



**ORDEN FOM/ XXX/2012, DE DE , POR LA QUE SE MODIFICAN
DETERMINADOS DOCUMENTOS BÁSICOS DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA
EDIFICACIÓN APROBADO POR EL REAL DECRETO 314/2006, DE 17 DE MARZO**

La Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación, define el Código Técnico de la Edificación (CTE) como el marco normativo que establece las exigencias básicas de calidad de los edificios y de sus instalaciones y que permite el cumplimiento de los requisitos básicos establecidos en su artículo 3. De acuerdo con el apartado 2 de dicho artículo, el CTE se actualizará periódicamente conforme a la evolución de la técnica y a la demanda de la sociedad.

El Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el CTE, habilita en su disposición final tercera a la Ministra de Fomento para que apruebe, mediante Orden ministerial, las modificaciones de los Documentos Básicos del CTE que sean necesarias.

En la aplicación del CTE se ha constatado la necesidad de realizar determinadas modificaciones en el mismo con el fin de hacer más clara y precisa dicha aplicación, así como de adaptarlo al avance del conocimiento y al progreso técnico, tal como encomienda la Ley 38/1999. Es necesario asimismo incorporar al CTE criterios que permitan mejorar su aplicación en las obras en edificios existentes, en general, con especial atención a su aplicación en las obras de rehabilitación.

En el caso particular del Documento Básico "DB SE-A Seguridad estructural. Acero" se procede a su adecuación global a la "Instrucción de Acero Estructural (EAE)" prevista en la introducción del Real Decreto 751/2011, de 27 de mayo, de aprobación de la misma, por lo que se procede a la sustitución íntegra del documento básico vigente por un nuevo texto cuyo ámbito de aplicación se limita a estructuras de acero de edificación convencional y cuyo contenido se adapta a la EAE, de carácter más general, dando soluciones completamente coherentes con ella.

En su virtud, dispongo:

Artículo único. *Modificación de determinados Documentos Básicos del Código Técnico de la Edificación incluidos en la Parte II del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.*

Los Documentos Básicos que figuran a continuación, de la Parte II del Código Técnico de la Edificación, aprobado mediante el Real Decreto 314/2006, se modifican del modo siguiente:

Uno. El Documento Básico DB SE: Seguridad estructural se modifica como sigue:

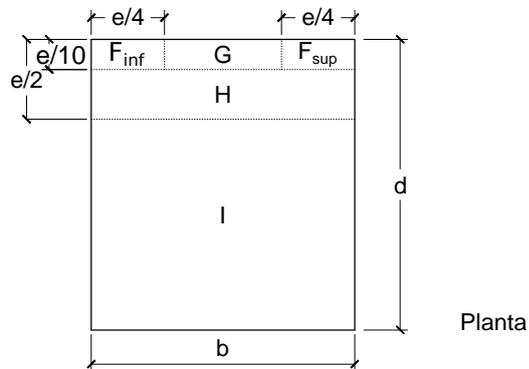
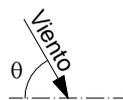
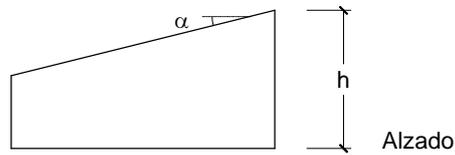
- En la Introducción, apartado III Criterios generales de aplicación, el segundo párrafo queda redactado de la siguiente forma: “Las citas a una disposición reglamentaria en los documentos básicos de seguridad estructural se refieren a la versión vigente en cada momento. Las citas a normas se refieren a la versión que en cada momento se indique en el correspondiente documento de apoyo “Normas de aplicación” que a tales efectos publica el Ministerio de Fomento.”
- En el apartado 1.2, punto 2, tras la referencia “EHE Instrucción de hormigón estructural” se añade la referencia “EAE Instrucción de acero estructural”
- En el apartado 4.3.2, punto 3, se elimina la referencia “siendo”. En el punto 4, la referencia “siendo” se sustituye por “Es decir, considerando la actuación simultánea de”

Dos. El Documento Básico DB SE-AE: Seguridad Estructural: Acciones en la edificación, se modifica como sigue:

- En el apartado 3.4, se añade el siguiente subapartado 3:
“3 Las disposiciones de este Documento Básico no son aplicables a los edificios situados en altitudes superiores a 2.000 m. En estos casos, las cargas de nieve se deben establecer a partir de datos empíricos disponibles.”
- En el apartado D.1, punto 2, la referencia “grado de aspereza del entorno II según tabla D.2” se sustituye por “grado de aspereza del entorno III según tabla D.2”. La figura D.1 se sustituye por la siguiente:

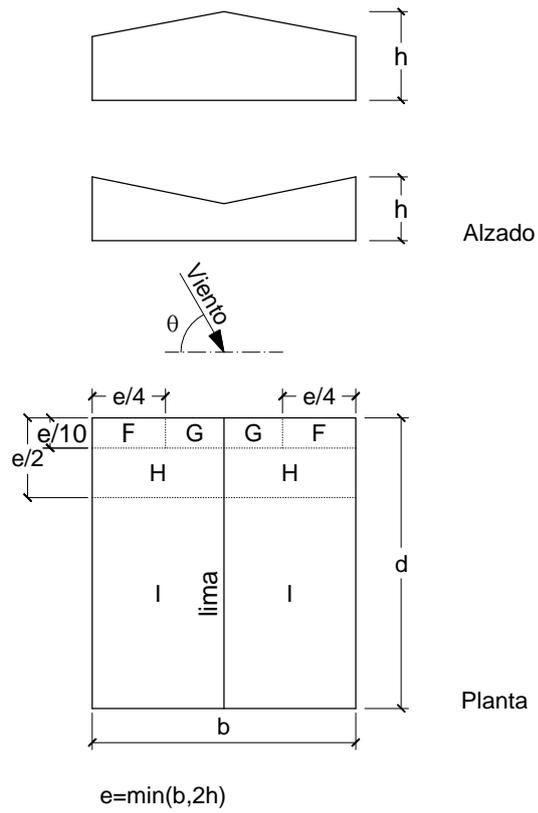


- En el apartado D.3, tabla D.5.5), la figura se sustituye por la siguiente:

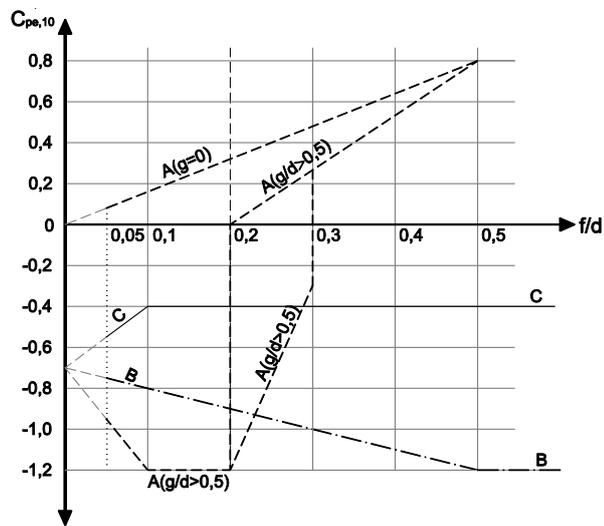
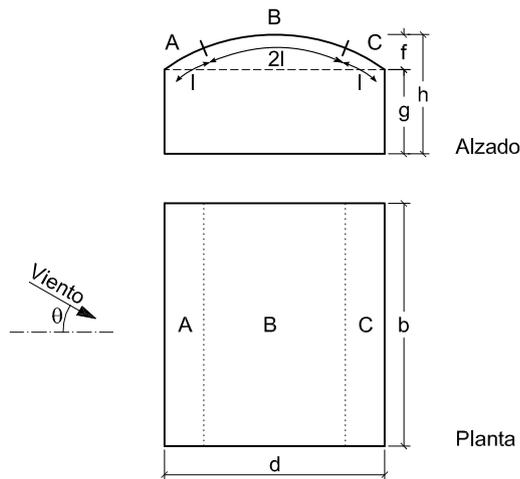


$$e = \min(b, 2h)$$

- En el apartado D.3, tabla D.6.b), la figura se sustituye por la siguiente:



En la tabla D.12, la figura se sustituye por la siguiente:



- En el apartado E, la tabla E.2 se sustituye por la siguiente:

Tabla E.2 Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal (kN/m²)

Altitud ^(*) (m)	Zona de clima invernal, (según figura E.2)						
	1	2	3	4	5	6	7
0	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
200	0,5	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
400	0,6	0,6	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2
500	0,7	0,7	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2
600	0,9	0,9	0,3	0,5	0,5	0,4	0,2
700	1,0	1,0	0,4	0,6	0,6	0,5	0,2
800	1,2	1,1	0,5	0,8	0,7	0,7	0,2
900	1,4	1,3	0,6	1,0	0,8	0,9	0,2
1.000	1,7	1,5	0,7	1,2	0,9	1,2	0,2
1.200	2,3	2,0	1,1	1,9	1,3	2,0	0,2
1.400	3,2	2,6	1,7	3,0	1,8	3,3	0,2
1.600	4,3	3,5	2,6	4,6	2,5	4,3	0,2
1.800-2000	4,3	4,6	4,0	4,6	2,5	4,3	0,2

^(*) Para altitudes intermedias, puede interpolarse linealmente.

Tres. El Documento Básico DB SE-C: Seguridad Estructural: Cimientos se modifica como sigue:

- En el apartado 2.4.2.6, la tabla 2.1, se sustituye por la siguiente:

Tabla 2.1. Coeficientes parciales de seguridad

Situación de dimensionado	Tipo	Materiales		Acciones	
		γ_R	γ_M	γ_E	γ_F
Persistente o transitoria	Hundimiento	3,0 ⁽¹⁾	1,0	1,0	1,0
	Deslizamiento	1,5 ⁽²⁾	1,0	1,0	1,0
	Vuelco ⁽²⁾				
	Acciones estabilizadoras	1,0	1,0	0,9 ⁽³⁾	1,0
	Acciones desestabilizadoras	1,0	1,0	1,8	1,0
	Estabilidad global	1,0	1,8	1,0	1,0
	Capacidad estructural	- ⁽⁴⁾	- ⁽⁴⁾	1,6	1,0
	Pilotes				
	Arrancamiento	3,5	1,0	1,0	1,0
	Rotura horizontal	3,5	1,0	1,0	1,0
	Pantallas				
	Estabilidad fondo excavación	1,0	2,5 ⁽⁵⁾	1,0	1,0
	Sifonamiento	1,0	2,0	1,0	1,0
	Rotación o traslación				
	Equilibrio límite	1	1,0	0,6 ⁽⁶⁾	1,0
Modelo de Winkler	1	1,0	0,6 ⁽⁶⁾	1,0	
Elementos finitos	1,0	1,5	1,0	1,0	
Extraordinaria	Hundimiento	2,0 ⁽⁷⁾	1,0	1,0	1,0
	Deslizamiento	1,1 ⁽²⁾	1,0	1,0	1,0
	Vuelco ⁽²⁾				
	Acciones estabilizadoras	1,0	1,0	0,9	1,0
	Acciones desestabilizadoras	1,0	1,0	1,2	1,0
	Estabilidad global	1,0	1,2	1,0	1,0
	Capacidad estructural	- ⁽⁴⁾	- ⁽⁴⁾	1,0	1,0
	Pilotes				
	Arrancamiento	2,3	1,0	1,0	1,0
	Rotura horizontal	2,3	1,0	1,0	1,0
	Pantallas				
	Rotación o traslación				
	Equilibrio límite	-	-	-	-
	Modelo de Winkler	1,0	1,0	0,8	1,0
	Elementos finitos	1,0	1,2	1,0	1,0

⁽¹⁾ En pilotes se refiere a métodos basados en ensayos de campo o fórmulas analíticas (largo plazo), para métodos basados en fórmulas analíticas (corto plazo), métodos basados en pruebas de carga hasta rotura y métodos basados en pruebas dinámicas de hinca con control electrónico de la hinca y contraste con pruebas de carga, se podrá tomar 2,0.

⁽²⁾ De aplicación en cimentaciones directas y muros.

⁽³⁾ En cimentaciones directas, salvo justificación en contrario, no se considerará el empuje pasivo.

⁽⁴⁾ Los correspondientes de los Documentos Básicos relativos a la seguridad estructural de los diferentes materiales o la instrucción EHE.

⁽⁵⁾ El coeficiente γ_M será igual a 2,0 si no existen edificios o servicios sensibles a los movimientos en las proximidades de la pantalla.

⁽⁶⁾ Afecta al empuje pasivo

⁽⁷⁾ En pilotes, se refiere a métodos basados en ensayos de campo o fórmulas analíticas; para métodos basados en pruebas de carga hasta rotura y métodos basados en pruebas dinámicas de hinca con control electrónico de la hinca y contraste con pruebas de carga, se podrá tomar 1,5

- En el apartado 2.4.3.1, punto 8, subapartado c), la referencia “distorsión angular, β , definida como el asiento diferencial entre dos puntos dividido por la distancia que les separa.

$$\beta_{AB} = \frac{\delta s_{AB}}{L_{AB}} = \frac{s_B - s_A}{L_{AB}} \quad (2.7)$$

Se denomina giro relativo o rotación relativa cuando el asiento diferencial está referido a la distancia medida según la línea que define la inclinación media de la cimentación (línea A' D' en la Figura 2.1);” debe sustituirse por “inclinación, ω , definida como el ángulo que gira la

cimentación como sólido rígido (ver figura 2.1);” En el subapartado d), la referencia “inclinación, ω , definida como el ángulo girado con respecto a la vertical según la línea media que define la posición deformada de la cimentación;” debe sustituirse por “distorsión angular relativa o giro relativo, β_{AB} , definida como el ángulo girado por la recta que une dos puntos referido a la línea que define la inclinación de la cimentación (línea A'D' en la figura 2.1)

$$\beta_{AB} = \frac{S_B - S_A}{L_{AB}} - \omega \quad (2.7)$$

- En el apartado 2.4.3.1, tabla 2.4, la referencia “UNE 22-381-93” se sustituye por “UNE 22381”.
- En el apartado 3.2.1, tabla 3.1, la referencia “superficie construida inferior a 300 m²” se sustituye por “superficie construida total inferior a 300 m²”. En el punto 7, la referencia “En el caso de edificios con superficies en planta superior a los 10.000 m²” se sustituye por “En el caso de edificios que ocupen una superficie en planta superior a los 10.000 m²”
- En el apartado 3.2.6, punto 12, la referencia “UNE 80303:96” se sustituye por “UNE 80303”
- En el apartado 5.1.2.2.4, los párrafos se reenumeran a 1, 2 y 3 respectivamente. En el apartado 4 (renumerado a 3), la referencia “Los pilotes prefabricados hincados se podrán construir aislados siempre que se realice un arriostramiento en dos direcciones ortogonales y que se demuestre que los momentos resultantes en dichas direcciones son nulos o bien absorbidos por la armadura del pilote o por las vigas riostras” se sustituye por “Los pilotes prefabricados hincados se podrán construir aislados siempre que se realice un arriostramiento en dos direcciones ortogonales y que se demuestre que los momentos resultantes en dichas direcciones son nulos o bien absorbidos por la armadura del pilote o por las vigas riostras y que no inducen flexiones inadmisibles para la estructura”.
- En el apartado 5.1.2.2.5, punto 2, subapartado c), la referencia “diámetro > 1,00 m” se sustituye por “diámetro \geq 1,00 m”
- En el apartado 5.2.2, punto 5, la ecuación (5.4):

$$F_{s,neg} = \sum_{i=1}^n \beta_i \cdot \sigma'_{vi} \quad (5.4)$$

se sustituye por

$$f_{s,neg} = \sum_{i=1}^n \beta_i \cdot \sigma'_{vi} \quad (5.4)$$

En el punto 7, la referencia “Los pilotes exteriores de los grupos de pilotes deben considerarse sometidos al mismo rozamiento negativo que si estuviesen aislados, especialmente los situados en las esquinas” se sustituye por “Los pilotes exteriores de los grupos de pilotes deben considerarse sometidos al mismo rozamiento negativo que si estuviesen aislados, especialmente los situados en las esquinas. En los pilotes interiores se debe comprobar que el valor de cálculo del rozamiento negativo en el pilote no supera el peso de las tierras interiores al grupo. En el caso de que el valor obtenido sea superior, se deberá tomar como valor del rozamiento negativo en el pilote un valor igual al peso de las

tierras interiores al grupo. En caso contrario, se deberá adoptar el valor que se obtenga del cálculo. En el cálculo se debe considerar el peso de las tierras tan solo hasta la profundidad en la que se genere el rozamiento negativo”.

- En el apartado 5.3.3, punto 1, la referencia “Entre los posibles problemas que puedan presentarse se hará una consideración expresa de los siguientes:” se sustituye por “. Entre los posibles problemas se tendrá en cuenta que pueden presentarse los siguientes:”
- En el apartado 5.4.1.1, punto 12, la referencia "UNE-EN 1536:2000" se sustituye por "UNE-EN 1536".
- En el apartado 5.4.1.2, punto 1, la referencia "UNE-EN 12699:2001" se sustituye por "UNE-EN 12699".
- En el apartado 5.4.2.1, punto 3, la referencia "UNE-EN 1536:2000" se sustituye por "UNE-EN 1536".
- En el apartado 5.4.2.1, punto 5, la referencia "UNE-EN 1536:2000" se sustituye por "UNE-EN 1536".
- En el apartado 6.3.2.4.3, punto 3, subapartado d), la referencia "UNE-EN 1537:2001" se sustituye por "UNE-EN 1537".
- En el apartado 6.4.1.2.1, punto 1, la referencia "UNE-EN 1538:2000" se sustituye por "UNE-EN 1538".
- En el apartado 6.4.1.2.3.1, punto 4, la referencia "UNE-EN 1538:2000" se sustituye por "UNE-EN 1538".
- En el apartado 9.2, punto 1, subapartado h), la referencia "UNE EN-1537:2001" se sustituye por "UNE EN-1537".
- En el apartado D.1, la tabla D.6, se sustituye por la siguiente:

Tabla D.6. Utilización de las pruebas de penetración

Tipo de Penetrómetro	Principio de Funcionamiento	Tipo	Suelo más idóneo	Terreno en que es Impracticable
Estático	Medición de la resistencia a la penetración de una punta y un vástago mediante presión	CPTU	Arcillas y limos muy blandos. Arenas finas sueltas a densas sin gravas	Rocas, bolos, gravas, suelos cementados. Arcillas muy duras. Arenas muy compactas. Suelos muy preconsolidados y/o cementados
		UNE 103804		
Dinámico	Medición de la resistencia a la penetración de una puntaza mediante golpeo con una energía normalizada	DPH	Arenas sueltas a medias. Limos arenosos flojos a medios	Rocas, bolos, costras, suelos muy cementados. Conglomerados
		UNE 103802		
		BORRO		
		DPSH	Arenas medias a muy compactas. Arcillas preconsolidadas sobre el N.F. Gravas arcillosas y arenosas	Rocas, bolos, conglomerados
		UNE 103801		

- En el apartado D.1, tabla D.7, I referencia “UNE 103800:1992” se sustituye por “UNE 103800”.
- En el apartado D.1, la tabla D.18, se sustituye por la siguiente:

Tabla D.18. Ensayos de laboratorio. Suelos

Propiedad	Ensayos	Norma
Identificación	Granulometría por tamizado	UNE 103101
	Granulometría por sedimentación	UNE 103102
	Comprobación de la no plasticidad	UNE 103104
	Límite líquido	UNE 103103
	Límite plástico	UNE 103104
	Límite de retracción	UNE 103108
Estado	Humedad natural	UNE 103300
	Peso específico aparente	UNE 103301
	Peso específico de las partículas	UNE 103302
Resistencia	Compresión simple	UNE 103400
	Corte directo consolidado y drenado (C.D)	UNE 103401
	Corte directo sin consolidar y sin drenar (UU)	UNE 103401
	Triaxial en cualquier situación de consolidación y drenaje	UNE 103402
Deformabilidad	Ensayo edométrico	UNE 103405
Colapsabilidad	Inundación en edómetro	NLT 254
Expansividad	Presión de hinchamiento nulo en edómetro	UNE 103602
	Hinchamiento libre en edómetro	UNE 103601
	Ensayo Lambe	UNE 103600
Compactación	Proctor normal	UNE 103500
	Proctor modificado	UNE 103501
Contenido químico	Contenido en carbonatos	UNE 103200
	Contenido cualitativo de sulfatos	UNE 103202
	Contenido en materia orgánica	UNE 103204

- En el apartado D.1, la tabla D.19, se sustituye por la siguiente:

Tabla D.19. Ensayos de laboratorio. Roca matriz

Propiedad	Ensayos	Norma
Estado	Humedad natural	ISRM parte 1
	Porosidad	ISRM parte 1
	Densidad	ISRM parte 1
	Absorción	ISRM parte 1
Resistencia	Compresión simple	UNE 22-950 1ª parte
	Carga puntual	NLT 225
	Brasileño	UNE 22-950 2ª parte
	Resistencia al corte en discontinuidades	
Durabilidad	Desmoronamiento	NLT 255
	Ciclos de sequedad-Humedad	NLT 251
Petrografía	Lámina delgada	-

- En el apartado F.2.1.1, punto 1, la referencia “ $f_p = 2,5$ para pilotes hormigonados in situ;” se sustituye por “ $f_p = 2$ para pilotes hormigonados in situ;”
- En el apartado F.2.1.2, punto 2, la referencia “ N_p depende del empotramiento del pilote, pudiéndose adoptar un valor igual a 9.” se sustituye por “ N_p depende del empotramiento del pilote. Se suele adoptar un valor igual a 9 para longitudes de empotramiento del pilote en el estrato de apoyo mayores de cuatro diámetros.”
- En el apartado F.2.2.1, punto 2, la ecuación (F.34) se sustituye por la siguiente:

$$q_p = f_N N_{SPT} \text{ (MPa)},$$

la referencia "N el valor medio de N_{SPT} . A estos efectos se obtendrá la media en la zona activa inferior y la media en la zona pasiva superior. El valor de N a utilizar será la media de las dos anteriores. (véase Figura 5.5)" se sustituye por " N_{SPT} el valor medio del número de golpes del ensayo SPT. A estos efectos se obtendrá la media en la zona activa inferior y la media en la zona pasiva superior. El valor de N_{SPT} a utilizar será la media de las dos anteriores. (véase Figura 5.5)". En el punto 3, la referencia "En este caso, N_{SPT} es el valor del SPT al nivel considerado." se sustituye por "En este caso, N_{SPT} es el valor del SPT al nivel considerado. Para pilotes hormigonados in situ, la resistencia por fuste se puede tomar igual a:

$$\tau_f = 0,5 \cdot 2,5 N_{SPT} \text{ (kPa)}"$$

- En el apartado F.2.5, punto 1, la referencia "La carga de rotura horizontal del terreno " R_{hk} " para un pilote se puede estimar con el esquema de cálculo que se indica en la Figura F.5." se sustituye por "La carga de rotura horizontal del terreno " R_{hk} " para un pilote corto (entendido como tal un pilote rígido) se puede estimar con el esquema de cálculo que se indica en la Figura F.5." En el punto 3, figura F.6, la referencia:

- 1 _____ Carga que actúa al nivel indicado
 - 2 ----- Hipótesis de traslación rígida del pilote ("e" negativo)
- siendo
- γ' Peso efectivo (sumergido en su caso) del terreno
 - K_p Coeficiente de empuje pasivo. Puede suponerse: $K_p=1,8$
 - ϕ el ángulo de rozamiento interno

se sustituye por:

- 1 _____ Hipótesis pilote corto con cabeza libre (giro)
- 2 ----- Hipótesis pilote corto restringido el giro en cabeza (traslación rígida)

siendo:

- γ' Peso efectivo (sumergido en su caso) del terreno
 - K_p Coeficiente de empuje pasivo. Puede suponerse:
- $$K_p = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)$$
- ϕ el ángulo de rozamiento interno

En la figura F.7, la referencia:

- 1 _____ Carga que actúa al nivel indicado
- 2 ----- Hipótesis de traslación rígida del pilote ("e" negativo)

se sustituye por:

- 1 _____ Hipótesis pilote corto con cabeza libre (giro)
- 2 ----- Hipótesis pilote corto restringido el giro en cabeza (traslación rígida)

- En el apartado F.2.6.2, punto 4, la referencia “El cálculo del asiento debido a esta carga vertical repartida en profundidad se estimará de acuerdo con los procedimientos generales de cálculo de asientos de cimentaciones superficiales” se sustituye por “El valor del asiento del grupo se calculará como el obtenido debido a esta carga vertical repartida a la profundidad z, de acuerdo con los procedimientos generales de cálculo de asientos de cimentaciones superficiales, al que hay que añadir el valor del acortamiento elástico, hasta la profundidad z, del pilote aislado.”

- En el apartado F.2.7.1, punto 5, la expresión:

$$K_v = \frac{1}{\left(\frac{D}{40R_{ck}} + \frac{l_1 + \alpha l_2}{AE} \right)} \quad (1)$$

se sustituye por

$$K_v = \frac{1}{\left(\frac{D}{40Q_h} + \frac{l_1 + \alpha l_2}{AE} \right)}$$

En la tabla F.5, la referencia “Valores de "n_n" en MPa/m³” se sustituye por “Valores de "n_n" en MN/m³”

- Se elimina el Anejo G, normas de referencia.

Cuatro. El Documento Básico DB SE-A: Seguridad estructural. Acero se sustituye por el que se incluye como Anejo a esta orden.

Cinco. El Documento Básico DB SE-F: Seguridad Estructural: Fábrica se modifica como sigue:

- En el apartado 3.2, tabla 3.3, junto a la referencia “Generales” se añade la llamada a pie de tabla “(1)”. A pie de tabla se introduce la siguiente referencia: “(1) Las restricciones de uso debidas a las clases generales de exposición sólo son de aplicación a las fábricas armadas”

- En el apartado 4.1, tabla 4.1, nota (1), la referencia “huecos verticales que atraviesan las piezas” se sustituye por “huecos verticales u horizontales que atraviesan las piezas”.

- En el apartado 4.4, punto 1, la referencia "según UNE ENV 10080:1996, UNE EN 10088 y UNE EN 845-3:2001" se sustituye por "según UNE ENV 10080, UNE EN 10088 y UNE EN 845-3"

- En el apartado 4.6.2, punto 1, se elimina la referencia "(1999, 2000, 2003 y 2001, respectivamente)". En la tabla 4.4, se elimina la columna con el encabezado “3,5”

- En el apartado 5.2.1, punto 10, la referencia “Todo muro de carga tendrá un espesor de al menos 115 mm” se sustituye por “Todo muro de carga tendrá un espesor de al menos 115 mm. La dimensión mínima de las piezas de fábrica será de 105mm en el sentido del espesor del muro”.

