habitables serán inferiores a los valores límite indicados en las tablas 2.2 en función de la zona climática en la que se encuentre el edificio,

3 En el caso de que en una determinada fachada el porcentaje de huecos sea superior al 60% de su superficie y suponga un área inferior al 10% del área total de las fachadas del edificio, la transmitancia



media de dicha fachada U_f (incluyendo parte opaca y huecos) será inferior a la transmitancia media que resultase si el porcentaje fuera del 60%.

Tabla 3.1 Síntesis del procedimiento de comparación con los valores límite

Cerramientos y particiones interiores	Componentes		Parámetros característicos	Parámetros característicos medios	Comparación con los valores límites
Cubiertas	C1	En contacto con el aire	U_{C1}	$U_{cm} = \frac{\sum A_c \cdot U_c + \sum A_{pc} \cdot U_{pc} + \sum A_L \cdot U_L}{\sum A_c + \sum A_{pc} + \sum A_L}$	$U_{cm} \leq U_{clim}$
	C2	En contacto con un espacio no habitable	U_{C2}		
Fachadas	M1	Muro en contacto con el aire	U_{M1}	$U_{fm} = \frac{\sum A_m \cdot U_m + \sum A_{pf} \cdot U_{pf}}{\sum A_m + \sum A_{pf}}$	$U_{fm} \leq U_{flim}$
	M2	Muro en contacto con espacios no habitables	U_{M2}		
	P _{F2}	Puente térmico (pilares en fachada > 0,5 m ²)	U_{PF2}		
Suelos	S1	Apoyados sobre el terreno	U_{S1}	$U_{sm} = \frac{\sum A_s \cdot U_s}{\sum A_s}$	$U_{sm} \leq U_{slim}$
	S2	En contacto con espacios no habitables	U_{S2}		
	S3	En contacto con el aire exterior	U_{S3}		
Cerramientos en	T1	Muros en contacto	U_{T1}	$U_{tm} = \frac{\sum A_T \cdot U_T}{\sum A_T}$	$U_{tm} \leq U_{tlim}$



contacto con el terreno		con el terreno			
	T2	Cubiertas enterradas	U_{T2}		
	T3	Suelos a una profundidad mayor de 0,5 m.	U_{T3}		

3.2.3 Comprobación de la limitación de condensaciones

3.2.3.1 Condensaciones superficiales

3.2.3.2 Condensaciones intersticiales

3.3 Opción general

3.3.1.1 Objeto

1 El objeto de la opción general es cuádruple y consiste en:

- a) limitar la demanda energética de los edificios de una manera directa, evaluando dicha demanda mediante el método de cálculo especificado en 3.3.2. Esta evaluación se realizará considerando el edificio en dos situaciones:
 - a) como edificio objeto, es decir, el edificio tal cual ha sido proyectado en geometría (forma y tamaño), construcción y operación;
 - b) como edificio de referencia, que tiene la misma forma y tamaño del edificio objeto; la misma zonificación interior y el mismo uso de cada zona que tiene el edificio objeto; los mismos obstáculos remotos del edificio objeto; y unas calidades constructivas de los componentes de fachada, suelo y cubierta por un lado y unos elementos de sombra por otro que garantizan el cumplimiento de las exigencias de demanda energética, establecidas en el apartado 2.1;
- c) limitar la presencia de condensaciones en la envolvente térmica, según el apartado 2.2;
- d) limitar las infiltraciones de aire para las condiciones establecidas en 2.3.

3.3.2 Método de cálculo

3.3.2.1 Especificaciones del método de cálculo

1 El método de cálculo que se utilice para demostrar el cumplimiento de la opción general se basará en cálculo hora a hora, en régimen transitorio, del comportamiento térmico del edificio, teniendo en cuenta de manera simultánea las solicitaciones exteriores e interiores y considerando los efectos de masa térmica.

4 Productos de construcción

4.1 Características exigibles a los productos

1 Los edificios se caracterizan térmicamente a través de las propiedades higrotérmicas de los productos de construcción que componen su envolvente térmica.

3 Los productos para los muros y la parte ciega de las cubiertas se definen mediante las siguientes propiedades higrométricas:



- a) la conductividad térmica λ (W/mK);
 - b) el factor de resistencia a la difusión del vapor de agua μ .
- 4 En su caso, además se podrán definir las siguientes propiedades:
- a) la densidad ρ (kg/m³);
 - b) el calor específico c_p (J/kg.K).