- En el apartado 5.2.3, se reenumeran los párrafos comenzando desde 1.
- En el apartado 5.5, la ecuación (5.34) se reenumera a (5.33)
- En el apartado 5.6.2.2, punto 2, la ecuación (5.35) se reenumera a (5.34)
- En el apartado 5.7.1, punto 2, la ecuación (5.36) se reenumera a (5.35)
- En el apartado 7.3.1.1, punto 5, la referencia "UNE EN 845-1:2001" se sustituye por "UNE EN 845-1"
- En el apartado 7.3.2.3, punto 2, la referencia "UNE EN 845-3:2006" se sustituye por "UNE EN 845-3"
- En el apartado 8.1.1, punto 3, la referencia "UNE EN 772-1:2002" se sustituye por "UNE EN 772-1"
- En el apartado 8.1.1, punto 7, la referencia "EN 772-1:2002" se sustituye por "UNE EN 772-1"
- En el apartado 8.2.1, punto 1, subapartado c), la referencia "UNE EN 1052-1:1999, a tracción y a corte según la norma UNE EN 1052-4:2001" se sustituye por "UNE EN 1052-1, a tracción y a corte según la norma UNE EN 1052-4"
- En el apartado 8.3, punto 6, la referencia "UNE EN 1015-11:2000" se sustituye por "UNE EN 1015-11"
- En el Anejo C, punto 1, se elimina la referencia "con f_m no mayor que 20 N/mm², ni que 0,75 f_b ". La referencia "no mayor que 20 N/mm², ni que f_b " se sustituye por "no mayor que 20 N/mm², ni que 0,75· f_b ". En el punto 3, la referencia "UNE EN 771-4:2000" se sustituye por "UNE EN 771-4" y la referencia "UNE EN 771-2:2000" se sustituye por "UNE EN 771-2"
- En el Anejo D, punto 1, la ecuación (D.2) se sustituye por la siguiente:

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_m}{t}$$
- Se elimina el Anejo H, normas de referencia.

Seis. El Documento Básico DB SE-M: Seguridad Estructural: Madera se modifica como sigue:

- En el apartado punto 4.5.3, punto 1, la referencia "UNE EN 12436: 2002" se sustituye por "UNE EN 12436"
- En el apartado punto 8.3.1.1, punto 5, la referencia "EN 383" se sustituye por "UNE EN 383"
- En el apartado 8.3.2.3, punto 1, subapartado a), la referencia "UNE EN 14547" se sustituye por "UNE EN 14592".
- En el apartado 8.3.6.2, puntos 6 y 8, la referencia "EN 14592" se sustituye por "UNE EN 14592".
- En el apartado C.2, tabla C.1, en la nota a pie de tabla, la referencia "UNE EN14081-4" se sustituye por "EN 14081-4"

- Se elimina el Anejo I, normas de referencia.

Siete. El Documento Básico DB SI: Seguridad en caso de incendio se modifica como sigue:

- En la Introducción, apartado I Objeto, Artículo 11.5, el título de la exigencia básica SI 5 queda redactado de la siguiente forma: “Intervención de los bomberos”.
- En la Introducción, apartado II Ámbito de aplicación, segundo párrafo, nota ⁽²⁾, la referencia “Seguridad de utilización” se sustituye por “Seguridad de utilización y accesibilidad”, y la referencia “DB SU” se sustituye por “DB SUA”.
- En la Introducción, apartado III Criterios generales de aplicación, el primer párrafo queda redactado de la siguiente forma: “Pueden utilizarse otras soluciones diferentes a las contenidas en este DB, en cuyo caso deberá seguirse el procedimiento establecido en el artículo 5 del CTE y deberá documentarse en el proyecto el cumplimiento de las exigencias básicas. Cuando la aplicación de las condiciones de este DB en edificios existentes no sea técnica o económicamente viable o, en su caso, sea incompatible con su grado de protección, se podrán aplicar aquellas soluciones alternativas que permitan el mayor grado posible de adecuación efectiva a dichas condiciones. En la documentación final de la obra deberá quedar constancia de aquéllas limitaciones al uso del edificio que puedan ser necesarias como consecuencia del grado final de adecuación alcanzado y que deban ser tenidas en cuenta por los titulares de las actividades.”
- En la Introducción, apartado III Criterios generales de aplicación, el segundo párrafo queda redactado de la siguiente forma: “Las citas a una disposición reglamentaria en este DB se refieren a la versión vigente en cada momento. Las citas a normas se refieren a la versión que en cada momento se indica en el documento DA DB-SI / 0 Normas de aplicación que a tales efectos publica el Ministerio de Fomento.”
- En la Introducción, apartado III Criterios generales de aplicación, el punto 6 queda redactado de la siguiente forma: “En aquéllas intervenciones en edificios existentes en las que se mantenga el uso, este DB debe aplicarse a los elementos del edificio cuyas características queden afectadas por la intervención.”
- En la Introducción, apartado III Criterios generales de aplicación, en el punto 7, primera fila, la referencia: “...la reforma...” se sustituye por: “...una intervención en un edificio existente...” y asimismo se suprime dicha referencia en la segunda fila.
- En la introducción, apartado III Criterios generales de aplicación, el punto 8 queda redactado de la siguiente forma: “Salvo en los casos en los que en este DB se establezca un criterio distinto, no se podrán reducir las condiciones de seguridad en caso de incendio preexistentes cuando estas sean menos exigentes que las establecidas en este DB. Cuando sean más exigentes, únicamente podrán reducirse hasta el nivel de este DB.”
- En la Introducción, apartado V Condiciones de comportamiento ante el fuego de los productos de construcción y de los elementos constructivos, el punto 1 queda redactado de la siguiente forma: “Este DB establece las condiciones de reacción al fuego y de resistencia al fuego de los elementos constructivos conforme a las clasificaciones europeas establecidas mediante Real Decreto 312/2005, de 18 de marzo, modificado por el Real

Decreto 110/2008, de 12 de febrero, y a las normas de ensayo y clasificación que allí se indican.”

- En la Introducción, apartado V Condiciones de comportamiento ante el fuego de los productos de construcción y de los elementos constructivos, se suprime el segundo párrafo del punto 1 y a continuación se añade el siguiente párrafo: “El cumplimiento de las condiciones del requisito básico SI del CTE por productos que se encuentren dentro del ámbito de aplicación de una Guía DITE se puede justificar mediante marcado CE. A partir del 1 de enero de 2013 dicho marcado será obligatorio una vez transcurrido un año desde la publicación de la disponibilidad de dicha Guía.”
- En la Introducción, apartado V, desaparece el punto 2, renumerándose los siguientes consecuentemente.
- En la Introducción, apartado V, punto 3, la referencia a “...las puertas...” en la primera fila, se sustituye por: “...las puertas de paso...” y se eliminan las fechas de las referencias a las normas UNE-EN 1154 y UNE-EN 1158.
- En la Introducción, apartado V, punto 4, se elimina la fecha de la referencia a la norma UNE-EN 1155.
- En el índice, se elimina la referencia “Anejo SI G Normas relacionadas con la aplicación del DB-SI”.
- En el asterisco final de página, correspondiente al apartado SI 1.1, punto 4, se elimina la fecha de la referencia a la norma UNE-EN 81-58.
- En el apartado SI 1-1, tabla 1.1, fila correspondiente a “Residencial Público”, en el segundo guión, la referencia “...debe tener paredes EI 60 y...”, se sustituye por: “...debe tener elementos delimitadores EI 60 y ...”.
- En el apartado SI 1-1, tabla 1.1, fila correspondiente a “Hospitalario”, el primer guión queda redactado de la siguiente forma: “Las plantas con zonas de hospitalización o con unidades especiales (quirófanos, UVI, etc.) deben estar compartimentadas al menos en dos sectores de incendio, cada uno de ellos con una superficie construida que no exceda de 1.500 m² y constituido como salida de planta del colindante, para lo cual debe disponer de espacio suficiente para albergar a los pacientes de este, asignados a dicha salida aplicando las correspondientes hipótesis de bloqueo, así como disponer de vestíbulo de independencia en las comunicaciones entre ambos. Se exceptúa de lo anterior aquellas plantas cuya superficie construida no exceda de 1.500 m², que tengan salidas directas al espacio exterior seguro y cuyos recorridos de evacuación hasta ellas no excedan de 15 m.”
- En el apartado SI 1-1, tabla 1.1, fila correspondiente a “Pública Concurrencia”, el tercer guión queda redactado de la siguiente forma: “ Las cajas escénicas deben constituir un sector de incendio, considerando el incendio en el interior del mismo.”
- En el apartado SI 1-1, tabla 1.1, en la última fila correspondiente a “Aparcamiento” se añade una llamada de nota, (6), que se sitúa al final de las notas con el siguiente texto: “ Los aparcamientos robotizados dispondrán, en cada sector de incendios en que estén compartimentados, de una vía compartimentada con elementos EI 120 y puertas EI₂ 60-C5 que permita el acceso de los bomberos hasta cada nivel existente en cada sector.”

- En el apartado SI 1-2, tabla 2.1, nota ⁽²⁾, cuarto guión, se elimina la fecha de la referencia a la norma UNE-EN 12101-3 y la referencia "...F₄₀₀ 90..." se sustituye por F400 (90)".
- En el apartado SI 1-2, tabla 2.2, se suprime el texto de la nota ⁽⁶⁾ y se sustituye por el siguiente: "La evacuación de un local de riesgo especial puede realizarse a través de otros de contenido similar, siempre que el recorrido total por todos ellos no exceda de 25 m."
- En el apartado SI 1-2, en la última fila de la tabla 2.2, se añade una nota ⁽⁷⁾ junto a cada una de las tres notas ⁽⁶⁾ que en ella figuran y se añade al final la nota ⁽⁷⁾ con el siguiente texto "Podrá aumentarse un 25 % cuando la zona esté protegida por una instalación automática de extinción".
- En el apartado SI 1-4, tabla 4.1, la última entrada de la primera fila queda redactada de la siguiente forma: "Revestimientos y acabados".
- En el apartado SI 1-4, tabla 4.1, se añade lo siguiente al final del texto de la nota ⁽¹⁾: "No incluye puertas, mamparas separadoras ligeras de pequeños habitáculos tales como probadores, cabinas de aseos, etc., ni mobiliario fijo o empotrado."
- En el apartado SI 1-4, el punto 3 queda redactado de la siguiente forma: "Los cerramientos formados por elementos textiles, tales como carpas, serán nivel T2 conforme a la norma UNE-EN 15619+A1 "Tejidos recubiertos de caucho plástico. Seguridad de las estructuras temporales (tiendas). Especificaciones de los tejidos recubiertos destinados a tiendas y estructuras similares".
- En el apartado SI 1-4, punto 4, se eliminan las fechas de las referencias a las normas UNE-EN 1021-1, UNE-EN 1021-2 y UNE-EN 13773, y el punto b) queda redactado de la siguiente forma: "Elementos textiles suspendidos, como telones y cortinajes."
- En el apartado SI 2-1, punto 4, la referencia "...materiales..." se sustituye por "...materiales y elementos constructivos...".
- En el apartado SI 3-2, punto 1, la referencia "...una ocupación menor..." se sustituye por "...una densidad de ocupación menor...".
- En el apartado SI 3-2, tabla 2.1, en la fila correspondiente a "Cualquiera", la referencia "Aseos de planta" se sustituye por "Aseos de uso público".
- En el apartado SI 3-3, tabla 3.1, columna correspondiente a "Condiciones", en la segunda fila, cuyo comienzo es: "La ocupación no excede de 100 personas,..." se añade el siguiente guión en último lugar: "-20 personas que precisen ayuda para evacuar el edificio."
- En el apartado SI 3-3, tabla 3.1, columna correspondiente a "Condiciones", en la tercera fila, cuyo comienzo es: "La longitud de los recorridos...", el segundo guión queda redactado de la siguiente forma: "50 m si se trata de una planta, incluso de uso Aparcamiento, que tiene una salida directa al espacio exterior seguro y la ocupación no excede de 25 personas, sin que confluyan en ella ocupantes de otras plantas, o bien de un espacio al aire libre en el que el riesgo de incendio sea irrelevante, por ejemplo, una cubierta de edificio, una terraza, etc."
- En el apartado SI 3-3, tabla 3.1, columna correspondiente a "Condiciones", en la cuarta fila, cuyo comienzo es: "La altura de evacuación...", se añade una llamada de nota, (3), a pie de tabla al final del párrafo, cuyo texto es el siguiente: "Opción válida únicamente para

aparcamientos, zonas ocupadas por personal de mantenimiento o de control de servicios.” La nota (3) y su llamada se renumeran como (4).

- En el apartado SI 3-3, tabla 3.1, columna correspondiente a “Número de salidas existentes”, la segunda entrada queda redactada de la siguiente forma: “Plantas o recintos que precisan disponer de más de una salida de planta o salida de recinto respectivamente”.
- En el apartado SI 3-3, tabla 3.1, columna correspondiente a “Condiciones”, el párrafo de la sexta fila queda redactado de la siguiente forma: “La longitud de los recorridos hasta llegar a algún punto desde el cual existan al menos dos recorridos de evacuación alternativos no excede de 15 m en plantas de hospitalización o de tratamiento intensivo en uso Hospitalario o de la longitud máxima admisible cuando se dispone de una sola salida, en el resto de los casos”.
- En el apartado SI 3-3, tabla 3.1, columna correspondiente a “Condiciones”, se añade una nueva fila en penúltimo lugar con el siguiente párrafo: “La distancia entre al menos dos salidas consideradas alternativas, medida entre sus extremos más cercanos por el interior del recinto, no es menor que $0,01 P$ m, siendo P el número de ocupantes del recinto o planta considerados.”
- En el apartado SI 3-4.1, punto 2, la referencia: “...estas...” de la cuarta fila, se sustituye por “...algunas...”.
- En el apartado SI 3-5, entrada de la tabla 5.1, se añade una nota ⁽¹⁾ a continuación de la entrada “Protección de las escaleras”, con el siguiente texto al final de la tabla: “A efectos de esta tabla, se considera escalera aquella que salva una altura mayor que 1,50 m. Cuando la altura salvada es igual o menor, el conjunto de peldaños puede estar contenido dentro de un vestíbulo de independencia sin que por ello éste deje de ser considerado como tal”.

Al añadir la referencia de la nota ⁽¹⁾ se han de renumerar las referencias del resto de notas contenidas en la tabla.

- En el apartado SI 3-5, tabla 5.1, primera fila, la referencia “h = altura de evacuación de la escalera” se sustituye por “h = altura de evacuación” y la referencia “P=número de personas a las que sirve en el conjunto de plantas” se sustituye por “P=número de personas a las que sirve en el conjunto de plantas, sin aplicar hipótesis de bloqueo”.
- En el apartado SI 3-5, tabla 5.1, en la parte correspondiente a “Escaleras para evacuación ascendente” la referencia “Uso Aparcamiento” se sustituye por “Aparcamiento”.
- En el apartado SI 3-5, tabla 5.1, en el texto correspondiente a la nueva nota ⁽⁴⁾, la referencia “con menos” se sustituye por: “...que no exceda...”.
- En el apartado SI 3-5, tabla 5.1, última fila de la primera columna, se añade una llamada de nota a pie de tabla ⁽⁵⁾ a la entrada “h > 6,00 m” con el siguiente texto: “Opción válida únicamente para zonas ocupadas por personal de mantenimiento o de control de servicios.”
- En el apartado SI 3-6, el punto 1 queda redactado de la siguiente forma: “Las puertas previstas como salida de planta o de edificio y las previstas para la evacuación de más de 50 personas serán abatibles con eje de giro vertical y su sistema de cierre no actuará mientras haya actividad en las zonas a evacuar, o consistirá en un dispositivo de fácil y rápida

apertura desde el lado del cual provenga dicha evacuación, sin tener que utilizar una llave y sin tener que actuar sobre más de un mecanismo. Las anteriores condiciones no son aplicables cuando se trate de puertas automáticas. ”

- En el apartado SI 3-6, punto 2, se eliminan las fechas de las referencias a las normas UNE-EN 179 y UNE-EN 1125.
- En el apartado SI 3-6, punto 5, se elimina la referencia a la norma UNE-EN 12635 + A1 y se añade la norma: “UNE 85121 EX”.
- En el apartado SI 3-7, punto 1, se elimina la fecha de la referencia a la norma UNE 23034.
- En el apartado SI 3-7, punto 2, se eliminan las fechas de las referencias a las normas UNE 23035-1, UNE 23035-2, UNE 23035-3 y UNE 23035-4.
- En el apartado SI 3-8, el primer párrafo del punto 2, queda redactado como sigue:” El diseño, cálculo, instalación y mantenimiento del sistema pueden realizarse de acuerdo con las normas UNE 23584, UNE 23585 y UNE-EN 12101-6.
- En el apartado SI 3-8, el punto 2 b) queda redactado como sigue: “Los ventiladores, incluidos los de impulsión para vencer pérdidas de carga y/o regular el flujo, deben tener una clasificación F300 cuando el aparcamiento disponga de un sistema automático de extinción y F400 (90) en caso contrario.”
- En el apartado SI 3-8, punto 2 c) queda redactado como sigue: “Los conductos que transcurran por un único sector de incendio deben tener una clasificación E₃₀₀ 60. Los que atraviesen elementos separadores de sectores de incendio deben tener una clasificación al menos igual a la del elemento atravesado, conforme a UNE-EN 1366-8 y UNE-EN 13501-4.
- En el apartado SI 3-8, punto 2, se añade un párrafo final que se ha de alinear con los puntos 1 y 2, con el siguiente texto: “...Los aparcamientos robotizados dispondrán de un sistema mecánico de extracción de humo capaz de realizar 3 renovaciones/hora. Cuando el aparcamiento tenga que estar compartimentado en sectores de incendio, dicho sistema se puede dimensionar bajo la hipótesis de incendio en un solo sector”.
- En el apartado SI 4-1, tabla 1.1, entrada correspondiente a “En general”, se añade una fila correspondiente a “Columna seca” con la nota⁽⁵⁾ y con el siguiente texto en la segunda columna “En las escaleras que deban ser especialmente protegidas conforme a SI 3-5, con tomas en su vestíbulo de independencia.”
- En el apartado SI 4-1, tabla 1.1, entrada correspondiente a “En general”, fila “Ascensor de emergencia”, el texto de la segunda columna “En las plantas...” queda redactado de la siguiente forma: “En edificios cuya altura de evacuación exceda de 28 m, con acceso desde todas las plantas, incluidas las de cubierta o bajo rasante para las que se prevea ocupación”.
- En el apartado SI 4-1, tabla 1.1, entrada correspondiente a “En general”, fila “Hidrantes exteriores”, en el primer párrafo, la referencia “... está comprendida entre 2.000 y 10.000 m².” se sustituye por “... exceda de 2.000m².”
- En el apartado SI 4-1, tabla 1.1, en la entrada correspondiente a “Residencial vivienda”, se suprime la fila “Columna seca”, así como su texto en la segunda columna.

- En el apartado SI 4-1, tabla 1.1, en la entrada correspondiente a “Administrativo” se suprime la fila “Columna seca”, así como su texto en la segunda columna.
- En el apartado SI 4-1, tabla 1.1, en la entrada correspondiente a “Residencial Público” se suprime la fila “Columna seca”, así como su texto en la segunda columna.
- En el apartado SI 4-1, tabla 1.1, en la entrada correspondiente a “Hospitalario” se suprime la fila “Columna seca”, así como su texto en la segunda columna.
- En el apartado SI 4-1, tabla 1.1, entrada correspondiente a “Hospitalario”, fila “Ascensor de emergencia”, el texto de la segunda columna queda redactado de la siguiente forma: “En las zonas de hospitalización y de tratamiento intensivo de aquellos edificios cuya *altura de evacuación* es mayor que 15 m.”
- En el apartado SI 4-1, tabla 1.1, en la entrada correspondiente a “Docente” se suprime la fila “Columna seca”, así como su texto en la segunda columna.
- En el apartado SI 4-1, tabla 1.1, en la entrada correspondiente a “Comercial” se suprime la fila “Columna seca”, así como su texto en la segunda columna.
- En el apartado SI 4-1, tabla 1.1, en la entrada correspondiente a “Pública Concurrencia” se suprime la fila “Columna seca”, así como su texto en la segunda columna.
- En el apartado SI 4-1, tabla 1.1, en la entrada correspondiente a “Aparcamiento”, fila de “Columna seca”, en el primer párrafo la referencia “...tres...”, se sustituye por: “...dos...”, y la referencia “...cuatro...”, se sustituye por : “...tres...”, asimismo, se añade un segundo párrafo en la segunda columna, con el texto siguiente: “En aparcamientos robotizados, en el acceso para bomberos, desde la vía compartimentada que se exige en SI 1, tabla 1.1, a cada nivel de cada sector de incendio”.
- En el apartado SI 4-1, tabla 1.1, entrada correspondiente a “Aparcamiento”, fila “Sistema de detección de incendio”, la referencia “...dispondrán de pulsadores de alarma...” se sustituye por: “... contarán con un sistema de detección automática...”.
- En el apartado SI 4-1, tabla 1.1, nota a pié de tabla ⁽⁵⁾ se añaden dos primeros párrafos con el siguiente texto: “Las tomas de salida deben estar situadas en el vestíbulo de independencia de la escalera. Cuando esta tenga dos vestíbulos de independencia, la toma se puede colocar en uno de ellos, pero si cada uno de dichos vestíbulos diera acceso a zonas que no estuvieran comunicadas entre sí o que, estando comunicadas, fueran diferentes sectores de incendio, se debe colocar un ramal de conexión de forma que haya tomas de salida en ambos vestíbulos.

Una toma de planta de una columna seca es suficiente y da cobertura, en su misma planta y sector de incendio, a los puntos situados a 50 m de recorrido desde dicha toma, como máximo.”

- En el apartado SI 4-2, punto 2, se eliminan las fechas de las referencias a las normas UNE 23035-1, UNE 23035-2, UNE 23035-4 y UNE 23035-3.
- En el apartado SI 5-1, punto 1.2, en el párrafo 2, se elimina la fecha de la referencia a la norma UNE-EN 124 y se suprime en su totalidad el párrafo 6.
- En el apartado SI 5-2, punto 2, se elimina el apartado 2.

- En el apartado SI 6-1, punto 3, se elimina la fecha de la referencia a la norma UNE-EN 1991-1-2.
- En el apartado SI 6-1, punto 4, se eliminan las fechas de las referencias a las normas UNE-EN 1992-1-2, UNE-EN 1993-1-2, UNE-EN 1994-1-2, y UNE-EN 1995-1-2.
- En el apartado SI 6-2, el punto 2 queda redactado de la siguiente forma: “En el caso de *sectores de riesgo mínimo* y en aquellos *sectores de incendio* en los que, por su tamaño y por la distribución de la *carga de fuego*, no sea previsible la existencia de *fuegos totalmente desarrollados*, no es necesario justificar la *resistencia al fuego* del conjunto de su estructura. En estos casos, la comprobación de la *resistencia al fuego* puede hacerse elemento a elemento mediante el estudio por medio de *fuegos localizados*, según se indica en el Eurocódigo 1 (UNE-EN 1991-1-2) situando sucesivamente la *carga de fuego* en la posición previsible más desfavorable.”
- En el apartado SI 6-4, el punto 2 queda redactado de la siguiente forma: “Las estructuras sustentantes de cerramientos formados por elementos textiles, tales como carpas, serán R 30, excepto cuando se acredite que el elemento textil, además de ser nivel T2 conforme a la norma UNE-EN 15619+A1, según se establece en SI 1-4, presenta, en todas sus capas, una perforación de superficie igual o mayor que 20 cm² tras el ensayo definido en la norma UNE-EN 14115.”
- En el anejo SI A Terminología, apartado “Altura de evacuación”, la referencia “...en las que únicamente existan zonas de ocupación nula...” se sustituye por: “...en las que únicamente existan zonas de ocupación nula o locales y zonas de riesgo especial”.
- En el anejo SI A Terminología, apartado “*Aparcamiento abierto*”, el punto a) queda redactado de la siguiente forma: “Sus fachadas presentan en cada planta un área total permanentemente abierta al exterior no inferior a 1/20 de su superficie construida, de la cual al menos el 50 % está distribuida de manera uniforme entre las dos fachadas opuestas que entre sí se encuentren a menor distancia.”
- En el Anejo SI A Terminología, en el apartado “Ascensor de emergencia”, el primer guión queda redactado de la siguiente forma: “En cada planta, tendrá acceso desde un recinto protegido, como puede ser una escalera protegida, un vestíbulo de independencia o un pasillo protegido, a través de una puerta E30. Si el acceso se produce desde el recinto de una escalera especialmente protegida, no será necesario disponer dicha puerta E30.”
- En el Anejo SI A Terminología, en el apartado “Caja escénica”, primer párrafo, la referencia “...equipado con decorados, tramoyas, mecanismos y foso, de forma que...” se sustituye por: “...equipado con elementos tales como decorados, tramoyas, mecanismos, foso, etc., de forma que...”.
- En el anejo SI A Terminología, en el apartado “*Caja escénica*”, los dos primeros guiones se sustituyen por uno con la siguiente redacción: “Debe estar compartimentado del resto del edificio mediante elementos EI 120, que en el caso de la boca de la escena debe consistir en un elemento EI₂ 60 móvil de cierre automático en un tiempo que no exceda de 30 s, que pueda soportar una presión de 0,4 kN/m² actuando desde el interior del sector, que pueda activarse manualmente, tanto desde un punto situado en el escenario, como desde otro situado fuera del mismo y que disponga de señales visuales indicativas del cierre del elemento.”

- En el anejo SI A Terminología, en el apartado “*Carga de fuego*”, se elimina la fecha de la referencia a la norma UNE-EN 1991-1-2.
- En el anejo SI A Terminología, en el apartado “*Curva normalizada tiempo-temperatura*”, se elimina la fecha de la referencia a la norma UNE-EN 1991-1-2.
- En el anejo SI A Terminología, en el apartado “*Curvas tiempo-temperatura*”, se elimina la fecha de la referencia a la norma UNE-EN 1991-1-2.
- En el anejo SI A Terminología, en el apartado “*Densidad de carga de fuego*”, se elimina la fecha de la referencia a la norma UNE-EN 1991-1-2.
- En el anejo SI A Terminología, en el apartado “*Densidad de carga de fuego de cálculo*”, se elimina la fecha de la referencia a la norma UNE-EN 1991-1-2.
- En el anejo SI A Terminología, en el apartado “*Escalera abierta al exterior*” el segundo párrafo queda redactado de la siguiente forma: “Puede considerarse como *escalera especialmente protegida* sin que para ello precise disponer de *vestíbulos de independencia* en sus accesos, y siempre y cuando se cumplan las demás condiciones establecidas en la definición de *escalera protegida*.”
- En el anejo SI A Terminología, en el apartado “*Escalera protegida*”, el primer párrafo queda redactado de la siguiente forma: “Escalera contenida en un recinto protegido continuo desde su inicio hasta su desembarco en planta de salida del edificio que, en caso de incendio, constituye un espacio suficientemente seguro para permitir que los ocupantes puedan permanecer en el mismo durante un determinado tiempo. Para ello debe reunir, además de las condiciones de seguridad de utilización exigibles a toda escalera (véase DB-SUA 1-4) las siguientes:”.
- En el anejo SI A Terminología, en el apartado “*Escalera protegida*”, punto 4.c), se elimina la fecha de la referencia a la norma EN 12101-6.
- En el anejo SI A Terminología, en el apartado “*Espacio exterior seguro*”, el punto 3 queda redactado de la siguiente forma: “Si el espacio considerado no está comunicado con la red viaria o con otros espacios abiertos (por ejemplo, un patio de manzana) no es preciso aplicar el límite de la zona mediante el radio 0,1P citado en el punto 2, pero no puede considerarse ninguna zona situada a menos de 15 m de cualquier parte del edificio. Cuando el edificio esté dividido en *sectores de incendio* estructuralmente independientes entre sí y con salidas también independientes al espacio exterior, la zona excluida se podrá aplicar únicamente respecto del *sector* afectado por un posible incendio.”
- En el anejo SI A Terminología, en el apartado “*Fuego de cálculo*”, se elimina la fecha de la referencia a la norma UNE-EN 1991-1-2.
- En el anejo SI A Terminología, en el apartado “*Fuego totalmente desarrollado*”, se elimina la fecha de la referencia a la norma UNE-EN 1991-1-2.
- En el anejo SI A Terminología, en el apartado “*Fuego localizado*”, se elimina la fecha de la referencia a la norma UNE-EN 1991-1-2.
- En el anejo SI A Terminología, en el apartado “*Modelo informático de dinámica de fluidos*”, se elimina la fecha de la referencia a la norma UNE-EN 1991-1-2.

- En el anejo SI A Terminología, en el apartado “*Origen de evacuación*”, el primer párrafo queda redactado de la siguiente forma: “Es todo punto ocupable de un edificio, exceptuando los del interior de las viviendas y de las unidades de alojamiento turístico, tales como habitaciones de hotel, apartamentos turísticos, etc., y los de todo recinto o conjunto de ellos comunicados entre sí, en los que la densidad de ocupación no exceda de 1 persona/5 m² y cuya superficie total no exceda de 50 m², como pueden ser las habitaciones de una residencia u hospital, los despachos de oficinas, etc.”.
- En el anejo SI A Terminología, en el apartado “*Pasillo protegido*”, la referencia “...DB-SU 1 y 2...” se sustituye por “...DB-SUA 1 y 2...”.
- En el anejo SI A Terminología, en el apartado “*Reacción al fuego*” se suprime la referencia (DPC-D12)
- En el anejo SI A Terminología, en el apartado “*Recorrido de evacuación*”, el tercer párrafo se sustituye por: “Los recorridos que provengan de zonas que no sean de riesgo especial conforme SI1.2, no pueden pasar por zonas que lo sean ni por sus vestíbulos de independencia, pero pueden pasar por zonas de uso Aparcamiento, por sus vestíbulos de independencia o por aparcamientos de vehículos cuya superficie no exceda de 100 m², siempre que exista algún otro recorrido alternativo no afectado por dicha circunstancia.”

En el cuarto párrafo, la referencia “...DB-SU 7.” se sustituye por “...DB-SUA 7.”.

- En el anejo SI A Terminología, el apartado “*Recorridos de evacuación alternativos*”, queda redactado de la siguiente forma: “Dos *recorridos de evacuación* que conducen desde un punto ocupable hasta dos *salidas de planta o de edificio* diferentes son alternativos cuando no invaden la zona delimitada por un ángulo de 45° con vértice en el punto considerado y contenido entre dichos recorridos, o bien cuando estos están separados por elementos constructivos EI 30 que impidan que ambos recorridos puedan quedar simultáneamente bloqueados por el humo. Como se establece en SI 3-3, tabla 3.1, la separación entre al menos dos *salidas de planta* no debe ser inferior a 0,01P, medida entre sus extremos más cercanos, por el interior del recinto.”
- En el anejo SI A Terminología, en el apartado “*Resistencia al fuego*” se suprime la referencia (DPC-D12)
- En el anejo SI A Terminología, en el apartado “*Salida de planta*”, el punto 1 queda redactado de la siguiente forma: “El arranque de una escalera no protegida que conduce a una planta de *salida del edificio* con un trazado continuo, siempre que el área del hueco del forjado no exceda a la superficie en planta de la escalera en más de 1,30 m². Sin embargo cuando, en el sector que contiene a la escalera, la planta considerada o cualquier otra inferior o superior, según la evacuación sea descendente o ascendente respectivamente, esté comunicada con otras por huecos diferentes de los de las escaleras, el arranque de escalera antes citado no puede considerarse *salida de planta*, excepto en el caso de un sector de *riesgo mínimo* que ocupe más de una planta.”

En el punto 2, primer párrafo, la referencia “El arranque de...” se sustituye por: “Una puerta de acceso a...”, y en el punto 3, se añade como último guión: “todas las comunicaciones entre ambos sectores, incluso las que no precisen ser *salida de planta*, se realicen a través de un *vestíbulo de independencia*.”

- En el anejo SI A Terminología, en el apartado “*Sistema de alarma de incendios*” se eliminan las fechas de las referencias a las normas UNE 23007-1 y EN 54-1.
- En el anejo SI A Terminología, en el apartado “*Sistema de detección de incendios*” se eliminan las fechas de las referencias a las normas UNE 23007-1 y EN 54-1.
- En el anejo SI A Terminología, en el apartado “*Sistema de presión diferencial*” se eliminan las fechas de las referencias a las normas UNE 23585-CR 12101-5 y UNE EN 12101-6.
- En el anejo SI A Terminología, en el apartado “*Tiempo equivalente de exposición al fuego*” se elimina la fecha de la referencia a la norma UNE-EN 1991-1-2.
- En el anejo SI A Terminología, en el apartado “*Uso Aparcamiento*”, segundo párrafo, la referencia “...desde el acceso hasta las plazas de aparcamiento...” queda modificada por “...desde la cabina de transferencia de entrega y recepción de vehículos hasta las plazas de aparcamiento...”.
- En el anejo SI A Terminología, en el apartado “*Vestíbulo de independencia*”, primer guión, la referencia “...al menos EI₂ 30-C5.” queda modificada por “...al menos EI₂ 30-C5, excepto si alguno de ellos es de riesgo especial alto, en cuyo caso todas las puertas del vestíbulo deben ser EI₂ 45-C5.”.
- En el anejo SI A Terminología, apartado “*Vestíbulo de independencia*”, en el tercer guión, la referencia “...no pueden utilizarse en los recorridos de evacuación de zonas habitables que no sean de uso Aparcamiento.”, se sustituye por: “...solo pueden utilizarse en los recorridos de evacuación de zonas que sean de uso Aparcamiento.”.
- En el anejo SI A Terminología, en el apartado “*Zona de ocupación nula*”, el segundo párrafo queda redactado de la siguiente forma: “Los puntos de dichas zonas cuya superficie exceda de 50 m², o los de cualquier superficie cuando además se trate de zonas de riesgo especial, deben cumplir los límites que se establecen para los *recorridos de evacuación* hasta las *salidas de planta*, y hasta las salidas de dichos espacios (cuando además se trate de zonas de riesgo especial), pero no es preciso tomarlos en consideración a efectos de determinar la *altura de evacuación* de un edificio o el número de ocupantes.”
- En el anejo B Tiempo equivalente de exposición al fuego, en el título, la referencia “Anejo B” se sustituye por “Anejo SI B” y la referencia “Tiempo equivalente de exposición al fuego” se sustituye por “*Tiempo equivalente de exposición al fuego*”.
- En el anejo B Tiempo equivalente de exposición al fuego, apartado B.1, en el punto 2, se eliminan las fechas de las referencias a las normas UNE EN 1363 y UNE EN 1991-1-2.
- En el anejo B Tiempo equivalente de exposición al fuego, apartado B.2, en el título, la referencia “Curva normalizada tiempo-temperatura” se sustituye por “*Curva normalizada tiempo-temperatura*” y en el punto 1, se elimina la fecha de la referencia a la norma UNE EN 1363.
- En el anejo B Tiempo equivalente de exposición al fuego, apartado B.3, en el título, la referencia “Tiempo equivalente de exposición al fuego” se sustituye por “*Tiempo equivalente de exposición al fuego*” y en el punto 1, se elimina la fecha de la referencia a la norma UNE EN 1991-1-2.

- En el anejo B Tiempo equivalente de exposición al fuego, apartado B.4, en el título, la referencia “Valor de cálculo de la densidad de carga de fuego” se sustituye por “Valor de cálculo de la *densidad de carga de fuego*”.
- En el anejo B Tiempo equivalente de exposición al fuego, apartado B.5, en el punto 3, se elimina la fecha de la referencia a la norma UNE EN 1991-1-2.
- En el anejo C *Resistencia al fuego* de las estructuras de hormigón armado, en el título, la referencia “Anejo C” se sustituye por “Anejo SI C”.
- En el anejo C *Resistencia al fuego* de las estructuras de hormigón armado, apartado C.2.4, en el punto 1, se elimina la fecha de la referencia a la norma UNE ENV 13381-3.
- En el Anejo C Resistencia al fuego de las estructuras de hormigón armado, apartado C.2.4, en el punto 2, primera fila, la referencia “mortero” se sustituye por “guarnecido”.
- En el anejo D *Resistencia al fuego* de los elementos de acero, en el título, la referencia “Anejo D” se sustituye por “Anejo SI D”.
- En el anejo SI E *Resistencia al fuego* de las estructuras de madera, apartado E.4.1, en el punto 1, se elimina la fecha de la referencia a la norma UNE EN 912.
- En el anejo SI E *Resistencia al fuego* de las estructuras de madera, apartado E.6, en el punto 2, se eliminan las fechas de las referencias a las normas UNE EN 301 y UNE EN 314.
- En el anejo F *Resistencia al fuego* de los elementos de fábrica, en el título, la referencia “Anejo F” se sustituye por “Anejo SI F”.
- En el anejo F *Resistencia al fuego* de los elementos de fábrica, en el segundo párrafo, la referencia “...puede adoptarse como valor de *resistencia al fuego* del conjunto la suma de los valores correspondientes a cada hoja.” queda modificada por: “...puede adoptarse como valor de *resistencia al fuego* EI del conjunto:” y se añaden al mismo párrafo los dos guiones siguientes:
 - La suma de los valores correspondientes a cada hoja. También válido para valores procedentes de informes de clasificación de ensayos.
 - El correspondiente a una solución constructiva equivalente de una sola hoja cuyo espesor se obtiene sumando los espesores de las distintas hojas sin revestir, y tomando como revestimientos los de las caras exteriores.
- El anejo SI G Normas relacionadas con la aplicación del DB SI se suprime en su totalidad.

Ocho. El Documento Básico DB SUA: Seguridad de utilización y accesibilidad se modifica como sigue:

- En la Introducción, apartado II Ámbito de aplicación, después del segundo párrafo se añade el siguiente: “En las zonas de actividad no industrial de los edificios industriales se deben aplicar las condiciones que se establecen en este DB para dichas zonas. En cambio, en las zonas de actividad industrial se debe aplicar la reglamentación de seguridad industrial y de seguridad en el trabajo.”

- En la Introducción, apartado III Criterios generales de aplicación, primer párrafo, la referencia “las condiciones de este DB en obras en edificios existentes “se sustituye por “las condiciones de este DB en edificios existentes” y la referencia “la mayor adecuación posible” se sustituye por “el mayor grado posible de adecuación efectiva”.

- En la Introducción, apartado III Criterios generales de aplicación, la nota (1) del primer párrafo se sustituye por los dos siguientes párrafos:

“En edificios existentes así como en el interior de *viviendas accesibles para usuarios de silla de ruedas* se pueden proponer soluciones basadas en la utilización de elementos y dispositivos mecánicos capaces de cumplir la misma función. A tales efectos, véase la definición de *viviendas accesibles para usuarios de silla de ruedas* y el documento de apoyo DA DB/SUA-2 “Criterios para la utilización de elementos y dispositivos mecánicos”.

La instalación de plataformas salvaescaleras tiene como condición que en su posición de uso no impidan la utilización segura de la escalera por personas a pie, que en su posición aparcada no reduzcan ni la anchura mínima exigible ni la de cálculo de los elementos de evacuación (pasillos, escaleras, etc.) y que se pongan los medios humanos o técnicos necesarios para asegurar que en caso de emergencia no se entorpezca la evacuación.”.

- En la Introducción, apartado III Criterios generales de aplicación, el segundo párrafo se sustituye por el siguiente: “Las citas a una disposición reglamentaria en este DB se refieren a la versión vigente en el momento de su aplicación. Las citas a normas se refieren a la versión que en cada momento se indica en el documento DA DB-SUA / 0 Normas de aplicación que a tales efectos publica el Ministerio de Fomento.”

- En la Introducción, apartado III Criterios generales de aplicación, el punto 2 se sustituye por el siguiente: “Cuando un cambio de uso afecte únicamente a parte de un edificio o de un establecimiento, o cuando se amplíe un edificio existente, este DB deberá aplicarse a dicha parte o ampliación, así como a aquellos elementos del edificio previamente existentes que precisen modificarse para permitir el cumplimiento de la parte que cambia el uso o de la ampliación. En especial, cuando sea exigible según la Sección SUA 9, se deberá disponer al menos un *itinerario accesible* que la comunique con la vía pública.

- En la Introducción, apartado III Criterios generales de aplicación, el punto 3 se sustituye por el siguiente: “En aquellas intervenciones en edificios existentes en las que se mantenga el uso, este DB debe aplicarse a los elementos del edificio cuyas características queden afectadas por la intervención.”

- En la Introducción, apartado III Criterios generales de aplicación, el punto 4 se sustituye por el siguiente: “Salvo en los casos en los que en este DB se establezca un criterio distinto, no se podrán reducir las condiciones de seguridad de utilización y accesibilidad preexistentes cuando estas sean menos exigentes que las establecidas en este DB. Cuando sean más exigentes, únicamente podrán reducirse hasta el nivel de este DB.”

- En el Índice del documento, en el apartado SUA 7 se elimina el punto “3 Protección de recorridos peatonales”.

- En el Índice del documento, la referencia “4 Señalización” se sustituye por “3 Señalización”.

- En el Índice del documento, se elimina el “Anejo C Normas relacionadas con la aplicación del DB SUA”.

- En la sección SUA 1, apartado 1, el punto 1 se sustituye por el siguiente:

“Con el fin de limitar el riesgo de resbalamiento, en los edificios o zonas de *uso Residencial Público, Sanitario, Docente, Comercial, Administrativo y Pública Concurrencia*, excluidas las zonas de uso poco frecuente o de mantenimiento (tales como salas de máquinas, cuartos de instalaciones, etc.) los suelos tendrán una clase adecuada conforme al punto 3 de este apartado.

Aquellos suelos considerados seguros según el DA DB-SUA / 3 pueden utilizarse en cualquier zona sin necesidad de realizar el ensayo.”

- En el apartado 1, punto 2, se sustituye el segundo párrafo por el siguiente: “El valor de resistencia al deslizamiento R_d se determina mediante el ensayo del péndulo descrito en la norma UNE-ENV 12633 tomando como valor de R_d el de la resistencia al deslizamiento/resbalamiento sin pulir (USRV) y utilizando la escala C del péndulo con una precisión de lectura de una unidad, así como las especificaciones técnicas complementarias que se establecen en el DA DB-SUA / 3, cuando corresponda. La muestra seleccionada será representativa de las condiciones más desfavorables de resbaladidad.”

- En el apartado 1, punto 3, en la tabla 1.2, se añade una nota (3) a “Zonas interiores secas”. El texto de dicha nota es el siguiente: “⁽³⁾ En estas zonas también se admitirán suelos que ensayados siguiendo el procedimiento en seco descrito en el DA DB SUA / 3, tengan un valor USRV superior a 40 para superficies con pendiente menor que el 6% y superior a 65 para superficies con pendiente igual o mayor que el 6% y escaleras.”

- En el apartado 3.2.3, punto 1, la referencia “En cualquier zona de los edificios de *uso Residencial Vivienda* o de escuelas infantiles, así como en las zonas de *uso público* de los establecimientos de *uso Comercial* o de *uso Pública Concurrencia*,...” se sustituye por “En cualquier zona de los edificios de *uso Residencial Vivienda* o de escuelas infantiles, en el interior de los alojamientos de los edificios de *uso Residencial Público*, y en las zonas de *uso público* de los establecimientos de *uso Comercial*, de *uso Residencial Público* o de *uso Pública Concurrencia*,...”.

- En el apartado 3.2.3, punto 1, en la letra a) después de los dos guiones, se añade el siguiente párrafo: “Las anteriores condiciones son igualmente aplicables a aquellos elementos fijos previstos en el proyecto que, aunque no formen parte de la barrera de protección propiamente dicha, supongan el mismo riesgo de escalabilidad que si formasen parte de la barrera por estar situados a menos de 50 cm de ella, como es el caso de algunos tipos de radiadores, bancos, fancoils, etc.”

- En el apartado 4.1, punto 4, la referencia “Dispondrán de barandilla...” se sustituye por “Dispondrán de barrera de protección...”.

- En el apartado 4.2.2, tabla 4.1, nota (2), la referencia “...con una zona accesible...” se sustituye por: “...con una zona que deba ser accesible conforme a lo establecido en SUA 9,...”.

- En el apartado 4.2.3, el punto 1 se sustituye por “Con el fin de limitar la caída a lo largo de tramos con la misma dirección y proporcionar la suficiente superficie de descanso entre

tramos, las mesetas dispuestas entre tramos de una escalera con la misma dirección, así como las de principio y final de la escalera, tendrán al menos la anchura de la escalera y una longitud medida en su eje de 1 m, como mínimo.”

- En el apartado 4.2.3, punto 2, la referencia “Cuando exista un cambio de dirección...” se sustituye por “Con el fin de no obstruir el uso seguro de la escalera, cuando exista un cambio de dirección...”.

- En el apartado 4.2.3, punto 3, la referencia “En zonas de hospitalización...” se sustituye por “Con el fin de permitir el giro de camillas, en zonas de hospitalización...”.

- En el apartado 4.2.3, punto 3, la referencia “En las mesetas de planta...” se sustituye por “Con el fin de limitar el riesgo de caída en desniveles imprevistos, en las mesetas de planta...”.

- En el apartado 4.2.4, el punto 2 se sustituye por el siguiente: “Se dispondrán pasamanos intermedios cuando la anchura del tramo sea mayor que 4 m. La separación entre pasamanos intermedios será de 4 m como máximo, en escaleras sometidas a flujos intensos de paso de ocupantes, como es el caso de accesos a auditorios, infraestructuras de transporte, recintos deportivos y otras instalaciones de gran ocupación. En los restantes casos se dispondrá al menos uno.”

- En el apartado 4.3.1, punto 1, letra a), la referencia “cuando su longitud sea menor que 3 m, del 8% cuando la longitud...” se sustituye por “cuando su longitud en proyección horizontal sea menor que 3 m, del 8% cuando dicha longitud...”

- En el apartado 4.3.2, punto 1, la referencia “una longitud de 15 m como máximo, excepto si la rampa pertenece a *itinerarios accesibles*, en cuyo caso la longitud del tramo será...” se sustituye por “una longitud, en proyección horizontal, de 15 m como máximo, excepto si la rampa pertenece a *itinerarios accesibles*, en cuyo caso dicha longitud será...”

- En el apartado 4.3.4, punto 2, la referencia “...dispondrán de pasamanos continuo en todo su recorrido, incluido mesetas, en ambos lados. Asimismo, los bordes libres...” se sustituye por: “...dispondrán de pasamanos continuo en todo su recorrido, incluido mesetas, en ambos lados, y sus bordes libres...”

- En la sección SUA 2, apartado 1.1, el punto 4 se sustituye por el siguiente: “Cuando en zonas de circulación existan elementos que no cumplan las condiciones anteriores, se dispondrán elementos fijos que restrinjan el paso hasta ellos y que permitan su detección por los bastones de personas con discapacidad visual.”

- En el apartado 1.2, punto 1, la referencia “las puertas de recintos...” se sustituye por “las puertas de zonas...”

- En el apartado 1.2, punto 2, la referencia “Las puertas de vaivén situadas entre zonas de circulación tendrán...” se sustituye por “Las puertas de vaivén de zonas que no sean de *ocupación nula* tendrán...”

- En el apartado 1.2, punto 3, la referencia “UNE-EN 13241-1:2004” se sustituye por “UNE-EN 13241-1” y la referencia “UNE-EN 12635:2002+A1:2009” se sustituye por “UNE-EN 12635 y la norma UNE 85635”.

- En el apartado 1.2, el punto 4 se sustituye por el siguiente “Las puertas peatonales automáticas cumplirán las condiciones de seguridad de utilización que se establecen en su reglamentación específica y tendrán marcado CE de conformidad con la Directiva 2006/42/CE sobre máquinas.”
- En el apartado 1.3, punto 1, la referencia “UNE EN 12600:2003” se sustituye por “UNE-EN 12600”.
- En el apartado 1.3, el punto 3 se sustituye por “Las mamparas de duchas y de bañeras tendrán marcado CE de conformidad con la norma UNE-EN 14428.”
- En el apartado 2, el punto 2 se sustituye por “Los elementos de apertura y cierre automáticos cumplirán las condiciones de seguridad de utilización que se establecen en su reglamentación específica y tendrán marcado CE de conformidad con la Directiva 2006/42/CE sobre máquinas.”
- En la sección SUA 3, apartado 1, punto 3, la referencia “La fuerza de apertura de las puertas de salida será de 140 N,…” se sustituye por “La fuerza de apertura de las puertas será de 150 N,…”.
- En el apartado 1, punto 4, la referencia “UNE-EN 12046-2:2000” se sustituye por “UNE-EN 12046-2”.
- En la sección SUA 4, apartado 1, punto 1, la referencia “En cada zona se dispondrá…” se sustituye por “Excepto en el interior de las viviendas, en cada zona se dispondrá…”.
- En el apartado 2.1, punto 1, la letra b), la referencia “hasta el *espacio exterior seguro* y hasta…” se sustituye por “hasta el *espacio exterior seguro*, dentro de los límites de la parcela, y hasta…”.
- En el apartado 2.1, punto 1, la letra g) se sustituye por: “Las señales de seguridad, excepto las que sean fotoluminiscentes conforme a DB SI 3-7.2 y SI 4-2.2;”
- En la sección SUA 6, apartado 1.2.4, punto 2, la referencia “será de color claro…” se sustituye por “será de color claro en su mayor parte,…”.
- En la sección SUA 7, apartado 1, el punto 1 se sustituye por “Con el fin de reducir el riesgo de causar daños a los peatones, esta sección se aplicará a las zonas de *uso Aparcamiento* de los edificios, tanto interiores como exteriores a los mismos, así como a las vías de circulación de vehículos existentes en los edificios en las que se prevea que también circulen peatones.”
- En el apartado 2, punto 1, la referencia “Las zonas de *uso Aparcamiento* dispondrán de un espacio de acceso y espera en su incorporación al exterior con una profundidad adecuada…” se sustituye por: “Las rampas para vehículos que desemboquen en zonas de circulación de peatones en sentido ascendente y en condiciones de reducida visibilidad, dispondrán de un espacio de acceso y espera previo a la zona peatonal con una profundidad adecuada…”.
- En el apartado 2, el punto 2 se sustituye por “Todo recorrido para peatones previsto por una rampa para vehículos de pendiente superior a 5%, excepto cuando únicamente esté previsto para caso de emergencia, tendrá una anchura de 80 cm, como mínimo, y estará

protegido mediante una barrera de protección de 80 cm de altura, como mínimo, o mediante acera.”

- Se elimina el título “3 Protección de recorridos peatonales” y los puntos “1” y “2” de dicho título se reenumeran como “3” y “4” del título “2 Características constructivas”.

- En el punto 3 reenumerado, la referencia “...los itinerarios peatonales de zonas de *uso público* se identificarán...” se sustituye por: “...los itinerarios peatonales de zonas de *uso público* tendrán una anchura de 0,80 m, como mínimo, no incluida en la anchura mínima exigible a los viales para vehículos y se identificarán...”.

- En el punto 4 reenumerado, la referencia “el punto 1 anterior...” se sustituye por “el punto 3 anterior...”.

- El título “4 Señalización” se reenumera como “3 Señalización”.

- En la sección SUA 9, apartado 1, punto 2, la referencia “...incluidas las unifamiliares y sus zonas exteriores privativas...” se sustituye por: “...incluidas las unifamiliares y las zonas exteriores privativas de cada una de ellas...”

- En el apartado 1.1.2, punto 1, segundo párrafo, la referencia “...que tengan elementos asociados a dichas viviendas o zonas comunitarias, tales como trastero o plaza de aparcamiento de la vivienda accesible, sala de comunidad, tendedero, etc.” se sustituye por: “...que tengan elementos asociados a dichas viviendas, tales como trastero o plaza de aparcamiento de la vivienda accesible, o bien zonas comunitarias, tales como aparcamiento, sala de comunidad, tendedero, etc.”

- En el apartado 1.1.2, punto 2, primer párrafo, la referencia “200 m² de *superficie útil* (ver definición en el anejo SI A del DB SI) excluida la superficie de *zonas de ocupación nula* en plantas sin entrada accesible al edificio, dispondrán...” se sustituye por “200 m² de *superficie útil* (ver definición en el anejo SI A del DB SI) en plantas sin entrada accesible al edificio, excluida la superficie de *zonas de ocupación nula*, dispondrán...”.

- En el apartado 1.1.2, punto 2, el segundo párrafo se sustituye por los siguientes dos párrafos:

“Las plantas que tengan elementos accesibles, tales como *plazas de aparcamiento accesibles, alojamientos accesibles, plazas reservadas, servicios higiénicos accesibles, etc.*, dispondrán de *ascensor accesible* o rampa accesible que las comunique con las de entrada accesible al edificio.

Dentro de un establecimiento, se admiten zonas de uso público que en el total del establecimiento sumen menos de 100 m² de *superficie útil* y que no estén comunicadas con las plantas accesibles del establecimiento mediante *ascensor accesible* o rampa accesible, siempre que en ellas no se presten servicios distintos a los que se prestan en las plantas accesibles del establecimiento.”

- En el apartado 1.1.3, el punto 1 se sustituye por “Los edificios de *uso Residencial Vivienda* dispondrán de un *itinerario accesible* que comunique, en cada planta, los accesos accesibles a ella (entrada principal accesible al edificio, *ascensor accesible* o previsión del mismo, rampa accesible) entre sí y con las viviendas, con las zonas de uso comunitario y

con los elementos asociados a *viviendas accesibles para usuarios de silla de ruedas*, tales como *trasteros*, *plazas de aparcamiento accesibles*, etc.”

- En el apartado 1.1.3, el punto 2 se sustituye por “Los edificios de otros usos dispondrán de un *itinerario accesible* que comunique, en cada planta, los accesos accesibles a ella (entrada principal accesible al edificio, *ascensor accesible*, *rampa accesible*) entre sí y con las zonas de *uso privado* exceptuando las *zonas de ocupación nula* y los recintos de menos de menos de 50 m², con las zonas de *uso público*, y con los elementos accesibles, tales como *plazas de aparcamiento accesibles*, *servicios higiénicos accesibles*, plazas reservadas en salones de actos y en zonas de espera con asientos fijos, *alojamientos accesibles*, *puntos de atención accesibles*, etc.”

- En el apartado 1.2.6, punto 1, la referencia “Siempre que sea exigible la existencia de aseos o de vestuarios por alguna disposición legal de obligado cumplimiento, existirá al menos:” se sustituye por “Cuando sean legalmente exigibles aseos o vestuarios, los de *uso privado* que sirvan a zonas de *uso privado* con más de 100 m² de *superficie útil* (ver definición en el Anejo A del DB SI) y más de 10 personas de ocupación determinada conforme a SI 3, y los de *uso público* en todo caso, tendrán al menos:”

- En el apartado 2.2, punto 5, la referencia “UNE 41501:2002” se sustituye por “UNE 41501”.

- En el anejo A Terminología, en la definición de *Ascensor accesible* la referencia “UNE EN 81-70:2004” se sustituye por “UNE-EN 81-70”.

- En la definición de *Itinerario accesible*, segundo guión Espacio para giro, la referencia “libre de obstáculos” se sustituye por “libre de obstáculos y libre del barrido de las puertas”.

- En la definición de *Itinerario accesible*, cuarto guión Puertas, en el primer guión la referencia “medida en el marco y aportada por no más de una hoja.” se sustituye por “medida en el marco y, si la puerta es manual, aportada por no más de una hoja.”, y en el quinto guión la referencia “las puertas de salida ≤ 25 N” se sustituye por “las puertas ≤ 25 N”.

- En la definición de *Plaza reservada para usuarios de silla de ruedas*, el segundo guión se sustituye por “Sus dimensiones son de 0,80 de anchura por 1,20 m de longitud como mínimo, en caso de aproximación frontal, y de 0,80 de anchura por 1,50 m de longitud como mínimo, en caso de aproximación lateral.