6 Los valores de diseño de las propiedades citadas se obtendrán de valores declarados para cada producto, según marcado CE, o de Documentos Reconocidos para cada tipo de producto.

8 En todos los casos se utilizarán valores térmicos de diseño, los cuales se pueden calcular a partir de los valores térmicos declarados según la norma UNE EN ISO 10 456:2001. En general y salvo justificación los valores de diseño serán los definidos para una temperatura de 10 °C y un contenido de humedad correspondiente al equilibrio con un ambiente a 23 °C y 50 % de humedad relativa.

4.2 Características exigibles a los cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica

4.3 Control de recepción en obra de productos

5 Construcción

5.1 Ejecución

5.2 Control de la ejecución de la obra

5.3 Control de la obra terminada

Apéndice A Terminología

Apéndice B Notaciones y unidades

Apéndice C Normas de referencia

Apéndice D Zonas climáticas

D.1 Determinación de la zona climática a partir de valores tabulados

1 La zona climática de cualquier localidad en la que se ubiquen los edificios se obtiene de la tabla D.1 en función de la diferencia de altura que exista entre dicha localidad y la altura de referencia de la capital de su provincia. Si la diferencia de altura fuese menor de 200 m o la localidad se encontrase a una altura inferior que la de referencia, se tomará, para dicha localidad, la misma zona climática que la que corresponde a la capital de provincia.

Tabla D.1.- Zonas climáticas

D.2 Determinación de la zona climática a partir de registros climáticos

1 La determinación de zonas climáticas, para localidades que dispongan de registros climáticos contrastados, se obtendrá a partir del cálculo de las severidades climáticas de invierno y de verano para dichas localidades.

3 La severidad climática combina los grados-día y la radiación solar de la localidad, de forma que se puede demostrar que cuando dos localidades tienen la misma severidad climática de invierno (SCI) la demanda energética de calefacción de un mismo edificio situado en ambas localidades es sensiblemente igual. Lo mismo es aplicable para la severidad climática de verano (SCV).

6 Combinando las 5 divisiones de invierno con las 4 de verano se obtendrían 20 zonas distintas, de las cuales se han retenido únicamente las 12 en las cuales se ubican las localidades españolas.



D.2.1 Cálculo de las severidades climáticas

D.2.1.1 Severidad climática de Invierno (SCI)

D.2.2 Severidad climática de Verano (SCV)

Apéndice E Cálculo de los parámetros característicos de la demanda

E.1 Transmitancia térmica

E.1.1 Cerramientos en contacto con el aire exterior

1 Este cálculo es aplicable a la parte opaca de todos los cerramientos en contacto con el aire exterior tales como muros de fachada, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior.

2 La transmitancia térmica U (W/m²K) viene dada por la siguiente expresión:

$$U = 1 / R_T$$

siendo

R_T la resistencia térmica total del componente constructivo [m² K/ W].

3 La resistencia térmica total R_T de un componente constituido por capas térmicamente homogéneas debe calcularse mediante la expresión:

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se}$$

siendo

R₁, R₂...R_n las resistencias térmicas de cada capa [m² K/W] definidas según la expresión:

$$R = e / \lambda$$

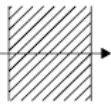
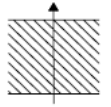
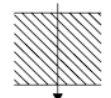
Siendo:

e el espesor de la capa [m].

λ la conductividad térmica de diseño del material que compone la capa, calculada a partir de valores térmicos declarados según la norma UNE EN ISO 10 456:2001 o tomada de Documentos Reconocidos, [W/m K].

R_{si} y R_{se} las resistencias térmicas superficiales correspondientes al aire interior y exterior respectivamente, de acuerdo a la posición del cerramiento, dirección del flujo de calor y su situación en el edificio [m² K/W].

Tabla E.1 Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior en m²K/W

Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor		Rse	Rsi
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal >60° y flujo horizontal		0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal ≤60° y flujo ascendente		0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente		0,04	0,17

4 En caso de un componente constituido por capas homogéneas y heterogéneas la resistencia térmica total R_T debe calcularse mediante el procedimiento descrito en el apéndice F.