- En la definición de *Servicios higiénicos accesibles*, primer guión Aseo accesible, el tercer guión se sustituye por “Puertas que cumplen las condiciones del *itinerario accesible*. No son abatibles hacia el interior”.

- En la definición de *Servicios higiénicos accesibles*, segundo guión Vestuario con elementos accesibles, segundo guión Espacio de circulación, en el segundo guión la referencia “libre de obstáculos” se sustituye por “libre de obstáculos y libre del barrido de las puertas”, y el tercer guión se sustituye por “Puertas que cumplen las características del *itinerario accesible*. Las puertas de cabinas de vestuario, aseos y duchas accesibles no son abatibles hacia el interior”.

- En la definición de *Uso Administrativo*, el primer párrafo se sustituye por el siguiente “Edificio, establecimiento o zona en el que se desarrollan actividades de gestión o de

servicios en cualquiera de sus modalidades, como por ejemplo, centros de la administración pública, bancos, oficinas, despachos de abogados, oficinas técnicas, notarias, etc.”.

- En la definición de *Uso Administrativo*, después del segundo párrafo se incluye el siguiente “Los despachos profesionales destinados a otros usos, tales como consultas de médicos, dentistas, academias, etc., pueden considerarse de *uso Administrativo* cuando tengan menos de 100 m² de *superficie útil* y menos de 10 personas de ocupación.”.

- En la definición de *Uso público*, cuarto guión *uso Docente*, la referencia “las zonas de circulación...” se sustituye por “las zonas de circulación utilizables por los alumnos...”.

- En la definición de *Uso público*, séptimo guión *uso Residencial Público*, la referencia “las zonas de circulación, las zonas comunes de acceso a usuarios como comedores, salones, etc.” se sustituye por “las zonas comunes utilizables por los clientes, tales como comedores, salones, zonas de circulación, etc.

- En la definición de *Uso público*, al final de la definición se incluye el siguiente párrafo “Los establecimientos en los que las personas acuden citadas en un número limitado (se consideran como tales aquellos establecimientos con menos de 100 m² de *superficie útil* y menos de 10 personas de ocupación) y de forma personalizada, no están abiertos “al público”, por lo que sus zonas tales como recepción, información, salas de espera, etc., no se consideran de *uso público*.”.

- En la definición de *Uso restringido*, la referencia “pero excluidas las zonas comunes de los edificios de viviendas.” se sustituye por “pero excluidas las zonas comunes de los edificios de viviendas, tales como escaleras comunes, descansillos de acceso a viviendas, portales, aparcamiento, pasillos de comunicación a trasteros, zonas ajardinadas y deportivas, etc., así como las zonas de *uso Aparcamiento*.”

- En la definición de *Vivienda accesible para usuarios de silla de ruedas*, el primer guión Desniveles se sustituye por “Los desniveles se salvan mediante rampa accesible conforme al apartado 4 del SUA 1, plataforma elevadora vertical conforme al DA DB-SUA / 2 o *ascensor accesible*.”

- En la definición de *Vivienda accesible para usuarios de silla de ruedas*, cuarto guión Puertas, en el primer guión la referencia “medida en el marco y aportada por no más de una hoja.” se sustituye por “medida en el marco y, si la puerta es manual, aportada por no más de una hoja.”, y se añade un quinto guión “ Fuerza de apertura de las puertas ≤ 25 N (≤ 65 N cuando sean resistentes al fuego)“.

- En la definición de *Vivienda accesible para usuarios de silla de ruedas*, sexto guión Estancia principal, la referencia “libre de obstáculos considerando el amueblamiento de la estancia” se sustituye por “libre de obstáculos considerando el amueblamiento de la estancia y libre del barrido de las puertas”

- En la definición de *Vivienda accesible para usuarios de silla de ruedas*, séptimo guión Dormitorios, en el primer guión la referencia “libre de obstáculos considerando el amueblamiento del dormitorio” se sustituye por “libre de obstáculos considerando el amueblamiento del dormitorio y libre del barrido de las puertas”

- En la definición de *Vivienda accesible para usuarios de silla de ruedas*, octavo guión Cocina, en el primer guión la referencia “libre de obstáculos considerando el amueblamiento

de la cocina” se sustituye por “libre de obstáculos considerando el amueblamiento de la cocina y libre del barrido de las puertas”

- En la definición de *Vivienda accesible para usuarios de silla de ruedas*, noveno guión Baño, al menos uno, el segundo guión Puertas, se sustituye por “cumplen las condiciones de puertas de los *servicios higiénicos accesibles*.”
- En la definición de *Vivienda accesible para usuarios de silla de ruedas*, décimo guión Terraza, en el primer guión la referencia “libre de obstáculos” se sustituye por “libre de obstáculos y libre del barrido de las puertas”
- Se elimina el anejo C Normas relacionadas con la aplicación del DB SUA.

Nueve. El Documento Básico DB HS: Salubridad se modifica como sigue:

- En la Introducción, apartado III Criterios generales de aplicación, el tercer párrafo queda redactado de la siguiente forma: “Las citas a una disposición reglamentaria en los documentos básicos de salubridad se refieren a la versión vigente en cada momento. Las citas a normas se refieren a la versión que en cada momento se indique en el correspondiente documento de apoyo DA DB-HS/0 “Normas de aplicación” que a tales efectos publica el Ministerio de Fomento.”
- En la Introducción, el apartado “IV Condiciones particulares para el cumplimiento del DB HS” se renumera como apartado “V Condiciones particulares para el cumplimiento del DB HS”.
- En la Introducción, el apartado “V Terminología” se renumera como apartado “VI Terminología”.
- En la Introducción, se introduce un nuevo apartado IV que queda redactado de la siguiente forma:

“IV Criterios de aplicación en edificios existentes

Salvo en los casos en los que en este Documento Básico se establezca un criterio distinto, no se podrán reducir las condiciones preexistentes relacionadas con este requisito cuando éstas sean menos exigentes que las establecidas en este Documento Básico. Cuando sean más exigentes únicamente podrán reducirse hasta el nivel de este Documento Básico.

En los casos en los que pueda limitarse la intervención al mayor grado de adecuación a las exigencias de este Documento Básico compatible con las condiciones específicas del edificio, en la documentación final de la obra debe quedar constancia del nivel de prestación alcanzado y los condicionantes de uso y mantenimiento, si existen.

HS-1: Protección frente a la humedad

1. En edificios existentes, en las zonas o elementos del mismo que no hayan presentado, durante un periodo de tiempo suficientemente amplio, daños debidos a la humedad (tanto por filtración como por condensación) puede considerarse satisfecha la exigencia de protección frente a la humedad, al margen del procedimiento de verificación establecido en el Documento Básico. Por lo tanto, en intervenciones sobre edificios existentes, si no se actúa sobre ellos o la actuación sobre dichos elementos (u otros que

tuvieran incidencia sobre ellos) no implica merma de sus prestaciones en relación con la protección frente a la humedad (o si se producen mermas se introducen mediante medidas puntuales que las compensen), se podrá seguir considerando satisfecha la exigencia.

2. Si se interviene sobre elementos del edificio existente que presentan daños por humedad, por lo general, el procedimiento de verificación definido en esta sección no será directamente aplicable. La actuación será acorde al problema específico de humedad detectado, las características de los elementos afectados y al nivel de intervención posible y requerirá de estudio de evaluación específico.
3. .En cualquier tipo de intervención sobre un edificio existente (reformas o ampliaciones), en los elementos que se sustituyan o se incorporen nuevos para la verificación de la exigencia se aplicará el procedimiento definido en esta sección (o solución alternativa de acuerdo con lo establecido en la Parte I del CTE), salvo que se adopte una solución constructiva análoga a las empleadas en el edificio existente que pueda, de acuerdo con el primer párrafo, considerarse que satisface la exigencia.
4. Los puntos singulares (juntas y encuentros entre los diferentes elementos constructivos, pasos de instalaciones, etc...) deben tratarse adecuadamente para evitar que debiliten el conjunto. Las soluciones incluidas en esta sección pueden considerarse válidas tanto para los elementos de nueva incorporación como para aquellos que se sustituyan o modifiquen. No obstante, en los casos en que el punto singular implique algún elemento existente, se podrá adaptar la solución a las características específicas de los elementos existentes afectados y a los condicionantes de la intervención, pudiéndose adoptar soluciones tradicionales sancionadas por la práctica.

HS-3: Calidad del aire interior

1. Se debe adecuar el edificio para que se verifiquen las exigencias establecidas en el Documento Básico cuando:
 - a) se reforme íntegramente el edificio
 - b) se produzca un cambio de uso característico a residencial privado o
 - c) en el caso de ampliaciones, las partes ampliadas.

Cuando resulte técnicamente inviable o incompatible con la normativa urbanística o en edificios con valor histórico o arquitectónico reconocido, cuando pudiese alterar de manera inaceptable su carácter o aspecto, se permitirá limitar la intervención al mayor nivel de adecuación compatible con tales condiciones.

HS-4: Suministro de agua

1. Las partes existentes de la instalación sobre las que no sea preciso intervenir de acuerdo con los criterios establecidos a continuación, podrán conservarse en su estado actual siempre que no presenten daños antes de la intervención y que las condiciones de suministro y de calidad del agua suministrada puedan considerarse como aceptables. En caso contrario deberán establecerse las causas y adecuar la intervención a las mismas.

Reformas y ampliaciones

Calidad del agua

2. En cualquier intervención sobre edificios existentes en la que se modifique la red de suministro de agua, los elementos que se sustituyan o introduzcan nuevos cumplirán las condiciones establecidas, con carácter general en el Documento Básico, para garantizar la calidad del agua. Así mismo deberán disponerse los sistemas antirretorno que resulten necesarios para mantener las condiciones de calidad del agua, previas a la intervención, de la parte existente sobre la que no se intervenga.

Condiciones de suministro

3. En cualquier intervención sobre edificios existentes en la que se modifique la red de suministro de agua, la red deberá proyectarse y dimensionarse de forma que se cumplan las condiciones siguientes:
 - a) las partes de la instalación sobre las que no se intervenga mantengan al menos las condiciones de suministro (presión, caudal y temperatura de ACS, en su caso), existentes antes de la intervención, o las establecidas con carácter general en el Documento Básico en el caso de ser éstas menos restrictivas que las existentes inicialmente, y
 - b) las partes de la instalación que se sustituyan o introduzcan nuevas cumplan las condiciones mínimas de suministro (presión, caudal y temperatura de ACS), establecidas con carácter general en el Documento Básico respetándose los intervalos de velocidad establecidos en el mismo en función del material de la instalación.
4. En intervenciones de escasa entidad, cuando se modifique el emplazamiento de los puntos de suministro sin incrementar su número o capacidad, o cuando un incremento reducido en el número o la capacidad de los aparatos receptores de la instalación conlleve modificaciones importantes (desproporcionadas) en la instalación para garantizar las condiciones de suministro establecidas con carácter general en el Documento Básico, en las partes afectadas por la intervención podrán adoptarse justificadamente soluciones que permitan el mayor grado de adecuación posible.

Ahorro de agua

5. Sólo será necesario disponer un sistema de contabilización independiente para cada unidad de consumo individualizable si la intervención afecta de forma global al edificio.
6. Se dispondrá una red de retorno para agua caliente sanitaria cuando fruto de la intervención se incremente la longitud de la tubería de ida a cualquier punto de consumo por encima de los 15 m o se introduzcan nuevas tuberías que superen dicha longitud.
7. En las áreas objeto de intervención, con independencia de que se intervenga o no sobre el resto de la red de suministro, los grifos de los lavabos y las cisternas situados en zonas de pública concurrencia, se dotarán de dispositivos de ahorro de agua.

Cambio de uso

1. Cuando se realice un cambio de uso, en la zona afectada por el mismo la instalación deberá cumplir las condiciones establecidas con carácter general en el Documento Básico para garantizar la calidad del agua y las condiciones de suministro y de ahorro de agua. Si como consecuencia de esta obligación fuera necesario intervenir sobre la instalación, la intervención se realizará de acuerdo a lo establecido anteriormente para ampliaciones o reformas.

En las áreas afectadas por el cambio de uso, con independencia de que se intervenga o no sobre el resto de la red de suministro, los grifos de los lavabos y las cisternas situados en zonas de concurrencia pública se dotarán de dispositivos de ahorro de agua.

HS-5: Evacuación de aguas

1. Las partes existentes de la instalación sobre las que no sea preciso intervenir de acuerdo con los criterios establecidos a continuación, podrá conservarse en su estado actual siempre que no presenten daños antes de la intervención y que las condiciones de evacuación puedan considerarse como aceptables. En caso contrario deberán establecerse las causas y adecuar la intervención a las mismas.

Configuración del sistema de evacuación

2. Sólo será necesario adecuar la instalación a las condiciones establecidas en el Documento Básico relativas a la configuración del sistema de evacuación (redes mixtas o separativas), cuando se reforme íntegramente el edificio o se renueve toda la red de evacuación. Cuando sea técnicamente inviable se permitirá limitar la instalación al mayor grado de adecuación posible.

Condiciones de la instalación

3. En cualquier intervención sobre edificios existentes en la que se modifique la instalación de evacuación de aguas, la red deberá proyectarse y dimensionarse de forma que se cumplan las condiciones siguientes:
 - a) las partes de la instalación sobre las que no se intervenga mantengan al menos las condiciones de evacuación de caudales, estanqueidad y ventilación existentes antes de la intervención, o las establecidas con carácter general en el Documento Básico en el caso de ser éstas menos restrictivas que las existentes inicialmente.
 - b) las partes de la instalación que se sustituyan o introduzcan nuevas cumplan las condiciones mínimas establecidas con carácter general en el Documento Básico.“
- En el índice de la Sección HS4, las referencias “2.1 Propiedades de la instalación” y “2.2 Señalización”, se sustituyen por “2.1 Calidad del agua” y “2.2 Condiciones mínimas de suministro”.
 - En el índice de la Sección HS4, la referencia “3.6 Ahorro de agua” se elimina.

- En el índice de la Sección HS4, la referencia “4.1 Reserva de espacio en el edificio” se sustituye por “4.1 Reserva de espacio en el edificio para el alojamiento del contador general”.
- En el índice de la Sección HS4, la referencia “5.2 Puesta en servicio” se sustituye por “5.2 Control de la obra terminada. Puesta en servicio”.
- En el índice de la Sección HS4, las referencias “6.1 Condiciones generales de los materiales”, “6.2 Condiciones particulares de las conducciones”, “6.3 Incompatibilidades” se sustituyen por “6.1 Características exigibles a los productos” y “6.2 Control de recepción en obra de productos”.
- En el índice de la Sección HS4, la referencia “Apéndice C Normas de referencia” se elimina.
- En el índice de la Sección HS4, la referencia “Apéndice D Simbología” se elimina.
- En el índice de la Sección HS5, se añaden las referencias “2.1 Configuración del sistema de evacuación” y “2.2 Condiciones generales de la instalación”.
- En el índice de la Sección HS5, las referencias “3.1 Condiciones generales de la evacuación”, “3.2 Configuraciones de los sistemas de evacuación”, “3.3 Elementos que componen las instalaciones”, se sustituyen por “3.1 Elementos de la red de evacuación”, “3.2 Elementos especiales” y “3.3 Sistemas de ventilación de las instalaciones”.
- En el índice de la Sección HS5, la referencia “5.6 Pruebas” se sustituye por “5.6 Control de la obra terminada”.
- En el índice de la Sección HS5, las referencias “6.1 Características generales de los materiales”, “6.2 Materiales de las canalizaciones”, “6.3 Materiales de los puntos de captación” y “6.4 Condiciones de los materiales de los accesorios”, se sustituyen por “6.1 Características exigibles a los productos” y “6.2 Control de recepción en obra de productos”.
- En el índice de la Sección HS5, la referencia “Apéndice C Normas de referencia” se elimina.
- En la sección HS 1, el apartado 1.1 Ámbito de aplicación, queda de la siguiente manera:
 1. Esta sección se aplica a todos los edificios incluidos en el ámbito de aplicación general del CTE. En las intervenciones sobre edificios existentes se tendrá en consideración lo indicado en el punto IV de la introducción.
 2. En los edificios se aplica a los cerramientos que están en contacto con el aire exterior (fachadas y cubiertas) y con el terreno (muros y suelos). Los suelos elevados se consideran suelos que están en contacto con el terreno. Las medianerías que vayan a quedar descubiertas porque no se ha edificado en los solares colindantes o porque la superficie de las mismas excede a las de las colindantes se consideran fachadas. Los suelos de las terrazas y los de los balcones se consideran cubiertas.
 3. La comprobación de la limitación de humedades de condensación superficiales e intersticiales debe realizarse según lo establecido en la sección HE-1 Limitación de la demanda energética del DB HE Ahorro de energía.”

- En el apartado 1.2, en el punto 2, c), i), la referencia “al apartado” se sustituye por “el apartado”.
- En el apartado 2.1.2, la tabla 2.2 se sustituye por la siguiente:

		<i>Muro de gravedad</i>			<i>Muro flexorresistente</i>			<i>Muro pantalla</i> ⁽⁴⁾		
		<i>Imp. interior</i>	<i>Imp. exterior</i>	<i>Parcialmente estanco</i>	<i>Imp. interior</i>	<i>Imp. exterior</i>	<i>Parcialmente estanco</i>	<i>Imp. interior</i>	<i>Imp. exterior</i>	<i>Parcialmente estanco</i>
<i>Grado de impermeabilidad</i>	≤1	I2+D1	I2+I3+D1	V1	C1+I2+D1	I2+I3+D1	V1	C1+C2+I2	C2+I2	
	≤3	C3+I1+D1+D3 ⁽³⁾	I1+I3+D1+D3	D4+V1	C1+C3+I1+D1+D3 ⁽²⁾	I1+I3+D1+D3	D4+V1	C1+C2+I1	C2+I1	D4+V1
	≤5		I1+I3+D1+D2+D3	D4+V1 ⁽¹⁾		I1+I3+D1+D2+D3	D4+V1	C1+C2+I1	C2+I1	D4+V1

⁽¹⁾ Solución no aceptable para más de un sótano con un *grado de impermeabilidad* mayor que 4.

⁽²⁾ Solución no aceptable para más de dos sótanos con un *grado de impermeabilidad* mayor que 2.

⁽³⁾ Solución no aceptable para más de tres sótanos.

⁽⁴⁾ En los *muros pantalla* prefabricados de hormigón en los que no se pueda impermeabilizar exteriormente y no se disponga *impermeabilización* interior, la *impermeabilización* debe proporcionarla el propio muro.

- En el apartado 2.1.2, en el punto 2, C), C1, la referencia “Cuando el muro se construya in situ debe utilizarse hormigón hidrófugo.” se sustituye por “Cuando el muro sea de hormigón debe utilizarse *hormigón hidrófugo*.”
- En el apartado 2.1.2, en el punto 2, I), I1, la referencia “En los muros pantalla construidos con excavación la impermeabilización se consigue mediante la utilización de lodos bentoníticos.” se sustituye por “En el caso de *impermeabilización* exterior también puede realizarse mediante la colocación en el extradós del muro de una barrera geosintética expansiva, tales como una bentonita de sodio o un polímero.”
- En el apartado 2.1.2, en el punto 2, I), I2, se elimina la referencia “En los *muros pantalla* construidos con excavación la *impermeabilización* se consigue mediante la utilización de lodos bentoníticos.”
- En el apartado 2.1.2, en el punto 2, D), D1, el primer párrafo se sustituye por el siguiente “Debe disponerse una capa drenante y una capa filtrante entre el muro y el terreno o, cuando existe una capa de *impermeabilización*, entre ésta y el terreno. La capa drenante puede estar constituida por una lámina drenante, grava (excepto en el caso de empleo de manta de bentonita de sodio como I1), una fábrica de bloques de arcilla porosos, un sistema prefabricado u otro material que produzca el mismo efecto”.
- En el apartado 2.1.2, en el punto 2, D), D2, la segunda frase se sustituye por la siguiente “El pozo debe tener 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 cualquier sistema de recogida para su reutilización posterior o, de no existir, a la red de saneamiento.”
- En el apartado 2.1.2, en el punto 2, D), la referencia D3 se sustituye por la siguiente “Debe colocarse en el arranque del muro un tubo drenante conectado a cualquier sistema de recogida para su reutilización posterior o, de no existir, a la red de saneamiento y, cuando

dicha conexión esté situada por encima de la red de drenaje, al menos una cámara de bombeo con dos bombas de achique.”

- En el apartado 2.1.2, en el punto 2, D), la referencia D4, se sustituye por la siguiente “Deben construirse canaletas de recogida de agua en la cámara del muro conectadas a cualquier sistema de recogida para su reutilización posterior o, de no existir, a la red de saneamiento y, cuando dicha conexión esté situada por encima de las canaletas, al menos una cámara de bombeo con dos bombas de achique.”
- En el apartado 2.1.2, en el punto 2, D), se elimina la referencia D5.
- El apartado 2.1.3.1, en el punto 3, se sustituye la referencia “relizarse” por “realizarse”.
- El apartado 2.1.3.6 se sustituye por el texto siguiente, eliminándose la figura 2.2 y renumerándose consecuentemente el resto de figuras del documento:

“1 En las juntas verticales de los muros de fábrica impermeabilizados con lámina deben disponerse los siguientes elementos:

- a) si el GI es 4 o mayor, primero un cordón de relleno compresible y un sellado con masilla elástica;
- b) pintura de imprimación en la superficie del muro extendida en una anchura de 25 cm como mínimo centrada en la junta;
- c) una banda de refuerzo del mismo material que el *impermeabilizante* con una armadura y de una anchura de 30 cm como mínimo centrada en la junta y rehundido hacia el interior de la junta para poder albergar el cordón de relleno que se menciona a continuación;
- d) un cordón de relleno compresible y compatible químicamente con la *impermeabilización*;
- e) la lámina *impermeabilizante* del muro hasta el borde de la junta;
- f) una banda de terminación de 45 cm de anchura como mínimo centrada en la junta, del mismo material que la de refuerzo y adherida a la lámina.

2 En las juntas verticales de los muros de fábrica impermeabilizados con productos líquidos deben disponerse los siguientes elementos, o cualquier otro que produzca el mismo efecto:

- a) un cordón de relleno compresible y compatible químicamente con la impermeabilización;
- b) sellado de la junta con una masilla elástica;
- c) la *impermeabilización* del muro hasta el borde de la junta;
- d) una banda de refuerzo de una anchura de 30 cm como mínimo centrada en la junta y del mismo material que el *impermeabilizante* con una armadura o una banda de lámina impermeable.

3 En el caso de muros hormigonados in situ, para la *impermeabilización* de las juntas verticales y horizontales, debe disponerse una banda elástica embebida en los dos testeros de ambos lados de la junta o un perfil expansivo situado en el canto.

4 Las juntas horizontales de los muros de hormigón prefabricado deben sellarse con *mortero hidrófugo* de baja retracción, con un sellante a base de poliuretano u otros productos que produzcan el mismo efecto.

5 Las juntas verticales de los muros de hormigón prefabricado deben sellarse según el procedimiento indicado para los muros de fábrica o con productos sellantes y expansivos previendo en fábrica o practicando in situ el alojamiento necesario para aplicarlos.”

- En el apartado 2.2.2, la tabla 2.4 se sustituye por la siguiente:

<i>Muro flexorresistente o de gravedad</i>							
<i>Suelo elevado</i>			<i>Solera o placa</i>				
<i>Sub-base</i>		<i>Inyecciones</i>	<i>Sin intervención</i>	<i>Sub-base</i>		<i>Sin intervención</i>	
		<i>Inyecciones</i>	<i>Sin intervención</i>	<i>Inyecciones</i>	<i>Sin intervención</i>		
Grado de impermeabilidad	≤1		V1		D1	C2+C3+D1	
	≤2	C2	V1	C2+C3	C2+C3+D1	C2+C3+I1+D1	
	≤3	I2+S1+S3+V1	I2+S1+S3+V1	I2+D4+S1+S3+V1	C1+C2+C3+I2+D1+D2+S1+S2+S3	C1+C2+C3+I1+I2+D1+D2+S1+S2+S3	C1+C2+C3+I1+I2+D1+D2+S1+S2+S3
	≤4	I2+S1+S3+V1	I2+D4+S1+S3+V1		C1+C2+C3+I2+D1+D2+P2+S1+S2+S3	C1+C2+C3+I1+I2+D1+D2+P2+S1+S2+S3	C1+C2+C3+I1+I2+D1+D2+D4+P1+P2+S1+S2+S3
	≤5	I2+S1+S3+V1	I2+D4+P1+S1+S3+V1		C1+C2+C3+I2+D1+D2+P2+S1+S2+S3	C1+C2+C3+I1+I2+D1+D2+P1+P2+S1+S2+S3	C1+C2+C3+I1+I2+D1+D2+D4+P1+P2+S1+S2+S3 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Solución no aceptable para solera.

<i>Muro pantalla</i>							
<i>Suelo elevado</i>			<i>Solera o placa</i>				
<i>Sub-base</i>		<i>Inyecciones</i>	<i>Sin intervención</i>	<i>Sub-base</i>		<i>Sin intervención</i>	
		<i>Inyecciones</i>	<i>Sin intervención</i>	<i>Inyecciones</i>	<i>Sin intervención</i>		
Grado de impermeabilidad	≤1		V1		D1	C2+C3+D1	
	≤2		V1	C2+C3	C2+C3+D1	C2+C3+I1+D1	
	≤3	S3+V1	S3+V1	D4+S3+V1	C1+C2+C3+D1+D2+P2+S2+S3	C1+C2+C3+D1+D2+P2+S2+S3	C1+C2+C3+I1+D1+D3+D4+P2+S2+S3
	≤4	S3+V1	D4+S3+V1	D3+D4+S3+V1	C1+C2+C3+D1+D2+P2+S2+S3	C1+C2+C3+D1+D2+P2+S2+S3	C1+C2+C3+I1+D1+D3+D4+P1+P2+S2+S3
	≤5	S3+V1	D3+D4+S3+V1		C1+C2+C3+D1+D2+P2+S2+S3	C1+C2+C3+D1+D2+P2+S2+S3	C1+C2+C3+I1+D1+D3+D4+P1+P2+S2+S3

- En el apartado 2.2.2, en el punto 2, I), I1, el cuarto párrafo se sustituye por el siguiente: “Cuando el suelo sea una placa, la lámina debe estar formada por dos capas.”
- En el apartado 2.2.2, en el punto 2, D), D2, el texto se sustituye por el siguiente: “Deben colocarse tubos drenantes, conectados a cualquier sistema de recogida para su reutilización posterior o, de no existir, a la red de saneamiento, en el terreno situado bajo el suelo y,

cuando dicha conexión esté situada por encima de la red de drenaje, al menos una cámara de bombeo con dos bombas de achique.”

- En el apartado 2.2.2, en el punto 2, D), D3, el texto se sustituye por el siguiente: “La red de *drenaje* debe comprender, además de lo exigido en la condición D2, tubos dispuestos paralelamente junto al *muro pantalla* a un metro por debajo del suelo”.
- En el apartado 2.2.2, en el punto 2, D), D4, el texto se sustituye por el siguiente: “Debe disponerse un pozo drenante por cada 800 m² en el terreno situado bajo el suelo. El diámetro interior del pozo debe ser como mínimo igual a 70 cm. El pozo debe disponer de una envolvente filtrante capaz de impedir el arrastre de finos del terreno. Deben disponerse dos bombas de achique, una conexión para la evacuación a cualquier sistema de recogida para su reutilización posterior o, de no existir, a la red de saneamiento y un dispositivo automático para que el achique sea permanente.”
- En el apartado 2.2.3.1, el punto 3 se sustituye por “Cuando el muro sea un *muro pantalla* hormigonado in situ, el suelo debe encastrarse en él abriéndose una roza horizontal y debe sellarse la unión con un material sellante y expansivo.”, eliminándose los apartados a) y b).
- En el apartado 2.2.3.1, se elimina la figura 2.3, renumerándose las siguientes.
- En el apartado 2.2.3.1, en el punto 4 se elimina la referencia “(Véase la figura 2.3)”.
- En el apartado 2.2.3.2, el punto 1 se sustituye por el siguiente “Cuando en una intervención en un edificio existente el suelo se impermeabilice por el interior, la partición no debe apoyarse sobre la capa de *impermeabilización*, sino sobre la capa de protección de la misma.”
- En el apartado 2.3.1, en el punto 1, apartado a), se sustituye la referencia “figura 2.4” por “figura 2.2”.
- En el apartado 2.3.1, en el punto 1, apartado b), se sustituye la referencia “figura 2.5” por “figura 2.3”.
- En el apartado 2.3.1, se sustituye la figura 2.5 antigua por la siguiente:



- En el apartado 2.3.2, en el punto 2, B), B3, en el cuarto apartado dentro del guión referente a la cámara de aire ventilada y al aislante no hidrófilo, las unidades cm^2 y m^2 se sustituyen por cm^2 y m^2 .
- En el apartado 2.3.2, en el punto 2, H), H1, el texto se sustituye por el siguiente “Debe utilizarse un material de *higroscopicidad* baja, que corresponde a una fábrica de:
 - ladrillo o bloque cerámico de *succión* $\leq 4,5 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{min}$, según el ensayo descrito en UNE EN 772-11;
 - ladrillo o bloque de hormigón de *succión* $\leq 75 \text{ g/m}^2 \cdot \text{s}$, según el ensayo descrito en UNE EN 772-11;
 - piedra natural de *absorción* $\leq 2\%$, según el ensayo descrito en UNE-EN 13755.”
- En el apartado 2.3.3.1, en el punto 2, se sustituye la referencia “figura 2.6” por “figura 2.4”.
- En el apartado 2.3.3.2, en el punto 2, se sustituye la referencia “figura 2.7” por “figura 2.5”.
- En el apartado 2.3.3.3, en el punto 1, se sustituye la referencia “figura 2.8” por “figura 2.6”.
- En el apartado 2.3.3.4, en el punto 2, se sustituye la referencia “figura 2.9” por “figura 2.7”.
- En el apartado 2.3.3.5, en el punto 2, se sustituye la referencia “figura 2.10” por “figura 2.8”.

- En el apartado 2.3.3.5, en el punto 3, apartado a), se sustituye la referencia “figura 2.10” por “figura 2.8”.
- En el apartado 2.3.3.6, en el punto 1, se sustituye la referencia “figura 2.11” por “figura 2.9”.
- En el apartado 2.3.3.6, el punto 4 se sustituye por el siguiente: “El vierteaguas debe tener una pendiente hacia el exterior de 3% como mínimo, debe ser impermeable o disponerse, con interposición de una capa de agarre, sobre una barrera impermeable fijada al cerco o al muro que se prolongue por la parte trasera y por ambos lados del vierteaguas y que tenga una pendiente hacia el exterior de 3% como mínimo. El vierteaguas debe disponer de un goterón en la cara inferior del saliente, separado del paramento exterior de la fachada al menos 2 cm, y su entrega lateral en la jamba debe ser de 2 cm como mínimo (Véase la figura 2.10).”
- En el apartado 2.3.3.7, en el punto 2, se sustituyen las dos referencias “10°” por “3%”.
- En el apartado 2.3.3.9, en el punto 1, se sustituye la referencia “10°” por “3%”.
- Se introduce el siguiente apartado: “**2.3.3.10 Huecos y accesos a cubiertas**
1 Los accesos a las cubiertas y los huecos situados en una fachada contigua a una cubierta en la que el agua no se vierta libremente, deben disponerse a una altura de 20 cm como mínimo por encima de la capa de *impermeabilización* de la cubierta.”
- En el apartado 2.4.2, en el punto 1, el primer párrafo se sustituye por el siguiente: “Las cubiertas deben disponer por encima del soporte resistente de los elementos siguientes:”
- En el apartado 2.4.2, en el punto 1, el párrafo c) se sustituye por el siguiente: “una *capa separadora* bajo el *aislante térmico*, cuando deba evitarse el contacto entre materiales químicamente incompatibles o, en cubiertas invertidas, la adherencia entre el *aislante térmico* y la impermeabilización;”
- En el apartado 2.4.2, en el punto 1, el párrafo g) ii) se sustituye por el siguiente: “la impermeabilización tenga una resistencia pequeña al punzonamiento estático, en este caso la *capa separadora* debe ser antipunzonante;”
- En el apartado 2.4.3.1, en la tabla 2.9 se elimina la nota (1) y la tabla 2.10 se sustituye por la siguiente:

Tabla 2.10 Pendientes de cubiertas inclinadas

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

Galvanizados	Perfiles de ondulado pequeño	15
	Perfiles de grecado o nervado grande	5
	Perfiles de grecado o nervado medio	8
	Perfiles de nervado pequeño	10
	Paneles	5
Aleaciones ligeras	Perfiles de ondulado pequeño	15
	Perfiles de nervado medio	5
Bituminosas	Placa en sistema monocapa	25
	Placa en sistema bicapa	15

- En el apartado 2.4.3.5, en el punto 2, el primer párrafo se sustituye por el siguiente: “Se pueden usar los materiales o sistemas que figuran a continuación u otros que produzcan el mismo efecto:”
- En el apartado 2.4.3.5.1, en el punto 1 se elimina la referencia “con mortero”.
- En el apartado 2.4.3.5.4, el punto 1 se sustituye por el siguiente: “La capa de rodadura puede ser aglomerado asfáltico, hormigón, adoquinado u otros materiales de características análogas.”
- En el apartado 2.4.3.5.4, el punto 2 se sustituye por el siguiente: “Cuando el aglomerado se utilice en caliente sobre una impermeabilización que no resista altas temperaturas debe protegerse ésta de la agresión térmica.”
- En el apartado 2.4.3.5.4, el punto 3 se sustituye por el siguiente: “Cuando el aglomerado asfáltico se vierta sobre una capa de mortero dispuesta sobre la *impermeabilización*, debe interponerse entre estas dos últimas capas, para evitar la adherencia entre ellas, una *capa separadora*, armada de tal manera que se evite su fisuración.”
- En el apartado 2.4.4.1.1, el punto 1 se sustituye por el siguiente: “Deben disponerse juntas de dilatación de la cubierta coincidiendo con las *limatesas* y la distancia entre juntas de dilatación contiguas debe ser como máximo 15 m. En el encuentro con un paramento vertical o en una junta estructural debe disponerse una junta de dilatación. Las juntas deben afectar a las distintas capas de la cubierta a partir del elemento que sirve de soporte resistente. Los bordes de las juntas de dilatación deben ser romos, con un ángulo de 45° aproximadamente, y la anchura de la junta debe ser mayor que 3 cm.”
- En el apartado 2.4.4.1.1, en el punto 2, el apartado a) se sustituye por el siguiente: “coincidiendo con las juntas de dilatación de la cubierta;”.
- En el apartado 2.4.4.1.1, el punto 3 se sustituye por el siguiente: “Las juntas de dilatación deben sellarse adecuadamente según el sistema de *impermeabilización* empleado. El sellado debe quedar enrasado con la superficie de la *capa de protección* de la cubierta para evitar la retención de agua”.
- En el apartado 2.4.4.1.2, en el punto 1, se sustituye la referencia “figura 2.13” por “figura 2.11”.
- En el apartado 2.4.4.1.3, el punto 1 se sustituye por “El encuentro debe realizarse de una de las formas siguientes:
 - a) prolongando la *impermeabilización* 5 cm como mínimo sobre el frente del alero o de la fachada y fijándola para impedir que la levante el viento; o
 - b) disponiendo un perfil angular,

- i) que tenga un ala de 10 cm como mínimo anclada al faldón, de tal forma que la separación entre el ala que cuelga y el borde sea 2 cm como mínimo, a modo de goterón, y
 - ii) prolongando la *impermeabilización* sobre el ala horizontal de tal forma que cubra toda su superficie.”
- En el apartado 2.4.4.1.4, en el punto 3, se sustituye la referencia “figura 2.14” por “figura 2.12”.
- En el apartado 2.4.4.1.5, en el punto 3, se sustituye la referencia “figura 2.15” por “figura 2.13”.
- En el apartado 2.4.4.1.9, se elimina el punto 1 y se renumera el 2 como 1.
- En el apartado 2.4.4.1.9, el punto 2 antiguo se sustituye por “Los accesos y los huecos situados en la cubierta deben realizarse disponiendo alrededor del hueco un antepecho de una altura por encima de la *capa de protección* de la cubierta de 20 cm como mínimo e impermeabilizado según lo descrito en el apartado 2.4.4.1.2.”
- En el apartado 2.4.4.2.1, en el punto 4, se sustituye la referencia “figura 2.16” por “figura 2.14”.
- En el apartado 2.4.4.2.6, en el punto 1, se sustituye la referencia “limahoya” por “limahoyas”.
- En el apartado 2.4.4.2.9, en el punto 5, en los apartados a), b) y c) se sustituyen las referencias “figura 2.17” por “figura 2.15”.
- En el apartado 3.3, el punto 2 se sustituye por el siguiente: “El volumen de cada *cámara de bombeo* debe calcularse para el caudal de agua a evacuar, teniendo en cuenta el caudal de evacuación de la bomba que se vaya a instalar y que el número de arranques por hora no debe ser mayor que 12.”
- En el apartado 3.3, se elimina la tabla 3.4.
- En el apartado 4.1.1, en el punto 2 se sustituye la referencia “definen ”por “caracterizan” y se elimina la referencia “g/(m².s^{0,5}) ó”.
- En el apartado 4.1.1, en el punto 3 se sustituye la referencia “definen ”por “caracterizan”.
- En el apartado 4.1.1, en el punto 4 se sustituye la referencia “Los productos para la” por “Las láminas de” y se sustituye la referencia “definen ”por “caracterizan”.
- En el apartado 4.1.1, en el punto 4 se sustituye la referencia “raices” por “raíces”.
- En el apartado 4.1.1, en el punto 4, apartado k), se sustituye la referencia “N/5 cm” por “N/50 mm”.
- En el apartado 4.1.2, se eliminan los párrafos 1 y 2, renumerándose el 3 consecuentemente.
- En el apartado 5.1.1.4.1, el punto 5 se sustituye por el siguiente: “El espesor de la capa de resina debe estar comprendido entre 300 y 500 μm de tal forma que cubra una banda a partir del encuentro de 10 cm de anchura como mínimo.”

- En el apartado 5.1.2.4., en el punto 2 se sustituye la referencia “lamina” por “lámina”
- En el apartado 5.1.3.1, el punto 1 se sustituye por el siguiente: “Cuando la *hoja principal* sea de ladrillo, las piezas deben sumergirse en agua brevemente antes de su colocación, excepto los ladrillos hidrofugados y aquellos cuya *succión* sea inferior a $1 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{min})$ según el ensayo descrito en UNE EN-772 11. Cuando se utilicen juntas con resistencia a la filtración alta o media, el material constituyente de la hoja debe humedecerse antes de colocarse.”
- En el apartado 5.1.3.1, en el punto 4 se inserta una coma entre la referencia “forjados” y la referencia “el”.
- En el apartado 6, en la tabla 6.1, en la fila de suelos, la referencia “Comprobación del estado de las bombas de achique, incluyendo las de reserva, si hubiera sido necesarias su implantación para poder garantizar el drenaje” se sustituye por “Comprobación del estado de las bombas de achique, incluyendo las de reserva”.
- En el apéndice A Terminología, en la definición de aislante no hidrófilo, la referencia “UNE-EN 1609:1997” se sustituye por “UNE-EN 1609” y la referencia “UNE-EN 12087:1997” se sustituye por “UNE-EN 12087”.
- En el apéndice A Terminología, en la definición de capa separadora, el primer párrafo se sustituye por el siguiente “capa que se intercala entre distintos *componentes* para todas o algunas de las finalidades siguientes:”
- En el apéndice A Terminología, en la definición de capa separadora, en el apartado b), se elimina la referencia “a la membrana”.
- En el apéndice A Terminología, se elimina la definición de cubrejunta.
- En el apéndice A Terminología, en la definición de permeabilidad al vapor de agua, se sustituye la referencia “ $\text{g} \cdot \text{cm} / (\text{mmHg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{día})$ ” por “ $\text{g} \cdot \text{cm} / (\text{mmHg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{día})$ ”.
- En el apéndice A Terminología, en la definición de pintura impermeabilizante, se elimina la referencia “y la absorción”.
- En el apéndice A Terminología, en las entradas de sistema adherido, sistema fijado mecánicamente y sistema no adherido se añade antes de los dos puntos la referencia “(de *impermeabilización*)”.
- En el apéndice A Terminología, se elimina la definición de sistema semiadherido.
- En la sección HS 2, en el apartado 1.1, el punto 2 se sustituye por “Para los edificios con otros usos de nueva construcción la demostración de la conformidad con las exigencias básicas debe realizarse mediante un estudio específico adoptando criterios análogos a los establecidos en esta sección.”
- En el apartado 1.2, en el punto 2, en los apartados a) y b), se añade al final la referencia “en ausencia de normativa urbanística que lo regule;”
- En el apartado 2.1.2.1, la formula (2.1) se sustituye por la siguiente:

$$S = 0,8 \cdot P \cdot \sum (T_f \cdot G_f \cdot C_f)$$
- En el apartado 2.1.2.1, en el punto 1, en la leyenda, en la referencia G_f , se sustituye la referencia “Varios” por “Resto”.

- En el apartado 2.1.2.1, en el punto 1, en la leyenda, en la referencia G_f , se sustituye el valor de resto por “13,43”.
- En el apartado 2.1.2.1, en el punto 1, en la leyenda, se elimina la referencia “ M_f ”.
- En el apartado 2.1.2.2, la fórmula (2.2) se sustituye por la siguiente: “ $S_R = P \cdot \sum (F_f)$ ”.
- En el apartado 2.1.2.2, en la tabla 2.2, la referencia “Varios” se sustituye por “Resto”.
- En el apartado 2.1.2.2, en la tabla 2.2, el valor de F_f correspondiente a la fracción resto se sustituye por 0,048.
- En el apartado 2.1.2.2, en el punto 1, en la leyenda, se elimina la referencia “ M_f ”.
- En el apartado 2.2.4, en el punto 2, en el apartado b) se elimina la referencia “:1994”.
- En el apartado 2.3, en la tabla 2.3 se sustituye la referencia “Varios” por “Resto”.
- En el apéndice A Terminología, en la definición de factor de fracción, la referencia “Varios” se sustituye por “Resto” y su valor por “13,43”.
- En el apéndice A Terminología, en la definición de factor de fracción, en la tabla A.2, la referencia “Varios” se sustituye por “Resto”
- En el apéndice A Terminología, en la definición de factor de fracción, en la tabla A.2, para la fracción resto, se sustituye el valor correspondiente a T_f por “1”, a G_f por “13,43⁽¹⁾” y el correspondiente a F_f por “0,048”.
- En el apéndice A Terminología, en la definición de factor de fracción, en la tabla A.2 se añade la nota “(1) Este valor está sobredimensionado para contemplar la posibilidad de que los ocupantes del edificio no separen las distintas fracciones. De esta manera, este valor se obtiene de la suma del valor estimado de G_f relativo a la fracción resto (1,50) y de los valores correspondientes al resto de fracciones establecidos en esta tabla.”
- En el apéndice A Terminología, en la definición de residuos ordinarios, en la tabla A.3 la referencia “Varios ⁽¹⁾” se sustituye por “Resto” y se elimina la nota (1).
- En el apéndice B se elimina la notación M_f .
- En la sección HS 3 el apartado 1.1 Ámbito de aplicación, queda de la siguiente forma:
 - 1 “Esta sección se aplica a todos los edificios incluidos en el ámbito de aplicación general del CTE.
 - 2 Las intervenciones sobre edificios existentes se realizarán de acuerdo con lo indicado en el punto IV de la introducción.
 - 3 Esta sección se aplica a los siguientes usos de edificios:
 - a) de viviendas,
 - b) de garaje o aparcamiento,
 - c) y otros edificios en los que exista cualquiera de los usos anteriores.
 - 4 En los edificios de viviendas se aplica a éstas, a los almacenes de residuos, a los trasteros, y a los aparcamientos y garajes.
 - 5 En los edificios en los que haya locales destinados a otros usos además de vivienda o aparcamiento sólo se aplica a éstos últimos.
 - 6 Para edificios y locales de cualquier otro uso se considera que se cumple la exigencia básica si se observan las condiciones establecidas en el RITE.”

- En el apartado 2, el punto 3 se sustituye por “Los caudales para los dormitorios, salas de estar y comedores se han fijado suponiendo una ocupación permanente. Para otras hipótesis en las que se tenga en cuenta que la ocupación real puede ser inferior a la especificada anteriormente e incluso puede ser no permanente, los caudales pueden reducirse o adaptarse a las necesidades reales.”
- En el apartado 3.1.1, punto 1, subapartado c) la referencia "UNE-EN 12207:2000" se sustituye por " UNE-EN 12207".
- En el apartado 3.1.1, punto 1, subapartado d) se añade al final “No obstante podrán utilizarse *conductos de admisión* si el sistema de ventilación funciona en régimen natural durante un 30% del tiempo anual como mínimo;”
- En el apartado 3.1.1, punto 3, la referencia “Cuando este conducto sea compartido por varios extractores, cada uno de éstos debe estar dotado de una válvula automática que mantenga abierta su conexión con el conducto sólo cuando esté funcionando o de cualquier otro sistema antirrevoco” debe sustituirse por “Este sistema debe estar dotado de un mecanismo automático que mantenga abierta la conexión del *extractor* con el conducto sólo cuando el mismo esté funcionando o de cualquier otro sistema antirrevoco”
- En el apartado 3.1.4.2, punto 5, la referencia “En los aparcamientos compartimentados” debe sustituirse por “En las zonas donde haya aparcamientos compartimentados”
- En el apartado 3.1.4.2, el punto 6 se sustituye por “Para reducir a límites aceptables el riesgo de que deje de funcionar la ventilación por fallo de los *aspiradores mecánicos*, en aparcamientos con 15 o más plazas se dispondrán en cada planta al menos dos redes de *conductos de extracción* cada una de ellas dotada de un *aspirador mecánico* o cualquier otra solución que produzca el mismo efecto.”
- En el apartado 3.2.1, punto 5, se elimina la referencia “(véanse los ejemplos de la figura 3.4)”.
- En el apartado 3.2.3, punto 1, se añade al final “salvo en el caso de que los *conductos de extracción* sean contiguos, que pueden compartir el *aspirador híbrido*.”
- En el apartado 3.2.3, el punto 5 se elimina, y en concordancia, se reenumeran el resto de apartados.
- En el apartado 3.2.4, punto 1, la referencia “*aspirador mecánico* situado, salvo en el caso de la ventilación específica de la cocina, después de la última *abertura de extracción*” debe sustituirse por “*aspirador mecánico* situado después de la última *abertura de extracción*”
- En el apartado 3.2.4, se introduce un nuevo punto 2 “Cada *conducto de extracción* de la ventilación específica de la cocina debe disponer de un *extractor* situado en la *abertura de extracción*, aunque es admisible que varios *extractores* puedan compartir un mismo *conducto de extracción* colectivo.”, y se reenumeran los siguientes.
- En el apartado 3.2.4, los puntos 5 y 7 antiguos y la Figura 3.5 se eliminan.
- En el apartado 4.1, el punto 1 se sustituye por “En general, el área efectiva total de las aberturas de ventilación de cada local debe ser como mínimo la mayor de las que se obtienen mediante las fórmulas que figuran en la tabla 4.1. Sin embargo, para ventilación

mecánica podrán utilizarse otras áreas que se obtengan del dimensionado con una diferencia de presión de hasta 20 Pa.”

- En el apartado 4.1, en el punto 1 la referencia “qv: *caudal de ventilación* mínimo exigido de el *local* [l/s], obtenido de la tabla 2.1” se sustituye por “qv: *caudal de ventilación* mínimo exigido del *local* [l/s], obtenido de la tabla 2.1”.
- En el apartado 4.2.2, el punto 1 se sustituye por “Cada tramo del conducto debe dimensionarse de acuerdo con el caudal de aire en él, igual a la suma de todos los caudales que pasan por las *aberturas de extracción* que vierten al tramo, y para una depresión suficiente para contrarrestar las pérdidas de presión previstas del sistema, teniendo en cuenta además las limitaciones de velocidad derivadas del cumplimiento de la exigencia básica de protección frente al ruido.”
- En el apartado 4.2.2, el punto 2 se sustituye por “En los aparcamientos o garajes, cada una de las redes de cada planta se dimensionará para al menos la mitad del caudal exigido si son dos redes, un tercio si son tres redes y así sucesivamente.”
- En el apartado 4.2.2, el punto 3 se elimina.
- En el apartado 5.1, punto 2, la referencia “UNE 100 102:1998” se sustituye por “UNE-EN 1507”.
- En el apartado 6.1.2, punto 2, la referencia “UNE-EN 1507:2007” se sustituye por “UNE-EN 1507”.
- En el Apéndice A Terminología, en la definición de *Aparcamiento compartimentado*, la referencia “las plazas correspondientes a usuarios diferentes se encuentran separadas” se sustituye por “las plazas están separadas”.
- En el Apéndice A Terminología, en la definición de *Aspirador mecánico*, la referencia “colocado en el conducto de extracción después de la última abertura de extracción” se sustituye por “colocado en la boca de expulsión”.
- En el Apéndice A Terminología, en la definición de *Conducto de admisión*, la referencia “aire exterior al interior de un local cuando ninguno de los elementos constructivos que lo conforman está en contacto con un espacio exterior apto para que pueda disponerse en él la abertura de entrada del aire de ventilación” se sustituye por “aire exterior en el interior.”
- En el Apéndice A Terminología, en la definición de *Depresión* se elimina al final la referencia “que se toma como referencia”.
- En el Apéndice A Terminología, en la definición de *Extractor*, la referencia “dispositivo del sistema adicional específico de las cocinas, colocado en la *abertura de extracción* que tiene un *ventilador* que sirve para extraer de forma localizada los contaminantes.” se sustituye por “*ventilador* para extraer de forma localizada los contaminantes.”
- En la sección HS4, en el apartado 1.1, se elimina del punto 1 la referencia “Las ampliaciones, modificaciones, reformas o rehabilitaciones de las instalaciones existentes se consideran incluidas cuando se amplía el número o la capacidad de los aparatos receptores existentes en la instalación.”

- En el apartado 1.1 se añade un punto 2 con la referencia "Las intervenciones sobre edificios existentes se realizarán de acuerdo con lo indicado en el punto IV de la introducción".
- En el apartado 2.1, la referencia "2.1 Propiedades de la instalación" se elimina.
- El apartado 2.1.1 se renumera como 2.1.
- En el nuevo apartado 2.1, el punto 2 se elimina renumerándose el resto de puntos del apartado.
- En el nuevo apartado 2.1, nuevo punto 2, el texto del subapartado f) se sustituye por la referencia: "deben ser resistentes a las temperaturas de servicio previstas, a temperaturas de al menos 40°C en el caso de agua fría, y a las temperaturas exteriores de su entorno inmediato;"
- En el nuevo apartado 2.1, se añade dentro del nuevo punto 4 y a continuación, la referencia: "Debe cumplirse, cuando sea de aplicación, los requerimientos del Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis. Además, la temperatura del agua caliente sanitaria (ACS) en los puntos de consumo debe estar comprendida entre 50°C y 65°C excepto en las instalaciones ubicadas en edificios dedicados a uso exclusivo de vivienda siempre que estas no afecten al ambiente exterior de dichos edificios."
- En el nuevo apartado 2.1, se añade un nuevo punto 5 con la referencia: "Debe protegerse la instalación contra retornos que puedan contaminar el agua suministrada. Para ello:
 - a) se dispondrán sistemas antirretorno combinados con grifos de vaciado para evitar la inversión del sentido del flujo en los puntos que resulte necesario y posibilitar el vaciado de cualquier tramo de la red;
 - b) las instalaciones de suministro de agua no podrán conectarse directamente a instalaciones de evacuación ni a instalaciones de suministro de agua no proveniente de la red pública;
 - c) en los aparatos y equipos de la instalación, la llegada de agua se realizará de tal modo que no se produzcan retornos.
- En el nuevo apartado 2.1, se añade un punto 6 con la referencia: "Si se dispone una instalación para suministrar agua que no sea apta para el consumo, las tuberías, los grifos y los demás puntos terminales de esta instalación deben estar adecuadamente señalados para que puedan ser identificados como tales de forma fácil e inequívoca."
- El apartado 2.1.2 se elimina.
- El apartado 2.1.3 se renumera como 2.2.
- En el renumerado como apartado 2.2, punto 1, la referencia "los caudales que figuran en la tabla 2.1." se sustituye por la siguiente: "como mínimo los caudales instantáneos que figuran en la tabla 2.1. Los aparatos no asimilables a los recogidos en la tabla 2.1, así como el equipamiento industrial, deberá dotarse del caudal recomendado por el fabricante".
- En el renumerado como apartado 2.2, la Tabla 2.1 se sustituye por la siguiente:

Tipo de aparato	<i>Caudal instantáneo</i> mínimo de agua fría	<i>Caudal instantáneo</i> mínimo de ACS ⁽¹⁾
	[dm ³ /s]	[dm ³ /s]
Lavamanos, lavabo, bidé, y asimilables	0,10	0,07
Inodoro con cisterna, urinario con cisterna , y asimilables	0,10	-
Urinario con grifo temporizado	0,15	-
Ducha, fregadero doméstico, lavadero, vertedero, y asimilables	0,20	0,10
Lavadora y lavavajillas domésticos, y asimilables	0,20	0,20
Bañera	0,30	0,20
Inodoro con <i>fluxor</i>	1,25	-
grifo aislado o de garaje	0,20	-

(1) No aplicable a los casos en que no sea necesario su suministro.

- En el renumerado como apartado 2.2, el punto 4 se elimina.
- En el renumerado como apartado 2.2, se añade un nuevo punto 4, con la referencia siguiente: "Las compañías suministradoras facilitarán los datos de caudal y presión que servirán de base para el dimensionado de la instalación."
- El apartado 2.1.4 original se elimina.
- El apartado 2.2 original se elimina.
- En el apartado 3, se añade un nuevo punto 2, con la referencia: "Excepto en viviendas aisladas y adosadas, los elementos y equipos de la instalación que lo requieran, tales como el grupo de presión, los sistemas de tratamiento de agua o los contadores, deben instalarse en locales cuyas dimensiones sean suficientes para que pueda llevarse a cabo su mantenimiento adecuadamente. Las redes de tuberías deben diseñarse en la medida de lo posible de forma que sean accesibles para su mantenimiento y reparación, para lo cual deben estar a la vista, alojadas en huecos o patinillos registrables o disponer de arquetas o registros."
- En el apartado 3.1, punto 1, la referencia "El esquema general de la instalación debe ser de uno de los dos tipos siguientes:" se sustituye por la siguiente: "El esquema general de la instalación puede ser de uno de los tipos siguientes o sus combinaciones:"
- En el apartado 3.1, punto 1, subapartado a), la referencia "contador general único, según el esquema de la figura 3.1, y compuesta por la acometida, la instalación general que contiene un armario o arqueta del contador general, un tubo de alimentación y un distribuidor principal" se sustituye por la siguiente: "contador general único compuesta por la acometida; la instalación general que contiene al contador general dispuesto en su armario o arqueta, un tubo de alimentación; y un distribuidor principal"
- En el apartado 3.1, punto 1, subapartado a), se elimina la Figura 3.1.