E.1.2 Cerramientos en contacto con el terreno**E.1.2.1 Suelos en contacto con el terreno****E.1.2.2 Muros en contacto con el terreno****E.1.2.3 Cubiertas enterradas****E.1.3 Particiones interiores en contacto con espacios no habitables****E.1.4 Huecos y lucernarios****E.2 Factor solar modificado de huecos y lucernarios**

Apéndice F Resistencia térmica total de un elemento de edificación constituido por capas homogéneas y heterogéneas

F.1 Límite superior de la resistencia térmica total $R'T$ **F.2 Límite inferior de la resistencia térmica total $R''T$** **F.3 Resistencia térmica de cavidades de aire sin ventilar R_g** **Apéndice G Condensaciones****G.1 Condiciones para el cálculo de condensaciones****G.1.1 Condiciones exteriores****G.1.2 Condiciones interiores****G.2 Comprobación de las condensaciones****G.2.1 Condensaciones superficiales****G.2.2 Condensaciones intersticiales****G.3 Relaciones psicrométricas****G.3.1 Cálculo de la presión de saturación de vapor****G.3.2 Cálculo de la humedad relativa interior****Apéndice H Fichas justificativas de la opción simplificada****15.2 Exigencia básica HE 2: Rendimiento de las instalaciones térmicas**

Los edificios dispondrán de instalaciones térmicas apropiadas destinadas a proporcionar el bienestar térmico de sus ocupantes. Esta exigencia se desarrolla actualmente en el vigente Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, RITE, y su aplicación quedará definida en el proyecto del edificio.

15.3 Exigencia básica HE 3: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación

Los edificios dispondrán de instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus usuarios y a la vez eficaces energéticamente disponiendo de un sistema de control que permita ajustar el encendido a la ocupación real de la zona, así como de un sistema de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural, en las zonas que reúnan unas determinadas condiciones.



1 Generalidades**2 Caracterización y cuantificación de las exigencias****3 Cálculo y dimensionado****4 Productos de construcción****5 Mantenimiento y conservación****Apéndice A Terminología****Apéndice B Normas de referencia****15.4 Exigencia básica HE 4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria**

En los edificios, con previsión de demanda de agua caliente sanitaria o de climatización de piscina cubierta, en los que así se establezca en este CTE, una parte de las necesidades energéticas térmicas derivadas de esa demanda se cubrirá mediante la incorporación en los mismos de sistemas de captación, almacenamiento y utilización de energía solar de baja temperatura, adecuada a la radiación solar global de su emplazamiento y a la demanda de agua caliente del edificio o de la piscina. Los valores derivados de esta exigencia básica tendrán la consideración de mínimos, sin perjuicio de valores que puedan ser establecidos por las administraciones competentes y que contribuyan a la sostenibilidad, atendiendo a las características propias de su localización y ámbito territorial.

1 Generalidades**2 Caracterización y cuantificación de las exigencias****3 Cálculo y dimensionado****4 Mantenimiento****Apéndice A Terminología****Apéndice B Tablas de referencia****Apéndice C Normas de referencia****15.5. Exigencia básica HE 5: Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica**

En los edificios que así se establezca en este CTE se incorporarán sistemas de captación y transformación de energía solar en energía eléctrica por procedimientos fotovoltaicos para uso propio o suministro a la red. Los valores derivados de esta exigencia básica tendrán la consideración de mínimos, sin perjuicio de valores más estrictos que puedan ser establecidos por las administraciones competentes y que contribuyan a la sostenibilidad, atendiendo a las características propias de su localización y ámbito territorial.

1 Generalidades**2 Caracterización y cuantificación de las exigencias****3 Cálculo y dimensionado****4 Mantenimiento****Apéndice A Terminología**

ANDECE

ASOCIACIÓN NACIONAL
DE LA INDUSTRIA DEL
PREFABRICADO DE HORMIGÓN

Apéndice B Tablas de referencia

Apéndice C Normas de referencia



ANDECE

ASOCIACIÓN NACIONAL
DE LA INDUSTRIA DEL
PREFABRICADO DE HORMIGÓN

Para más información, pueden dirigirse al Departamento Técnico de ANDECE

Alejandro López Vidal

www.andece.org



Departamento técnico estructural

Pº de la Castellana, 226 Ent. A 28046 Madrid

alopez@andece.org

T +34 91 323 82 75 · F +34 91 315 83 02