- En el apartado 3.1, punto 1, subapartado b), la referencia "contadores aislados, según el esquema de la figura 3.2, divisionarios, compuesta por la acometida, la instalación general que contiene los contadores aislados, las instalaciones particulares y las derivaciones colectivas." se sustituye por la siguiente: "contadores divisionarios, aislados o en batería, compuesta por la acometida, la instalación general que contiene los contadores, y las instalaciones particulares."
- En el apartado 3.1, punto 1, subapartado b), se elimina la Figura 3.2.
- En el apartado 3.2.1.2.2, punto 1, la referencia "tipo Y con un umbral de filtrado comprendido entre 25 y 50 μm , con malla de acero inoxidable y baño de plata, para evitar la formación de bacterias y autolimpiable. La situación del filtro" se sustituye por la siguiente: "de un tipo tal que facilite la retención de los residuos, con un umbral de filtrado comprendido entre 80 y 150 μm , con malla de acero inoxidable y autolimpiable.

Su situación"

- En el apartado 3.2.1.2.3., punto 1, la referencia "una válvula de retención" se sustituye por la siguiente: "un sistema antirretorno"
- En el apartado 3.2.1.2.4, punto 1, la referencia: "En caso de ir empotrado" se sustituye por "En caso de ir empotrado o enterrado"
- En el apartado 3.2.1.2.6, punto 1, la referencia "del mismo." se sustituye por la siguiente: "del edificio".
- En el apartado 3.2.1.2.6, punto 3, las referencias "una válvula de retención" y "La válvula de retención" se sustituyen respectivamente por las siguientes: "un sistema antirretorno" y "El sistema antirretorno" respectivamente.
- En el apartado 3.2.1.2.7, punto 3, la referencia "Después de cada contador se dispondrá una válvula de retención" se sustituye por la siguiente: "y a continuación un sistema antirretorno"
- En el apartado 3.2.1.3, punto 1, subapartado d), la referencia "de los cuales, todos los aparatos de descarga, tanto depósitos como grifos, los calentadores de agua instantáneos, los acumuladores, las calderas individuales de producción de ACS y calefacción y, en general, los aparatos sanitarios, llevarán una llave de corte individual." se sustituye por la siguiente: "que alimentan a aparatos como lavabos, bañeras, cisternas, calentadores de agua instantáneos, acumuladores, calderas individuales de producción de ACS y calefacción, y a grifos aislados. Como regla general, en el punto de consumo de los aparatos debe disponerse una llave de corte que permita su desmontaje sin afectar al resto de la instalación ni al resto de aparatos del cuarto húmedo."
- En el apartado 3.2.1.5.1, punto 2, subapartado a) ii), la referencia "compuesto, como mínimo, de dos bombas de iguales prestaciones y funcionamiento alterno, montadas en paralelo;" se sustituye por la siguiente: "compuesto por dos o más bombas de iguales prestaciones y funcionamiento alterno, montadas en paralelo. Se dispondrán al menos, en función del caudal total del grupo, dos bombas para caudales de hasta 10 dm^3/s , tres para caudales de hasta 30 dm^3/s y cuatro para más de 30 dm^3/s ;"
- En el apartado 3.2.1.5.1, punto 2, subapartado b), se elimina la Figura 3.3.

- Tras el apartado 3.2.1.5.2, se añade un nuevo apartado 3.2.1.5.3 con la referencia siguiente como título: "Derivación alternativa del grupo de presión convencional" y el punto 1 siguiente: "Debe preverse una derivación alternativa o by-pass del grupo de presión convencional que una el tubo de alimentación con el tubo de salida del mismo para evitar una interrupción total del suministro de agua por la parada del grupo y permitir aprovechar la presión de la red de distribución cuando sea suficiente para abastecer la instalación."
- En el apartado 3.2.2.1, punto 8, subapartado a), la referencia "Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITE" se sustituye por la siguiente: "Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas (IT)"
- En el apartado 3.2.2.1, punto 9, la referencia "Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITE." se sustituye por la siguiente: "RITE y sus IT."
- En el apartado 3.3.6, punto 3, la referencia "En los grupos de sobreelevación de tipo convencional, debe instalarse una válvula antirretorno, de tipo membrana, para amortiguar los posibles golpes de ariete." se sustituye por la siguiente: "En los grupos de presión de tipo convencional, para amortiguar los golpes de ariete, debe instalarse una válvula antirretorno de tipo membrana u otro dispositivo adecuado a tal fin."
- El apartado 3.6 se elimina.
- En el apartado 4.1, la referencia del título del apartado: "Reserva de espacio en el edificio" se sustituye por la siguiente: "Reserva de espacio en el edificio para el alojamiento del contador general"
- En el apartado 4.1, punto 1, la referencia "un armario, o una cámara para alojar el contador general de las dimensiones" se sustituye por la siguiente: "un armario, cámara o arqueta para alojar el contador general de las dimensiones mínimas"
- En el apartado 4.1, punto 1, el título de la tabla 4.1: "Tabla 4.1 Dimensiones del armario y de la arqueta para el contador general" se sustituye por "Tabla 4.1 Dimensiones del alojamiento para el contador general". La tabla 4.1 se sustituye a su vez por la siguiente:

Dimensiones (mm)	Diámetro nominal del contador (mm)										
	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150
Longitud	600	600	900	900	1300	2100	2100	2200	2500	3000	3000
Anchura	500	500	500	500	600	700	700	800	800	800	800
Profundidad	200	200	300	300	500	700	700	800	900	1000	1000

- En el apartado 4.2.1, punto 2, subapartado c), la referencia "caudal de cálculo" se sustituye por la siguiente: "caudal de cálculo o caudal simultáneo"
- En el apartado 4.2.1, punto 2, subapartado e), la referencia "caudal" se sustituye por la siguiente: "caudal de cálculo"
- En el apartado 4.2.1, a continuación del punto 2 se añade un nuevo punto 3 con la referencia siguiente: "Los diámetros así obtenidos deberán comprobarse en función de su pérdida de carga."
- En el apartado 4.2.2, punto 1, la referencia "supera con los valores mínimos indicados en el apartado 2.1.3" se sustituye por la siguiente: "supera los valores mínimos indicados en el apartado 2.2 "

- En el apartado 4.3, punto 1, se sustituye la tabla 4.2 por la siguiente:

Tipo de aparato	Diámetro nominal del ramal de enlace	
	Tubo de acero	Tubo de cobre o plástico (mm)
Lavamanos, lavabo, bidé, inodoro con cisterna, urinario con cisterna o con grifo temporizado, ducha	½	12
Bañera	¾	20
Lavavajillas doméstico	½ (rosca a ¾)	12
Lavadora doméstica	¾	20
Fregadero doméstico	½	12
Fregadero no doméstico	¾	20
Inodoro con <i>fluxor</i>	1- 1 ½	25-40
Vertedero	¾	20

- En el apartado 4.4.3, el título del apartado con la referencia "Cálculo del aislamiento térmico" se sustituye por la siguiente: "Dimensionado del aislamiento térmico"
- En el apartado 4.4.3, punto 1, la referencia "Instrucciones Técnicas complementarias ITE" se sustituye por la siguiente: "Instrucciones Técnicas IT"
- En el apartado 4.4.4, el título del apartado con la referencia "Cálculo de dilatadores" se sustituye por la siguiente: "Dimensionado de dilatadores"
- En el apartado 4.4.4, punto 1, se elimina la referencia a la fecha en las normas UNE 100 156:1989 y UNE ENV 12 108:2002 quedando como UNE 100 156 y UNE ENV 12 108
- En el apartado 4.5.2, el título del apartado con la referencia "Cálculo del grupo de presión" se sustituye por la siguiente: "Dimensionado del grupo de presión"
- En el apartado 4.5.2.1, el título del apartado con la referencia "Cálculo del depósito auxiliar de alimentación" se sustituye por la siguiente: "Dimensionado del depósito auxiliar de alimentación"
- En el apartado 4.5.2.1, punto 1, la referencia "expresión:

$$V_{aux} = Q \cdot t \cdot 60$$

siendo:

V_{aux} es el volumen del depósito [l];

Q es el caudal máximo simultáneo [dm^3/s];

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

se sustituye por la siguiente: "fórmula:

$$V_{aux} = Q \cdot t$$

siendo:

V_{aux} volumen del depósito [dm^3/s];

Q caudal simultáneo de la instalación a la que da servicio previamente calculado [dm^3/s];

t tiempo estimado o tiempo previsto en el que el volumen del depósito permitiría teóricamente alimentar a la instalación con el caudal simultáneo que ésta requiere (de 900 a 1200) [s]."

- En el apartado 4.5.2.1, punto 2, la referencia "La estimación de la capacidad de agua se podrá realizar con los criterios de la norma UNE 100 030:1994." se sustituye por la siguiente: "Alternativamente, la estimación del volumen del depósito de agua se podrá realizar con los criterios de la norma UNE 100 030."

- En el apartado 4.5.2.2, el título del apartado con la referencia "Cálculo de las bombas" se sustituye por la siguiente: "Dimensionado de las bombas"

- En el apartado 4.5.2.2, se elimina el punto 2 y se renumeran el resto de puntos.

- En el apartado 4.5.2.2, en el punto renumerado como 3, la referencia "La presión mínima o de arranque (Pb) será el resultado de sumar la altura geométrica de aspiración (Ha), la altura geométrica (Hg), la pérdida de carga del circuito (Pc) y la presión residual en el grifo, llave o fluxor (Pr)." se sustituye por la siguiente: "La presión mínima o de arranque será el resultado de sumar la altura geométrica de aspiración, la altura geométrica, la pérdida de carga del circuito y la presión residual en el grifo, llave o fluxor."

- En el apartado 4.5.2.3, el título del apartado con la referencia "Cálculo del depósito de presión" se sustituye por la siguiente: "Dimensionado del depósito de presión"

- En el apartado 4.5.2.3, punto 2, la referencia " El cálculo de su volumen se hará con la fórmula siguiente: $V_n = P_{b_{ab}} \times V_a / P_{a_{ab}}$ " se sustituye por la siguiente: "El volumen del depósito

se obtendrá con la fórmula siguiente: $V_n = \frac{P_{min}}{P_{Max}} \cdot V_a$ "

- En el apartado 4.5.2.3, punto 2, la referencia "siendo:

V_n es el volumen útil del depósito de membrana;

P_b es la presión absoluta mínima;

P_a es la presión absoluta máxima;

V_a es el volumen mínimo de agua." se sustituye por la siguiente:

"siendo:

V_n volumen útil del depósito de membrana [m^3];

P_{min} presión absoluta mínima [kPa];

P_{Max} presión absoluta máxima [kPa];

V_a volumen mínimo del agua contenida en la instalación [m^3]."

- En el apartado 4.5.3, el título del apartado con la referencia "Cálculo del diámetro nominal del reductor de presión" se sustituye por la siguiente: "Dimensionado del reductor de presión"

- En el apartado 5.1.1.1, punto 2, la referencia "paramentos" se sustituye por la siguiente: "cerramientos"

- En el apartado 5.1.1.2, punto 3, las referencias: "UNE 10 242:1995" y "UNE EN 10 240:1998" se sustituyen respectivamente por las siguientes: "UNE 10 242" y "UNE EN 10 240"
- En el apartado 5.1.1.2, punto 4, la referencia "de ajuste cónico y de pestañas" se sustituye por la siguiente: "de ajuste cónico o de pestañas"
- En el apartado 5.1.1.3.2, punto 3, se elimina la referencia a la fecha en la norma UNE 100 171:1989, quedando como UNE 100 171.
- En el apartado 5.1.1.3.3, punto 1, se elimina la referencia a la fecha en la norma UNE 100 171:1989, quedando como UNE 100 171.
- En el apartado 5.1.1.3.3, punto 2, se elimina la referencia a la fecha en la norma UNE EN ISO 12 241:1999, quedando como UNE EN ISO 12 241.
- En el apartado 5.1.2.1, punto 1, la referencia "La cámara o arqueta de alojamiento estará construida de tal forma que una fuga de agua en la instalación no afecte al resto del edificio." se sustituye por la siguiente: "El alojamiento del contador general se construirá de tal forma que una fuga de agua en la instalación no afecte al resto del edificio o a otras propiedades."
- En el apartado 5.1.2.1, punto 4, la referencia "Estarán cerradas " se sustituye por la siguiente: "Estará cerrado"
- En el apartado 5.1.2.2, el título del apartado con la referencia "Contadores individuales aislados" se sustituye por la siguiente: "Contadores individuales"
- En el apartado 5.1.2.2, punto 1, la referencia "Se alojarán en cámara, arqueta o armario" se sustituye por la siguiente: "El alojamiento debe realizarse"
- En el apartado 5.1.3.1, el título del apartado con la referencia "Montaje del grupo de sobreelevación" se sustituye por la siguiente: "Montaje del grupo de presión"
- En el apartado 5.1.3.1.3, punto 6, la referencia "correspondientes a su cálculo" se sustituye por la siguiente: "correspondientes a su dimensionado"
- En el apartado 5.1.3.2, el título del apartado con la referencia "Funcionamiento alternativo del grupo de presión convencional" se sustituye por la siguiente: "Derivación alternativa"
- En el apartado 5.1.3.2, se elimina el punto 1 y se reenumeran el resto de puntos.
- En el apartado 5.1.3.2, en el reenumerado como punto 1, la referencia "Esta derivación llevará incluidas una válvula de tres vías motorizada y una válvula antirretorno posterior a ésta. La válvula de tres vías estará accionada automáticamente por un manómetro y su correspondiente presostato en función de la presión de la red de suministro, dando paso al agua cuando ésta tome valor suficiente de abastecimiento y cerrando el paso al grupo de presión, de manera que éste" se sustituye por la siguiente: "La derivación alternativa o by pass del grupo de presión convencional llevará incluida una válvula de tres vías motorizada y un sistema antirretorno posterior a ésta. La válvula de tres vías estará accionada automáticamente por un presostato dotado de un manómetro, dando paso al agua por la derivación y cerrando el paso al grupo de presión, cuando ésta disponga de presión de red suficiente, de manera que el grupo de presión"

- En el apartado 5.1.3.2, en el renumerado como punto 1, la referencia "el sentido de circulación del agua en base a" se sustituye por la siguiente: "el recorrido de circulación del agua por"
- En el apartado 5.1.3.2, punto 3, la referencia "ningún tipo de circuito alternativo" se sustituye por la siguiente: "una derivación alternativa"
- En el apartado 5.1.4.2, punto 5, se elimina la referencia a la fecha en la norma UNE 100 050:2000 quedando como UNE 100 050.
- En el apartado 5.2, la referencia del título "Puesta en servicio" se sustituye por la siguiente: "Control de la obra terminada. Puesta en servicio"
- En el apartado 5.2, se añaden dos puntos al comienzo con la referencia "
 - 1 En el control de la obra terminada deben seguirse los criterios indicados en el artículo 7.4 de la parte I del CTE.
 - 2 Como mínimo, la instalación de suministro de agua debe probarse antes de que sus componentes queden ocultos por obras de albañilería u otros sistemas. Deben realizarse al menos las pruebas y ensayos especificados a continuación."
- En el apartado 5.2, se elimina el título de referencia "5.2.1 Pruebas y ensayos de las instalaciones"
- El apartado 5.2.1.1 se renumera como 5.2.1
- En el nuevo apartado 5.2.1, punto 2, subapartado a) y b), se elimina la referencia a la fecha en las normas UNE 100 151:1988 y UNE ENV 12 108:2002 quedando como UNE 100 151 y UNE ENV 12 108.
- En el nuevo apartado 5.2.1 se elimina el punto 5
- El apartado 5.2.1.2 se renumera como 5.2.2
- En el apartado 6, se introduce un nuevo subapartado con la referencia: "6.1 Características exigibles a los productos"
- El apartado 6.1 original se renumera como 6.1.1, y en concordancia, se renumeran el resto de apartados.
- En el nuevo apartado 6.1.1, el punto 1 se sustituye por la siguiente referencia: "Los materiales que se vayan a utilizar en las instalaciones deben tener unas características acordes con los requisitos establecidos en el punto 2.1 Calidad del agua."
- En el nuevo apartado 6.1.2, punto 1, la referencia "En función de las condiciones expuestas en el apartado anterior, se consideran" se sustituye por la siguiente: "Se consideran"
- En el nuevo apartado 6.1.2, punto 1, subapartado a) al I), se elimina la referencia a las fechas en las normas UNE 19 047:1996, UNE EN 1 057:1996, UNE 19 049-1:1997, UNE EN 545:1995, UNE EN 1 452:2000, UNE EN ISO 15 877:2004, UNE EN 12 201:2003, UNE EN ISO 15 875:2004, UNE EN ISO 15 876:2004, UNE EN ISO 15 874:2004, UNE 53 960 EX:2002, UNE 53 961 EX:2002 quedando como UNE 19 047, UNE EN 1 057, UNE 19 049-

1, UNE EN 545, UNE EN 1 452, UNE EN ISO 15 877, UNE EN 12 201, UNE EN ISO 15 875, UNE EN ISO 15 876, UNE EN ISO 15 874, UNE 53 960 EX, UNE 53 961 EX.

- En el nuevo apartado 6.1.2, punto 1, subapartado e), la referencia "según Norma " se sustituye por la siguiente: "según la serie de Normas"

- En el nuevo apartado 6.1.2, punto 1, subapartado f), la referencia "según Norma " se sustituye por la siguiente: "según la serie de Normas"

- En el nuevo apartado 6.1.2, punto 1, subapartado h), la referencia "según Norma " se sustituye por la siguiente: "según la serie de Normas"

- En el nuevo apartado 6.1.2, punto 1, subapartado i), la referencia "según Norma " se sustituye por la siguiente: "según la serie de Normas"

- En el nuevo apartado 6.1.2, punto 1, subapartado j), la referencia "según Norma " se sustituye por la siguiente: "según la serie de Normas"

- En el nuevo apartado 6.1.3.2.1, punto 5, la referencia "Se autoriza sin embargo, el acoplamiento de cobre después de acero galvanizado, montando una válvula de retención entre ambas tuberías" se sustituye por la siguiente: "Cuando se dispongan tuberías de cobre a continuación de otras de acero galvanizado, según el sentido de circulación del agua, debe montarse un sistema antirretorno"

- En el apartado 6, al final se añade un nuevo apartado con la referencia "6.2 Control de recepción en obra de productos"

1 En el pliego de condiciones del proyecto deben indicarse las condiciones particulares de control para la recepción de los productos, incluyendo los ensayos necesarios para comprobar que los mismos reúnen las características exigidas en los apartados anteriores.

2 Debe comprobarse que los productos recibidos:

d) corresponden a los especificados en el pliego de condiciones del proyecto;

e) disponen de la documentación exigida;

f) están caracterizados por las propiedades exigidas;

g) han sido ensayados, cuando así se establezca en el pliego de condiciones o lo determine el director de la ejecución de la obra con el visto bueno del director de obra, con la frecuencia establecida.

3 En el control deben seguirse los criterios indicados en el artículo 7.2 de la parte I del CTE. "

- En el apartado 7.2, se añade un nuevo punto 3 con la referencia siguiente: "Debe tenerse en cuenta, cuando le sea de aplicación, lo indicado por el Anexo 3: Mantenimiento de instalaciones de agua caliente sanitaria y agua fría de consumo humano; del Real Decreto 865/2003 por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis."

- En el Apéndice A. Terminología, se eliminan las definiciones de caudal instantáneo, depósito de acumulación, espesor nominal, grupo de sobreelevación, llave de paso, llave de registro y válvula de retención.
- En el Apéndice A. Terminología, se elimina la definición siguiente: "Fluxor: elemento de descarga que dispone de cierre automático y que al ser accionado permite el paso de un gran caudal durante el tiempo que permanezca accionado."
- En el Apéndice A. Terminología, la definición de "Caudal simultáneo" se sustituye por la siguiente: "Caudal simultáneo: caudal que se produciría por el funcionamiento esperado simultáneo de los aparatos o grifos instalados en los puntos de consumo y que se emplea para el dimensionado de tramos y redes de distribución."
- En el Apéndice A. Terminología, la definición de "Contadores divisionarios" se sustituye por la siguiente: "Contador divisionario: elemento que mide el consumo particular de cada abonado y el de cada servicio que así lo requiera en el edificio. En general se instala en baterías de contadores. "
- En el Apéndice A. Terminología, la definición de "Contador general" se sustituye por la siguiente: "Contador general: elemento que mide el consumo total de agua en el edificio."
- En el Apéndice A. Terminología, la definición de "Derivación de aparato" se sustituye por la siguiente: "Derivación de aparato: tubería que enlaza la derivación particular o una de sus ramificaciones con un punto de consumo."
- En el Apéndice A. Terminología, la referencia "Derivación particular: tubería que enlaza el " se sustituye por la siguiente: "Derivación particular: tubería que enlaza un"
- En el Apéndice A. Terminología, la definición de "Distribuidor principal" se sustituye por la siguiente: "Distribuidor principal: tubería que enlaza los sistemas de control de la presión con las ascendentes o con las derivaciones."
- En el Apéndice A. Terminología, en la definición de "Instalación interior particular" se sustituye "aparatos de consumo" por "puntos de consumo"
- En el Apéndice A. Terminología, la definición de "Local húmedo" se sustituye por la siguiente: "Cuarto húmedo: local o habitación en el la que existen *puntos de consumo* de agua alimentados por las derivaciones de aparato de la *instalación interior particular*."
- En el Apéndice A. Terminología, la definición de "Pasamuros" se sustituye por la siguiente: " Pasamuros: orificio que se practica en un cerramiento del edificio para el paso de una tubería, de modo que exista holgura entre la tubería y el cerramiento que permita la libre dilatación."
- En el Apéndice A. Terminología, se añade en orden alfabético la definición siguiente: "ACS: acrónimo de agua caliente sanitaria."
- En el Apéndice A. Terminología, se añade en orden alfabético la definición siguiente: "Batería de contadores: elemento compuesto por tubos horizontales y verticales que forman un circuito cerrado, homogéneo y sin discontinuidades, y que alimenta los contadores divisionarios, sirviendo de soporte a la vez para estos y sus válvulas."

- En el Apéndice A. Terminología, se añade en orden alfabético la definición siguiente: “Golpe de ariete: fluctuación rápida de la presión durante un corto periodo de tiempo motivada por la variación del caudal.”
- En el Apéndice A. Terminología, se añade en orden alfabético la definición siguiente: “Grupo de presión: equipo compuesto fundamentalmente por las bombas y los depósitos (como los de presión, o los auxiliares) que les son necesarios para suministrar una presión mayor que la que proporciona la red de distribución.”
- En el Apéndice A. Terminología, se añade en orden alfabético la definición siguiente: “Punto de consumo: punto o elemento de la instalación al que se suministra agua para su utilización directa por el usuario, o empleo en aparatos sanitarios, grifos, conversión en ACS, y otros equipos que la requieran. “
- En el Apéndice A. Terminología, se añade en orden alfabético la definición siguiente: “Sistema de sobreelevación: sistema que permite disponer de la presión necesaria en los puntos de consumo del edificio, bien gracias a la presión de red en las zonas en las que es posible, bien mediante un grupo de presión.”
- En el Apéndice B. Notaciones y unidades, punto 1, la referencia “Real Decreto 1317/1989, de 20 de octubre, por el que se establecen las Unidades Legales de Medida.” se sustituye por la siguiente: “Real Decreto 2032/2009, de 30 de diciembre, por el que se establecen las unidades legales de medida.”.
- En el Apéndice B. Notaciones y unidades, punto 1, a continuación de la primera frase, se añade la referencia: “Unidades SI básicas.”
- En el Apéndice B. Notaciones y unidades, punto 1, se elimina la referencia “Fuerza Newton (N)”; se sustituye “Unidad derivada” por “Unidades SI derivadas: Fuerza newton (N)”, y se sustituye “Pascal” por “pascal”
- En el Apéndice B. Notaciones y unidades, punto 1, en la tabla B.1 se sustituye la referencia de “1000N/m²” por la siguiente: “10⁶ N/m²”
- El Apéndice C. Normas de referencia, se elimina.
- El Apéndice D. Simbología, se elimina.
- En la sección HS5, en el apartado 1.1, se elimina del punto 1 el párrafo que dice: “Las ampliaciones, modificaciones, reformas o rehabilitaciones de las instalaciones existentes se consideran incluidas cuando se amplía el número o la capacidad de los aparatos receptores existentes en la instalación.”
- En el apartado 1.1 se añade el punto 2: “Las intervenciones sobre edificios existentes se realizarán de acuerdo con lo indicado en el punto IV de la introducción”.
- En el apartado 1.2, punto 1, se elimina la numeración con letras y se transforma cada cumplimiento en un párrafo.
- En el apartado 2, se añade al comienzo un nuevo apartado 2.1 con tres puntos, con la referencia siguiente: "2.1 Configuración del sistema de evacuación

1 Cuando exista una única red de alcantarillado público debe disponerse un sistema mixto o semiseparativo de forma que la red de aguas pluviales y la red de aguas residuales discurren independientes con una conexión final antes de su salida al exterior.

2 Cuando existan dos redes de alcantarillado público, una de aguas pluviales y otra de aguas residuales debe disponerse un sistema separativo y cada red de canalizaciones debe conectarse de forma independiente con la exterior correspondiente.

3 Cuando no exista red de alcantarillado público, deben utilizarse sistemas individualizados separados, uno de evacuación de aguas residuales dotado de una estación depuradora particular y otro de evacuación de aguas pluviales al terreno."

- En el apartado 2, se añade un nuevo punto 2.2 que contendrá a los puntos del 1 al 6 originales, con la referencia siguiente: "2.2 Condiciones generales de la instalación"

- En el nuevo apartado 2.2, en el punto 1, se sustituye la referencia "a los locales ocupados" por "a los locales o a espacios donde pueda haber personas de forma habitual"

- En el nuevo apartado 2.2, se añade un nuevo punto 2 con la referencia " En los sistemas mixtos deben disponerse cierres hidráulicos que impidan la transmisión de gases entre la red de aguas pluviales y la red de aguas residuales y su salida por los puntos de captación tales como calderetas, rejillas o sumideros. Dicho cierre puede estar incorporado a los puntos de captación de las aguas o ser un sifón final en la propia conexión." y se reenumeran el resto de puntos.

- En el nuevo apartado 2.2, nuevo punto 7, se añade al final la referencia " Los residuos agresivos industriales requieren un tratamiento previo al vertido a la red de alcantarillado o *sistema de depuración.*"

- En el nuevo apartado 2.2, se añade un punto 8 al final con la referencia " *Las aguas residuales* procedentes de cualquier actividad profesional ejercida en el interior de las viviendas distinta de la doméstica, requieren un tratamiento previo mediante dispositivos tales como depósitos de decantación, separadores o depósitos de neutralización."

- Los apartados 3.1 y 3.2 se eliminan junto a su contenido.

- El apartado 3 se incluye un nuevo punto 1 con la referencia "La instalación de evacuación de aguas desarrollada en el proyecto del edificio debe estar compuesta de la red de pequeña evacuación, canalones, bajantes, cierres hidráulicos, elementos de conexión, los elementos espaciales necesarios y un sistema de ventilación.

- El título del apartado 3.3 se elimina, y se reenumeran el resto de apartados comenzando por "3.1 Elementos en la red de evacuación".

- En el nuevo apartado 3.1, punto 2, subapartado g), la referencia "no deben instalarse serie" se sustituye por la siguiente: " no deben instalarse en serie"

- En el nuevo apartado 3.1.4, se añade un punto 2 con la referencia: "Deben desaguar, preferentemente por gravedad, en el pozo o arqueta general, que a través de la acometida se conectará con la red de alcantarillado público."

- En el nuevo apartado 3.2.1, punto 2, se elimina la referencia siguiente: "Si existe un grupo electrógeno en el edificio, las bombas deben conectarse a él, o en caso contrario debe

disponerse uno para uso exclusivo o una batería adecuada para una autonomía de funcionamiento de al menos 24 h."

- En el nuevo apartado 3.2.2, punto 1, la referencia "Deben instalarse válvulas antirretorno" se sustituye por la siguiente: "Deben instalarse válvulas u otros sistemas antirretorno"

- En el nuevo apartado 3.3 el título del apartado "Subsistemas de ventilación de las instalaciones" se sustituye por la siguiente: "Sistemas de ventilación de las instalaciones"

- En el nuevo apartado 3.3, punto 1, la referencia "Deben disponerse subsistemas de ventilación tanto en las redes de aguas residuales como en las de pluviales. Se utilizarán subsistemas de ventilación primaria, ventilación secundaria, ventilación terciaria y ventilación con válvulas de aireación-ventilación." se sustituye por la siguiente: "Debe disponerse un sistema de ventilación tanto en las redes de aguas residuales como en las de pluviales para evitar los excesos de presión. Pueden usarse subsistemas de ventilación primaria, ventilación secundaria, ventilación terciaria y ventilación con válvulas de aireación-ventilación según se expone a continuación:"

- En el nuevo apartado 3.3.1, se añade un nuevo punto 1 con la referencia siguiente: "El subsistema de ventilación primaria se basa en la ventilación a través de la propia bajante mediante su prolongación por encima de la última planta hasta la cubierta de tal forma que quede en comunicación con la atmósfera por encima de los recintos habitables." y se reenumeran el resto de puntos del apartado.

- En el nuevo apartado 3.3.2 original, se añade un nuevo punto 1 con la referencia siguiente: "El subsistema de ventilación secundaria, paralela o cruzada, se basa en la ventilación a través de un sistema de conducción paralelo a la bajante y conectado a ella que permita la salida del aire de la bajante evitando el exceso de presión." y se reenumeran el resto de puntos del apartado.

- En el nuevo apartado 3.3.2 original, punto 2 original, la referencia "punto 1 del apartado anterior debe disponerse" se sustituye por la siguiente: "punto 2 del apartado anterior debe disponerse además"

- En el nuevo apartado 3.3.3, se añade un nuevo punto 1 con la referencia siguiente: "El subsistema de ventilación terciaria o de los cierres hidráulicos lleva implícito la ventilación primaria y secundaria, y tiene como función proteger los cierres hidráulicos contra el sifonamiento y el autosifonamiento." y se reenumeran el resto de puntos.

- En el nuevo apartado 3.3.4, punto 1, la referencia "Debe utilizarse cuando por criterios de diseño se decida combinar los elementos de los demás sistemas de ventilación con el fin de no salir al de la cubierta y ahorrar el espacio ocupado por los elementos del sistema de ventilación secundaria. Debe instalarse una única válvula" se sustituye por la siguiente: "Puede utilizarse cuando por criterios de diseño no se quieran prolongar las bajantes de aguas residuales por encima de la cubierta del edificio y ahorrar el espacio ocupado por los elementos del subsistema de ventilación secundaria. Debe instalarse al menos una válvula"

- En el apartado 4.1.2, detrás del punto 2 se añade un nuevo punto 3 con la referencia siguiente: " Su espesor no debe ser menor de 120 mm."

- En el apartado 4.1.2, el punto 3 original pasa a numerarse como 4.

- En el apartado 4.2.1, el punto 3 se elimina, renumerándose el resto de puntos del apartado.
- En el apartado 4.2.2, punto 2, la referencia "siendo
 - i la intensidad pluviométrica que se quiere considerar" se sustituye por la siguiente: "siendo
 - f factor de corrección por el que se debe multiplicar la superficie de cubierta en proyección horizontal
 - i intensidad pluviométrica"
- En el apartado 4.4.2, punto 5, se añade al final la referencia siguiente: "La longitud efectiva de la ventilación secundaria se mide desde su conexión a la bajante hasta el punto de descarga por encima de la cubierta."
- En el apartado 4.4.2, punto 6, la referencia " columna de ventilación" se sustituye por la siguiente: " columna de ventilación secundaria"
- En el apartado 4.6.1, el punto 2 se elimina y se renumeran el resto de puntos
- En el apartado 4.6.1, nuevo punto 2, la referencia "Esta capacidad debe ser mayor que la mitad de la aportación media diaria de aguas residuales" se sustituye por la siguiente: "Su capacidad debe ser mayor que la mitad de la aportación media diaria estimada de aguas residuales"
- En el apartado 4.6.1, el nuevo punto 3 se elimina y se renumeran el resto de puntos.
- En el apartado 4.6.1, nuevo punto 4, se añade al final la referencia: ", para que se permita un caudal de entrada de aire al depósito igual al caudal de extracción de agua realizado por las bombas."
- En el apartado 4.6.1, los puntos 3 y 5 pasa a numerarse como 2 y 3.
- En el apartado 5, punto 1, la referencia "aguas residuales" se sustituye por la siguiente: "aguas"
- En el apartado 5.1.1, punto 2, la referencia "Las rejillas de todas las válvulas serán" se sustituye por la siguiente: "Se considera adecuado que las rejillas de las válvulas sean"
- En el apartado 5.1.2, punto 10, la referencia "incorporada una válvula de retención" se sustituye por la siguiente: "incorporado un sistema antirretorno"
- En el apartado 5.2, punto 3, la referencia "paramentos" se sustituye por la siguiente: "cerramientos"
- En el apartado 5.5.1, punto 1, se elimina la referencia siguiente: " y estará dotado de una tubería de ventilación con un diámetro igual a la mitad del de acometida y como mínimo de 80 mm."
- En el apartado 5.5.1, se elimina el punto 8.
- En el apartado 5.6, la referencia del título: "Pruebas" se sustituye por la siguiente: "Control de la obra terminada" y se añaden los puntos 1 y 2 con la referencia siguiente: " 1 En el control de la obra terminada deben seguirse los criterios indicados en el artículo 7.4 de la parte I del CTE.

2 Como mínimo, la instalación de evacuación de aguas debe probarse antes de que las redes de evacuación queden ocultas por obras de albañilería u otros sistemas. Deben realizarse pruebas de estanquidad parcial y total según se especifica a continuación, empleando para ello agua, aire o humo. "

- En el apartado 5.6.2, punto 1, la referencia " o por partes podrán según" se sustituye por " o por partes según"

- En el apartado 5.6.5, punto 5, la referencia "humo y olores" se sustituye por la siguiente: "humo u olores"

- En el apartado 6, se crea un nuevo punto 6.1 tras el título del apartado con la referencia "6.1 Características exigibles a los productos" y se renumeran el resto de apartados comenzando por el original 6.1 que se renumera como 6.1.1

- En el apartado 6, el apartado original 6.2 se renumera como 6.1.2

- En el apartado original 6.2 renumerado como 6.1.2, punto 1, apartados a), b), c), d), y e) se eliminan los años de las referencias a las normas.

- En el apartado 6, se añade un nuevo apartado 6.2 con la referencia siguiente: "6.2 Control de recepción en obra de productos

1 En el pliego de condiciones del proyecto deben indicarse las condiciones particulares de control para la recepción de los productos, incluyendo los ensayos necesarios para comprobar que los mismos reúnen las características exigidas en los apartados anteriores.

2 Debe comprobarse que los productos recibidos:

a) corresponden a los especificados en el pliego de condiciones del proyecto;

b) disponen de la documentación exigida;

c) están caracterizados por las propiedades exigidas;

d) han sido ensayados, cuando así se establezca en el pliego de condiciones o lo determine el director de la ejecución de la obra con el visto bueno del director de obra, con la frecuencia establecida.

3 En el control deben seguirse los criterios indicados en el artículo 7.2 de la parte I del CTE. "

- En el Apéndice A. Terminología, se eliminan las definiciones de: coeficiente de rugosidad "n", cota de evacuación, flujo en conducciones horizontales, flujo en conducciones verticales, longitud equivalente, manguito de dilatación, manguito intermedio, nivel de llenado, periodo de retorno, radio hidráulico, red general de saneamiento, salto hidráulico, sistema de desagüe, ventilación primaria, ventilación secundaria, ventilación terciaria y ventilación con válvulas de aireación-ventilación. Se eliminan también las cursivas de la aparición de estos términos en el DB HS5.

- En el Apéndice A. Terminología, la definición de "Longitud efectiva" se sustituye por la siguiente: "Longitud efectiva: Longitud de la tubería de ventilación para la que el sistema funciona eficazmente.

Para calcular la máxima longitud efectiva teórica se considera que es un tercio de la longitud equivalente de la red de ventilación, con una diferencia de presión máxima de 250Pa y una densidad del aire de 1,2kg/m³, empleándose la fórmula:

$$l = 1,72 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{d^5}{f \cdot q^2}$$

siendo

l longitud efectiva máxima [m]

d diámetro de la tubería [mm]

f coeficiente de fricción, adimensional q caudal de aire [dm³/s]

La longitud medida desde la conexión a la bajante hasta el punto de descarga por encima de la cubierta deberá ser menor que la longitud efectiva máxima para un correcto funcionamiento."

- En el Apéndice A. Terminología, la definición de "Reflujo" se sustituye por la siguiente: "Reflujo: Flujo de las aguas en sentido contrario a la prevista para su evacuación."

- En el Apéndice A. Terminología, la referencia "Sifonamiento: fenómeno de expulsión del agua fuera del sello hidráulico" se sustituye por la siguiente: "Sifonamiento: fenómeno de expulsión del agua fuera del cierre hidráulico"

- En el Apéndice A. Terminología, la definición de "Sistema de depuración" se sustituye por la siguiente: "Sistema de depuración: instalación destinada a la realización de un tratamiento de las aguas residuales para adecuarla a los requisitos que permitan su vertido a la red de alcantarillado público."

- En el Apéndice A. Terminología, la definición de "Sistema mixto o semiseparativo" se sustituye por la siguiente: "Sistema mixto o semiseparativo: aquel en el que la red de aguas residuales y la red de aguas pluviales son independientes uniéndose en los colectores."

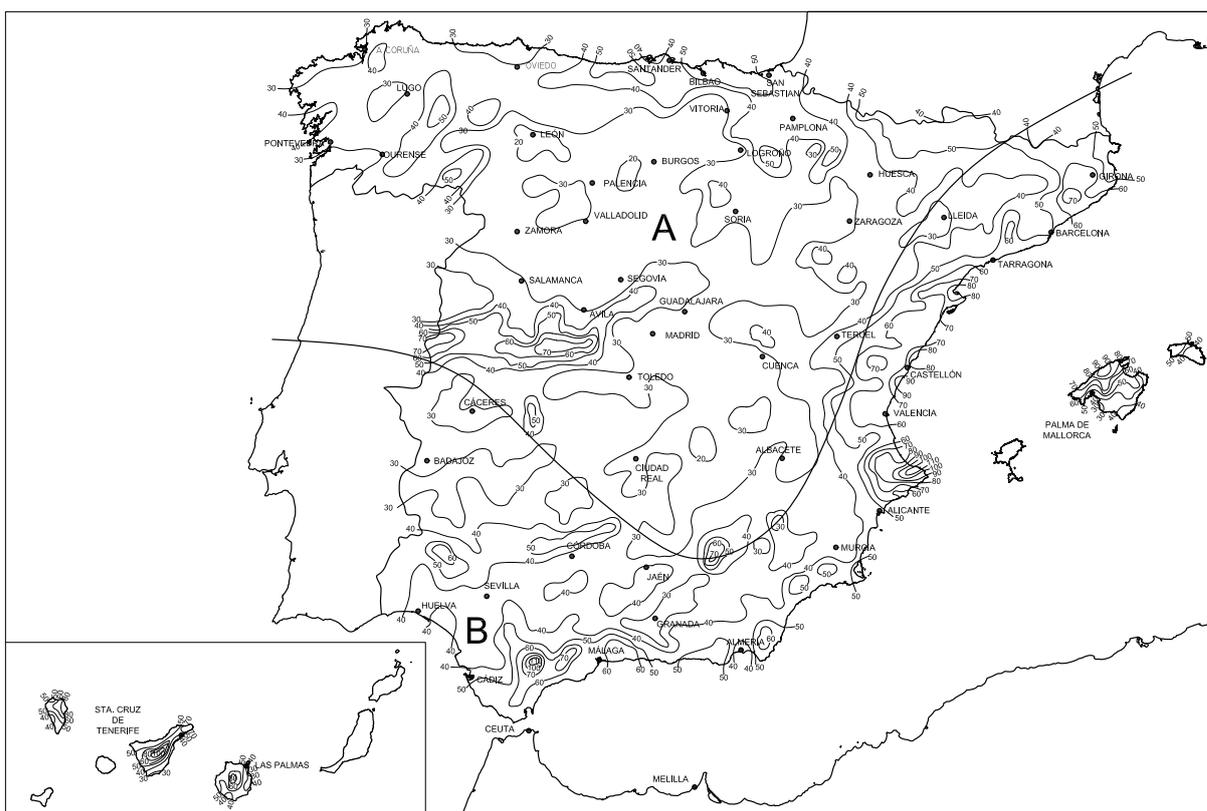
- En el Apéndice A. Terminología, la definición de "Sistema separativo" se sustituye por la siguiente: "Sistema separativo: aquel en el que las derivaciones, bajantes y colectores son independientes para redes de aguas residuales y pluviales acometiendo cada una de éstas a su correspondiente red de alcantarillado."

- En el Apéndice A. Terminología, la definición de "Unidad de desagüe" se sustituye por la siguiente: "Unidad de desagüe (UD) : unidad empleada para medir la capacidad de evacuación de los elementos de la red. Equivale a un caudal de 0,47 dm³/s. Es conocida también como unidad de descarga."

- En el Apéndice A. Terminología, la referencia "Válvula de retención o antirretorno: dispositivo que permite el paso del fluido en un solo sentido, impidiendo los retornos no deseados" se sustituye por la siguiente: "Válvula de retención o sistema antirretorno: dispositivo que permite el paso del fluido en un solo sentido, impidiendo los retornos."

- En el Apéndice A. Terminología, la definición de "Válvula de aireación" se sustituye por la siguiente: "Válvula de aireación: válvula que permite la entrada de aire en el sistema pero no su salida, a fin de limitar las fluctuaciones de presión dentro del mismo."

- En el Apéndice A. Terminología, se añade en orden alfabético la referencia siguiente: "Canalón: canalización que conduce las aguas pluviales hasta una bajante."
- En el Apéndice A. Terminología, se añade en orden alfabético la referencia siguiente: "Ramal colector: canalización que conduce las aguas desde los aparatos sanitarios y equipos hasta la bajante."
- En el Apéndice A. Terminología, se añade en orden alfabético la referencia siguiente: "Sifón: dispositivo que retiene el agua que constituye un cierre hidráulico."
- En el Apéndice B, la figura B.1 se sustituye por la siguiente:



- El Apéndice C. Normas de referencia, se elimina.

Diez. El Documento Básico DB HR: Protección frente al ruido se modifica como sigue:

- En la Introducción, apartado II Ámbito de aplicación, se elimina el subapartado d): "las obras de ampliación, modificación, reforma o rehabilitación en los edificios existentes, salvo cuando se trate de rehabilitación integral. Asimismo quedan excluidas las obras de rehabilitación integral de los edificios protegidos oficialmente en razón de su catalogación, como bienes de interés cultural, cuando el cumplimiento de las exigencias suponga alterar la configuración de su fachada o su distribución o acabado interior, de modo incompatible con la conservación de dichos edificios."
- En la Introducción, apartado II Ámbito de aplicación, se añade la frase: "Las intervenciones sobre edificios existentes se realizarán de acuerdo con lo indicado en el punto IV de la introducción".

- En la Introducción, apartado III Criterios generales de aplicación, el tercer párrafo se sustituye por el siguiente: “Las citas a una disposición reglamentaria en este DB se refieren a la versión vigente en cada momento. Las citas a normas se refieren a la versión que en cada momento se indica en el documento DA DB-HR / 0 “Normas de aplicación” que a tales efectos publica el Ministerio de Fomento.”
- En la Introducción, apartado III, se elimina la referencia “Como ayuda a la aplicación del Documento Básico DB-HR Protección frente al ruido, el Ministerio de Vivienda elaborará y mantendrá actualizada una Guía de aplicación del DB-HR, de carácter no vinculante, en la que se establecerán aclaraciones a conceptos y procedimientos y ejemplos de aplicación y que incluirá además unas fichas correspondientes a los diferentes apartados del DB, diseño, ejecución y control, con detalles constructivos, secuencias del proceso de ejecución, listados de chequeo en control, etc. Esta guía se considerará Documento Reconocido a efectos de su aplicación.”
- En la Introducción, el apartado “IV Condiciones particulares para el cumplimiento del DB HR” se renumera como apartado “V Condiciones particulares para el cumplimiento del DB HR”.
- En la Introducción, el apartado “V Terminología” se renumera como apartado “VI Terminología”.
- En la Introducción, se introduce un nuevo apartado IV que queda redactado de la siguiente forma:

“IV Criterios de aplicación en edificios existentes

Salvo en los casos en los que en este Documento Básico se establezca un criterio distinto, no se podrán reducir las condiciones preexistentes relacionadas con este requisito cuando estas sean menos exigentes que las establecidas en este Documento Básico. Cuando sean más exigentes únicamente podrán reducirse hasta el nivel de este Documento Básico.

En los casos en los que pueda limitarse la intervención al mayor grado de adecuación a las exigencias de este Documento Básico compatible con las condiciones específicas del edificio, en la documentación final de la obra debe quedar constancia del nivel de prestación alcanzado y los condicionantes de uso y mantenimiento, si existen. Las mediciones in situ no deben utilizarse como método de verificación del cumplimiento de las exigencias de aislamiento acústico cuando en los recintos se encuentren elementos constructivos que no se han modificado en la intervención.

HR: Protección frente al ruido

1. Cuando en la obra se modifican sustancialmente y de forma simultánea en los recintos particiones, forjados y envolvente, o se produce un cambio de uso característico del edificio, se considerará intervención de envergadura importante y se adecuará todo el edificio a las exigencias establecidas en este Documento Básico con carácter general.

Cuando sea técnicamente inviable o en edificios con valor histórico o arquitectónico reconocido, esto pudiese alterar de manera inaceptable su carácter o aspecto, se permitirá limitar la intervención al mayor nivel de adecuación compatible con tales condiciones.

2. En intervenciones parciales, los elementos o instalaciones del edificio sustituidos, incorporados o modificados en la intervención deben cumplir las condiciones establecidas en este Documento Básico, siempre que ello suponga una mayor adecuación a las exigencias establecidas en el mismo en la medida que suponga el mayor grado técnica y económicamente posible de mejora efectiva de las condiciones de protección frente al ruido.

Cuando en edificios con valor histórico o arquitectónico reconocido, esto pudiese alterar de manera inaceptable su carácter o aspecto se permitirá limitar la intervención al mayor nivel de adecuación compatible con tales condiciones.

3. Cuando se realice una ampliación a un edificio existente, las zonas ampliadas deben cumplir las exigencias establecidas en el presente Documento Básico, considerándose los elementos de separación (particiones verticales y horizontales, medianeras...) de la zona ampliada respecto de la existente, como pertenecientes a la parte ampliada. Cuando las condiciones existentes hagan técnicamente inviable el cumplimiento de estas exigencias o en edificios con valor histórico o arquitectónico reconocido, esto pudiese alterar de manera inaceptable su carácter o aspecto, se permitirá limitar la intervención al mayor nivel de adecuación compatible con tales condiciones.
4. Cuando se produzca un cambio de uso la parte en que se produce dicho cambio de uso debe cumplir lo establecido en este Documento Básico (tanto a nivel de aislamiento como de exigencia de tiempo de reverberación y absorción acústica) en los casos siguientes:
 - a) Cambio de uso de una actividad a otra que genere niveles de ruido mayores que los existentes, ya sea porque haya equipos que generen ruido, equipos de reproducción sonora, afluencia de público, etc..
 - b) Cambio de uso a vivienda

Cuando el cambio de uso se produzca de una actividad a otra que genere niveles de ruido menores que los existentes, las condiciones de protección frente al ruido quedarán establecidas por la propiedad, promotor o proyectista en función de las particularidades de la actividad y de las características de su uso.”

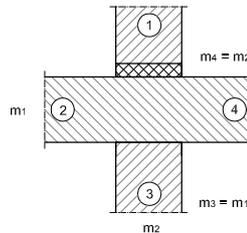
- En el apartado 3.1.3, el punto 4 se sustituye por “Los valores finales de las magnitudes que definen las exigencias, *diferencia de niveles estandarizada, ponderada A*, $D_{nT,A}$, *diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, en fachadas, en cubiertas y en suelos en contacto con el exterior*, $D_{2m,nT,A}$ y $D_{2m,nT,Atr}$, y *nivel global de presión de ruido de impactos estandarizado*, $L'_{nT,w}$, se expresarán redondeados a un número entero. Los valores de las especificaciones de productos y elementos constructivos podrán usarse redondeados a enteros o con un decimal y en las magnitudes de cálculos intermedios se usará una cifra decimal. El redondeo se aplicará conforme a lo establecido en la norma UNE EN ISO 717-1: 1997/A1: 2007”.

- En la tabla 3.2 Parámetros acústicos de los componentes de los elementos de separación verticales, la nota 12 se sustituye por “Valores aplicables en combinación con un forjado de masa por unidad de superficie, m , de al menos 200 kg/m^2 . En el caso en el que se proyecte este elemento de separación vertical conjuntamente con un forjado de masa de 200 kg/m^2 , se instalará un suelo flotante y un techo suspendido, tanto en el recinto emisor

como en el recinto receptor, con una mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, ΔR_A mayor o igual que 10 dBA y 6 dBA respectivamente. Si se proyecta este elemento de separación vertical conjuntamente con un forjado de masa mayor que 200 kg/m², véase la tabla 3.3 para la elección de un suelo flotante y un techo suspendido.”

- En el apartado 3.2, el punto 1 se sustituye por la referencia ”Para satisfacer los valores límite del tiempo de reverberación requeridos en aulas y salas de conferencias de volumen hasta 350 m³, restaurantes y comedores, puede utilizarse el método de cálculo de tiempo de reverberación del apartado 3.2.2 a partir del volumen y de la absorción acústica de cada uno de los recintos”
- En el apartado 3.2, el punto 2 se sustituye por la referencia ”Este método es aplicable en el caso de aulas y salas de conferencias, de formas prismáticas rectas o asimilables”.
- En el apartado 3.2.1, en el punto 6 se elimina la referencia ”contenida en el Anejo C”.
- El título del apartado 3.2.2 “Método de cálculo general del de tiempo de reverberación” se sustituye por la siguiente referencia “Método de cálculo de tiempo de reverberación”.
- Se elimina el apartado 3.2.3, Método de cálculo simplificado del tiempo de reverberación. Tratamientos absorbentes de los paramentos y los subapartados 3.2.3.1 Tratamientos absorbentes uniformes del techo y 3.2.3.2. Tratamientos absorbentes adicionales al del techo.
- En el apartado 3.3.3.5, punto 1, la referencia “El recinto del ascensor, cuando la maquinaria esté dentro del mismo, se considerará un recinto de instalaciones a efectos de aislamiento acústico” se sustituye por “Cuando el ascensor no tenga cuarto de máquinas y las maquinaria esté dentro del recinto del ascensor, los elementos constructivos que separan un ascensor de una unidad de uso deben tener un índice de reducción acústica, R_A , mayor que 60 dBA”.
- En el apartado 3.3.3.5, se introduce el punto 2 con la referencia “Cuando se prevea que un ascensor sin cuarto de máquinas genera unos niveles de presión acústica reducidos, de tal forma que no sea necesario emplear soluciones de cerramiento de hueco de ascensores con un índice de reducción acústica, R_A de al menos de 60 dBA, se realizará un estudio específico para justificar que en los recintos habitables y protegidos colindantes al hueco del ascensor no se superan los objetivos de calidad del apartado 2.3 de este DB, derivados de la ley del Ruido”.
- En el Anejo A Terminología, en la definición de recinto de instalaciones se elimina la referencia “a menos que la maquinaria esté dentro del mismo”.
- En el Anejo A Terminología, en la definición de Coeficiente de absorción acústica, α , tras la referencia “Los valores del coeficiente de absorción acústica y del área de absorción acústica equivalente se especificarán y usarán en los cálculos redondeados a la segunda cifra decimal” se añade la siguiente referencia “, conforme a lo establecido en la norma UNE EN ISO 717-1: 1997/A1: 2007”.
- En el Anejo A Terminología, en la definición de *Tiempo de reverberación*, T, tras la referencia “Los valores del *tiempo de reverberación* se especificarán y usarán en los cálculos redondeados a la primera cifra decimal” se añade la siguiente referencia “, conforme a lo establecido en la norma UNE EN ISO 717-1: 1997/A1: 2007”.
- En el Anejo B Notación se elimina la referencia “ $\alpha_{m,t}$ Coeficiente de absorción acústica medio del techo”.

- En el Anejo B Notación se elimina la referencia “Φ Factor de directividad de la fuente”.
- Se elimina el Anejo C Normas de referencia.
- En el Anejo D, la referencia “Uniones en + y en T de elementos constructivos homogéneos con elementos flexibles interpuestos” se sustituye por “Uniones en + y en T de elementos constructivos homogéneos con bandas elásticas interpuestas”
- En el Anejo D, se introduce la expresión D.11 con la referencia



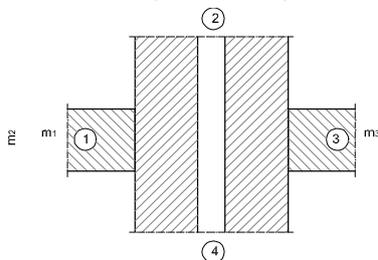
“En el caso de uniones en + con sólo 1 elemento flexible interpuesto, puede utilizarse la expresión siguiente (D.11)

$$K_{13} = 5,7 + 14,1M + 5,7 \cdot M^2 + \Delta_1 \text{ dB}; \quad ”$$

- En el Anejo D, se reenumeran las expresiones D.11 a D.23, incrementándose su número en una unidad.
- En el anejo D, se introduce un punto 4, con la referencia “Para otros sistemas constructivos no contemplados en la norma UNE EN 12354-1, pueden calcularse los índices de reducción de vibraciones, K_{ij} , mediante otras formulaciones desarrolladas al efecto. Es el caso de los elementos constructivos de dos hojas de fábrica, hormigón o paneles prefabricados pesados y estos mismos con bandas elásticas en su perímetros, tal y como se especifica en las soluciones de Tipo 2 del apartado 3.1.2.3:

Uniones en + y en T de elementos constructivos de dos hojas *homogéneas*

Se utilizan m y R_A del conjunto del elemento de separación de dos hojas

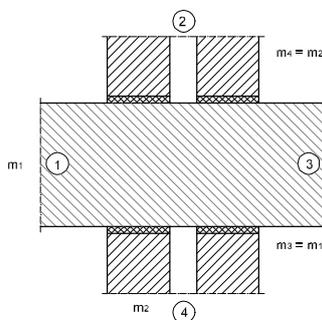


$$K_{12} = 30 + 10 \cdot |M| - 3,3 \cdot \lg\left(\frac{f}{500}\right) = K_{23} \text{ dB} \quad (D.24)$$

$$K_{13} = 20 + \text{MAX}(10; 10 + 20 \cdot M) - 3,3 \cdot \lg\left(\frac{f}{500}\right) \text{ dB} \quad (D.25)$$

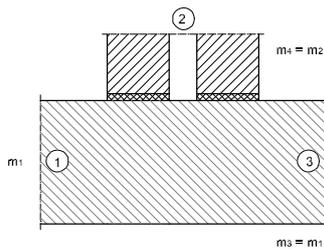
Uniones en + y en T de elementos constructivos de dos hojas *homogéneas con bandas elásticas interpuestas en su perímetro*

Se utilizan m y R_A del conjunto del elemento de separación de dos hojas

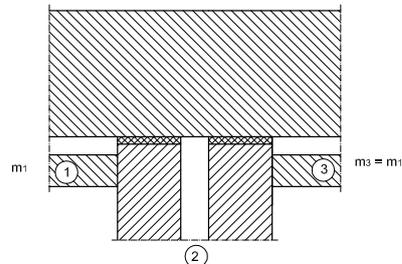


$$K_{12} = 7,5 + 10 \cdot M^2 + 3,3 \cdot \lg\left(\frac{f}{500}\right) = K_{23} \text{ dB} \quad (D.26)$$

$$K_{13} = 4,7 + 14,1 \cdot M + 5,7 \cdot M^2 \text{ dB} \quad (D.27)$$



$$K_{24} = 7,5 + 20 \cdot M^2 - 3,3 \cdot \lg\left(\frac{f}{500}\right) \text{ dB} \quad (\text{D.28})$$

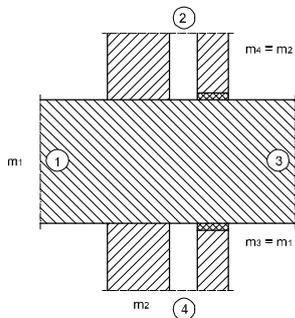


$$K_{12} = 30 + 10 \cdot |M| - 3,3 \cdot \lg\left(\frac{f}{500}\right) = K_{23} \text{ dB} \quad (\text{D.29})$$

$$K_{13} = 20 + \text{MAX}\left(10; 10 + 20 \cdot M\right) - 3,3 \cdot \lg\left(\frac{f}{500}\right) \text{ dB} \quad (\text{D.30})$$

Se utilizan m y R_A del conjunto del elemento de separación de dos hojas

Uniones en + y en T de elementos constructivos de dos hojas homogéneas con bandas elásticas interpuestas en el perímetro de una de las hojas

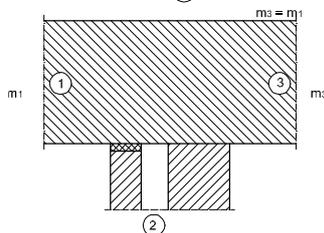


$$K_{12} = 8,7 + 5,7 \cdot M^2 = K_{23} \text{ dB} \quad (\text{D.31})$$

$$K_{13} = 8,7 + 17,1 \cdot M + 5,7 \cdot M^2 \text{ dB} \quad (\text{D.32})$$

$$K_{24} = 8,7 + 17,1 \cdot M + 5,7 \cdot M^2 \text{ dB} \quad (\text{D.33})$$

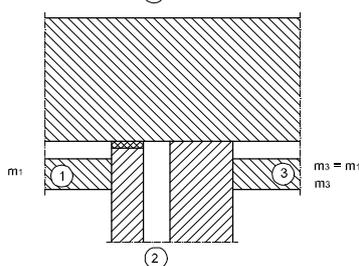
Se utilizan m y R_A del elemento constructivo base



$$K_{12} = 5,7 + 5,7 \cdot M^2 = K_{23} \text{ dB} \quad (\text{D.34})$$

$$K_{13} = 5,7 + 14,1 \cdot M + 5,7 \cdot M^2 \text{ dB} \quad (\text{D.35})$$

Se utilizan m y R_A del elemento constructivo base



$$K_{12} = 30 + 10 \cdot |M| - 3,3 \cdot \lg\left(\frac{f}{500}\right) = K_{23} \text{ dB} \quad (\text{D.36})$$

$$K_{13} = 20 + \text{MAX}\left(10; 10 + 20 \cdot M\right) - 3,3 \cdot \lg\left(\frac{f}{500}\right) \text{ dB} \quad (\text{D.37})$$

Se utilizan m y R_A del conjunto del elemento de separación de dos hojas"

- En el Anejo E, apartado E.1.1, punto 1, la referencia "conforme a la norma UNE EN ISO 140-3" se sustituye por "conforme a las normas UNE EN ISO 10140 partes 1, 2, 4 y 5,"
- En el Anejo E, apartado E.1.1, punto 2, la referencia "En la norma UNE 140-16" se sustituye por "En la norma UNE EN ISO 10140-1,"
- En el Anejo E, apartado E.1.1, punto 4, la referencia "con la norma UNE EN-ISO 140-8" se sustituye por "con la norma UNE EN ISO 14140-5,"
- En el Anejo E, apartado E.2.1, punto 1, la referencia "conforme a la norma UNE EN-ISO 140-8" se sustituye por "conforme a las normas UNE EN ISO 10140 partes 1, 3, 4 y 5"

- En el Anejo E, apartado E.2.2, punto 1, la referencia “conforme a las normas UNE EN ISO 140-6 y UNE EN ISO 140-8” se sustituye por “conforme a las normas UNE EN ISO 10140 partes 1, 3, 4 y 5”
- En el Anejo H, tras la tabla H.1 se añade el siguiente párrafo “Los valores finales de las magnitudes que definen las exigencias, $D_{nT,A}$, $D_{2m,nT,A}$ y $D_{2m,nT,Atr}$, se expresarán redondeados a un número entero. El redondeo se aplicará conforme a lo establecido en la norma UNE EN ISO 717-1: 1997/A1: 2007;”
- En el Anejo H, en el apartado H.1.1 el punto 2 se sustituye por “Aunque las exigencias de aislamiento se establecen en términos de la ponderación A, a nivel orientativo pueden utilizarse las aproximaciones siguientes, pero no deben ser sustitutivas de las expresiones de la tabla H.1”
- En el Anejo K, se elimina el apartado K.4.

Once. El Documento Básico DB HE: Ahorro de energía se modifica como sigue:

- En la Introducción, apartado III Criterios generales de aplicación, el tercer párrafo queda redactado de la siguiente forma: “Las citas a una disposición reglamentaria en este DB se refieren a la versión vigente en cada momento. Las citas a normas se refieren a la versión que en cada momento se indica en el documento DA DB-HE / 0 “Normas de aplicación” que a tales efectos publica el Ministerio de Fomento.”
- En la Introducción, el apartado “IV Condiciones particulares para el cumplimiento del DB HE” se renumera como apartado “V Condiciones particulares para el cumplimiento del DB HE”.
- En la Introducción, el apartado “V Terminología” se renumera como apartado “VI Terminología”.
- En la Introducción, se introduce un nuevo apartado IV que queda redactado de la siguiente forma:

“IV Criterios de aplicación en edificios existentes

Salvo en los casos en los que en este Documento Básico se establezca un criterio distinto, no se podrán reducir las condiciones preexistentes relacionadas con este requisito cuando estas sean menos exigentes que las establecidas en este Documento Básico. Cuando sean más exigentes únicamente podrán reducirse hasta el nivel de este Documento Básico.

En los casos en los que pueda limitarse la intervención al mayor grado de adecuación a las exigencias de este Documento Básico compatible con las condiciones específicas del edificio, en la documentación final de la obra debe quedar constancia del nivel de prestación alcanzado y los condicionantes de uso y mantenimiento, si existen.

HE-1: Limitación de demanda energética

1. Criterios generales:

1. Al margen de los criterios específicos establecidos a continuación en función del tipo de intervención, si en la obra, se sustituye, modifica sustancialmente o se incorpora nueva, más del 25% de la envolvente térmica final del edificio (incluida las partes ampliadas, en su caso), y la superficie final supera los 1000 m² útiles, o se produce un cambio de uso característico del edificio, se considerará intervención de envergadura importante y se limitará la demanda global del mismo, debiendo ser ésta inferior a la demanda que correspondería al mismo edificio (forma, tamaño, zonificación interior y uso de cada zona), en el que todos los elementos de la envolvente (tanto sobre los que se interviene como sobre los que no se interviene) tuvieran las características térmicas mínimas establecidas con carácter general en el Documento Básico (Tablas 2.2).

En este caso, cuando no sea posible alcanzar este nivel de demanda podrán adoptarse soluciones que permitan el mayor grado de adecuación posible, determinándose el mismo, en el caso de que haya ampliación, considerando de forma conjunta las dos partes del edificio, la parte existente y la parte ampliada, siempre que se dé alguno de los siguientes motivos:

- a) en edificios con valor histórico o arquitectónico reconocido, cuando pudiese alterar de manera inaceptable su carácter o aspecto, o
 - b) no sea técnica o económicamente viable.
2. Cuando la intervención produzca modificaciones en las condiciones interiores o exteriores de un elemento de la envolvente térmica que suponga un incremento de la demanda energética del edificio, las características de este se adecuarán al Documento Básico excepto en los siguientes casos:
 - a) en edificios con valor histórico o arquitectónico reconocido, cuando pudiese alterar de manera inaceptable su carácter o aspecto, o
 - b) no sea técnicamente viable.

En todo caso se conseguirán al menos las características de los elementos análogos de la parte existente.

3. Las limitaciones establecidas en el Documento Básico para evitar descompensaciones entre la calidad térmica de diferentes espacios (Tabla 2.1 de transmitancias máximas) no tienen carácter obligatorio para los elementos de la parte existente.

2. Criterios específicos en función del tipo de intervención:

Ampliación

1. Cuando se realice una ampliación a un edificio existente, las zonas ampliadas deben cumplir las exigencias establecidas con carácter general en la sección HE 1 del presente Documento Básico, considerándose los elementos de separación (particiones verticales y horizontales, medianeras...) de la zona ampliada respecto de la existente, como pertenecientes a la parte ampliada.

Cuando en edificios con valor histórico o arquitectónico reconocido, esto pudiese alterar de manera inaceptable su carácter o aspecto, se permitirá limitar la intervención en los

elementos de separación al mayor nivel de adecuación compatible con tales condiciones.

2. El resto de actuaciones en el edificio existente se regirán por los criterios establecidos para las intervenciones de reforma.

Reforma

1. Los elementos de la envolvente térmica que se sustituyan, incorporen o modifiquen sustancialmente, cumplirán las condiciones térmicas y de permeabilidad al aire establecidas en este Documento Básico (Tablas 2.2), salvo en los casos que se indican a continuación:
 - a) en edificios con valor histórico o arquitectónico reconocido, cuando pudiese alterar de manera inaceptable su carácter o aspecto, o;
 - b) su aplicación no suponga una mejora efectiva en la demanda energética del edificio, o;
 - c) no sea técnica o económicamente viable, o;
 - d) implique cambios sustanciales en otros elementos de la envolvente sobre los que no se fuera a intervenir inicialmente.

En estos casos, se permitirá limitar la intervención al mayor nivel de adecuación compatible con tales condiciones.

2. Cuando se intervenga simultáneamente en varios elementos de la envolvente térmica se podrán superar los valores de transmitancia de la Tabla 2.2 si la demanda resultante fuera igual o inferior a la obtenida aplicando los valores de la tabla a los elementos afectados.
3. En edificios de viviendas cuando se realicen cambios de distribución o de configuración de espacios, que afecten a particiones interiores que limitan unidades de uso con sistema de acondicionamiento previsto en el proyecto con zonas comunes del edificio no acondicionadas, después de la intervención, se verificará que estas cumplen las condiciones establecidas con carácter general para dichos elementos en este Documento Básico.
4. El resto de los elementos de la parte existente podrá conservarse en su estado actual siempre que no presente, antes de la intervención, daños que hayan mermado de forma significativa sus prestaciones iniciales. Si el edificio presenta daños relacionados con este requisito, la intervención deberá contemplar medidas específicas para su resolución.

HE-3: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación

Reformas y ampliaciones

1. En cualquier intervención sobre edificios existentes en la que se renueve o amplíe una parte de la instalación:

- a) se adecuará la parte de la instalación renovada o ampliada, para que se cumplan los valores de eficiencia energética límite, establecidos con carácter general en el Documento Básico, en función de la actividad.
 - b) cuando la renovación afecte a zonas del edificio para las cuales se establezca la obligatoriedad de sistemas de control o regulación para el aprovechamiento de la luz natural en el Documento Básico, se dispondrán estos sistemas.
2. Si las obras de reforma y ampliación, en su caso, afectan a más del 25% de la superficie total final del edificio (incluida las partes ampliadas en su caso), y la superficie final supera los 1000 m² útiles, se considerará intervención de envergadura importante y se adecuará toda la instalación a las exigencias establecidas en el Documento Básico con carácter general.

Cambio de actividad o uso

1. Cuando en una zona del edificio se produzca un cambio de actividad que implique un valor más bajo del Valor de Eficiencia Energética de la Instalación Límite establecido en el Documento Básico, respecto al que correspondería a la actividad inicial, se adecuará la instalación de dicha zona al establecido en el Documento Básico.
2. Cuando se produzca un cambio de uso característico del edificio, se considerará intervención de envergadura importante y se debe adecuar toda la instalación a las exigencias establecidas en el Documento Básico con carácter general.

HE-4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria

1. Esta sección no será de aplicación en intervenciones en edificios existentes salvo en aquellos edificios en los que exista una demanda de agua caliente sanitaria y/o climatización de piscina cubierta, que se reformen íntegramente, bien el edificio en sí o bien la instalación térmica, o en los que se produzca un cambio de uso característico del mismo, o un incremento de más del 50% de la demanda de ACS para demanda inicial igual o superior a 5.000 l/día, en cuyo caso se aplicará a la nueva demanda que se incremente.
2. Cuando no sea posible alcanzar la contribución solar mínima anual establecida en el Documento Básico debido a limitaciones no subsanables derivadas del emplazamiento, la configuración previa del edificio existente o de la normativa urbanística aplicable, o en edificios con valor histórico o arquitectónico reconocido, cuando pudiese alterar de manera inaceptable su carácter o aspecto, podrá sustituirse parcial o totalmente dicho aporte energético solar, mediante:
 - a) el aprovechamiento de energías renovables, procesos de cogeneración o fuentes de energía residuales procedentes de la instalación de recuperadores de calor ajenos a la propia generación de calor del edificio.
 - b) la inclusión alternativa de medidas o elementos que produzcan un ahorro energético térmico o reducción de emisiones de CO₂, equivalentes a las que se obtendrían mediante la correspondiente instalación solar, respecto a los requisitos básicos que

fije la normativa vigente, realizando mejoras en el aislamiento térmico y rendimiento energético de los equipos.

HE-5: Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica

1. Esta sección no será de aplicación en intervenciones en edificios existentes salvo:
 - a) cuando se reformen íntegramente o se produzca un cambio de uso característico del mismo.
 - b) en ampliaciones, cuando la ampliación supere los límites de aplicación establecidos en el Documento Básico con carácter general.
 2. Cuando no sea posible alcanzar la contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica establecida en el Documento Básico debido a limitaciones no subsanables derivadas del emplazamiento, la configuración previa del edificio existente o de la normativa urbanística aplicable, o en edificios con valor histórico o arquitectónico reconocido, cuando pudiese alterar de manera inaceptable su carácter o aspecto, podrá sustituirse parcial o totalmente mediante:
 - a) el aprovechamiento de otras fuentes de energías renovables.
 - b) la inclusión alternativa de medidas o elementos que produzcan una reducción de emisiones de CO₂ o ahorro eléctrico equivalente a la producción que se obtendría con la instalación solar mediante mejoras en instalaciones consumidoras de energía eléctrica tales como la iluminación, regulación de motores o equipos más eficientes.”
- En el Índice del documento se eliminan: el “Apéndice C Normas de referencia” de la sección HE 1, el “Apéndice B Normas de referencia” de la sección HE 3, el “Apéndice C Normas de referencia” de la sección HE 4 y el “Apéndice C Normas de referencia” de la sección HE 5.
 - En la sección HE 1, apartado 1.1 Ámbito de aplicación, se sustituye el apartado b) del punto 1 por “ b) intervenciones sobre los edificios existentes de acuerdo con lo indicado en el punto IV de la introducción.”
 - En la sección HE 1, apartado 1.1 Ámbito de aplicación, se elimina el apartado b) del punto 2: “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”, pasando a reenumerarse el resto de apartados
 - En la sección HE 1, tabla 2.1, se añade la nota (4), referida al cerramiento “Vidrios y marcos”. El texto de dicha nota es el siguiente: “⁽⁴⁾ Los valores indicados se refieren al valor promedio de vidrios y marcos.”
 - En la sección HE 1, tabla 2.1, se añade la nota (5), referida al cerramiento “Medianerías”. El texto de dicha nota es el siguiente: “⁽⁵⁾ Las medianeras que, de acuerdo con el apartado 3.1.3.2.d tengan consideración de fachada, han de cumplir las limitaciones correspondientes a muros de fachada.”
 - En la sección HE 1, artículo 2.1, tabla 2.2, se añade una nota a continuación del título de la tabla. El texto de dicha nota es el siguiente: “NOTA: No se establece ninguna exigencia

al valor límite del factor solar modificado de huecos para aquellos casos en los que no se indica un valor del mismo en las tablas.”

- En la sección HE 1, apartado 3.1.2, punto 2, la referencia “...en las siguientes categorías: a) espacios con carga interna baja: espacios en los que se disipa poco calor. Son los espacios destinados principalmente a residir en ellos, con carácter eventual o permanente. En esta categoría se incluyen todos los espacios de edificios de viviendas y aquellas zonas o espacios de edificios asimilables a éstos en uso y dimensión, tales como habitaciones de hotel, habitaciones de hospitales y salas de estar, así como sus zonas de circulación vinculadas. b) espacios con carga interna alta: espacios en los que se genera gran cantidad de calor por causa de su ocupación, iluminación o equipos existentes. Son aquellos espacios no incluidos en la definición de espacios con baja carga interna. El conjunto de estos espacios conforma la zona de alta carga interna del edificio...” se sustituye por “...las siguientes categorías: a) espacios con baja carga interna, b) espacios con alta carga interna...” y se incorpora en el Apéndice A Terminología la definición: “...Espacio habitable de alta carga interna: Espacio habitable en el que se genera gran cantidad de calor por causa de su ocupación, iluminación o equipos existentes. Son aquellos espacios no incluidos en la definición de espacios con baja carga interna. El conjunto de estos espacios conforma la zona de alta carga interna del edificio. ...”

- En la sección HE 1, apartado 3.2.1, punto 3, la referencia “EN ISO 13788:2002” se sustituye por “UNE EN ISO 13788”.

- En la sección HE 1, apartado 3.1.3, punto 2, letra d), la referencia “...Si el edificio se construye con posterioridad, el cerramiento se considerará, a efectos térmicos, una fachada; (...)” se sustituye por “...Si el edificio colindante se construye con posterioridad, el cerramiento se considerará, a efectos térmicos, una fachada...”

- En la sección HE 1, apartado 3.1.3, punto 3 a) se añade el subapartado iii): “...iii) medianeras. ...”

- En la sección HE 1, apartado 3.2.2.1, punto 3, apartado c, se añade: “... y los muros en contacto con espacios no habitables en contacto con el exterior. ...”.

- En la sección HE 1, artículo 3.2.2.2, Tabla 3.1, en la columna correspondiente a “Parámetros característicos medios” para “SUELOS”, se sustituye “ U_{Hm} ” por “ U_{Sm} ” en la fórmula.

- En la sección HE 1, tabla 3.1 se añade la siguiente nota: “Las medianeras que, de acuerdo con el apartado 3.1.3.2.d tengan consideración de fachada, han de incluirse en el cálculo de U_{Mm} .”

- En la sección HE 1, apartado 3.2.3.2 apartado 4, se señala en cursiva el término “barrera contra el paso de vapor de agua” y se añade en el Anexo A Terminología la definición de “barrera contra el vapor” que figura en el Anexo de Terminología del HS: “Barrera contra el vapor: elemento que tiene una resistencia a la difusión de vapor mayor que 10 MN·s/g equivalente a 2,7 m²·h·Pa/mg.”

- En la sección HE 1, apartado 3.2.3.2, punto 5, la referencia “UNE EN ISO 13788:2002” se sustituye por “UNE EN ISO 13788”.

- En la sección HE 1, apartado 3.2.4, punto 1, la referencia “UNE EN 12207:2000” se sustituye por “UNE EN 12207” y la referencia “UNE EN 1026:2000” se sustituye por “UNE EN 1026”.
- En la sección HE 1, apartado 3.3.1.1, punto 1, la referencia “...El objeto de la opción general es cuádruple y consiste en:...” se sustituye por “...El objeto de la opción general es:...”
- En la sección HE 1, apartado 3.3.1.1, punto 1.a), la referencia “... i) como edificio objeto, es decir, el edificio tal cual ha sido proyectado en geometría (forma y tamaño), construcción y operación; ii) como edificio de referencia, que tiene la misma forma, tamaño del edificio objeto; la misma zonificación interior y el mismo uso de cada zona; 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...” se sustituye por “... i) como *edificio objeto*; ii) como *edificio de referencia*;...”
- En la sección HE 1, apartado 3.3.2.2, punto 4, la referencia “...Se especificará para cada espacio si se trata de un espacio habitable o no habitable, indicando para estos últimos, si son de baja carga interna o alta carga interna...” se sustituye por “...Se especificará para cada espacio si se trata de un espacio habitable o no habitable, indicando para los primeros, si son de baja carga interna o alta carga interna...”
- En la sección HE 1, apartado 4.1, punto 8, la referencia “UNE EN ISO 10456:2001” se sustituye por “UNE EN ISO 10456”.
- En la sección HE 1, Apéndice A Terminología, la referencia “...Edificio de referencia: es el edificio obtenido a partir del edificio objeto, cuya demanda energética debe ser mayor, tanto en régimen de calefacción como de refrigeración, que la del edificio objeto. Se obtiene a partir del edificio objeto sustituyendo los cerramientos por otros que cumplen los requisitos de la opción simplificada...”, se sustituye por “...Edificio de referencia: es el edificio obtenido a partir del edificio objeto para verificar la exigencia de limitación de demanda. El edificio de referencia se define con la misma forma, tamaño y orientación del edificio objeto; la misma zonificación interior y el mismo uso de cada zona del edificio objeto; los mismos obstáculos remotos del edificio objeto; y unas soluciones constructivas cuyos parámetros característicos son los valores límite establecidos en las tablas 2.2...”
- En la sección HE 1, Apéndice A Terminología, la referencia “...Edificio objeto: edificio del que se quiere verificar el cumplimiento de la reglamentación...” se sustituye por “...Edificio objeto: edificio tal cual ha sido proyectado en geometría (forma, tamaño y orientación), construcción y condiciones de uso, del que se quiere verificar el cumplimiento de la reglamentación...”
- En la sección HE 1, Apéndice A Terminología, la referencia “...Grados-día: Grados-día de un período determinado de tiempo es la suma, para todos los días de ese período de tiempo, de la diferencia entre una temperatura fija, o base de los grados-día, y la temperatura media del día, cuando esa temperatura media diaria sea inferior a la temperatura base.” se sustituye por “...Grados-día: Grados-día de un período determinado de tiempo es la suma, para todos los días de ese período de tiempo, de la diferencia entre una temperatura fija, o base de los grados-día, y la temperatura media del

día, cuando esa temperatura media diaria sea inferior a la temperatura base, en periodo de invierno, o cuando sea superior a la temperatura base, en periodo de verano.”

- En la sección HE 1, Apéndice A Terminología, la referencia “Hueco: Es cualquier elemento semitransparente de la envolvente del edificio. Comprende las ventanas y puertas acristaladas” se sustituye por “Hueco: Es cualquier elemento semitransparente de la envolvente del edificio. Comprende las ventanas y las puertas acristaladas con una superficie semitransparente superior al 50%.”
- En la sección HE 1, se elimina el Apéndice C Normas de referencia.
- En la sección HE 1, apartado E 1.1, punto 5, la referencia “UNE EN ISO 10456:2001” se sustituye por “UNE EN ISO 10456”.
- En la sección HE 1, apartado E 1.1, subapartado 6, punto a, letra ii), la referencia “UNE EN ISO 6946:1997” se sustituye por “UNE EN ISO 6946”.
- En la sección HE 1, apartado E 1.2.1, apartado 7, la referencia “UNE EN ISO 13370:1999” se sustituye por “UNE EN ISO 13370”.
- En la sección HE 1, apartado E 1.2.1, Caso 2, punto 2, la referencia “UNE EN ISO 13370:1999” se sustituye por “UNE EN ISO 13370”.
- En la sección HE 1, apartado E 1.2.2, punto 5, la referencia “UNE EN ISO 13370:1999” se sustituye por “UNE EN ISO 13370”.
- En la sección HE 1, tabla E.3, se añade la nota: “NOTA: Para $D \geq 1,5\text{m}$ y $B' \leq 1$, no es de aplicación esta exigencia.”
- En la sección HE 1, Apéndice E, apartado E.1.3.1, punto 3, la referencia “...El coeficiente de reducción de temperatura b para espacios adyacentes no habitables (trasteros, despensas, garajes adyacentes...) y espacios no acondicionados bajo cubierta inclinada se podrá obtener de la tabla E.7 en función de la situación del aislamiento térmico (véase figura E.6), del grado de ventilación del espacio y de la relación de áreas entre la partición interior y el cerramiento (A_{iu}/ A_{ue})...” se sustituye por “...El coeficiente de reducción de temperatura b para espacios adyacentes no habitables (trasteros, despensas, garajes adyacentes...) y espacios no acondicionados bajo cubierta inclinada se podrá obtener de la tabla E.7 en función de la situación del aislamiento térmico (véase figura E.6), del grado de ventilación del espacio y de la relación de áreas entre la partición interior y el cerramiento (A_{iu}/ A_{ue}), donde el subíndice ue se refiere al cerramiento entre el espacio no habitable y el exterior; el subíndice iu se refiere a la partición interior entre el espacio habitable y el espacio no habitable (véase figura E.6)...”
- En la sección HE 1, Apéndice E, apartado E.1.3.1 punto 5, la referencia “... El coeficiente de reducción de temperatura b , para el resto de espacios no habitables, se define mediante la siguiente expresión: ...” se sustituye por “... Alternativamente, el coeficiente de reducción de temperatura b puede calcularse mediante la siguiente expresión: ...”
- En la sección HE 1, apartado E 1.3.1, punto 8, la referencia “UNE EN ISO 13789:2001” se sustituye por “UNE EN ISO 13789”.
- En la sección HE 1, apartado E 1.4.1, punto 2, la referencia “UNE EN ISO 10077-1:2001” se sustituye por “UNE EN ISO 10077-1”.

- En la sección HE 1, apartado E 2, punto 1, la referencia “UNE EN 410:1998” se sustituye por “UNE EN 410”.
- En la sección HE 1, apartado G.1.1, punto 3, la referencia “En el caso de localidades que no sean capitales de provincia y que no dispongan de registros climáticos contrastados, se supondrá que la temperatura exterior es igual a la de la capital de provincia correspondiente minorada en 1° C por cada 100 m de diferencia de altura entre ambas localidades...” se sustituye por “En el caso de localidades que no sean capitales de provincia y que no dispongan de registros climáticos contrastados, se supondrá que la temperatura exterior es igual a la de la capital de provincia correspondiente, variando en 1° C por cada 100m de diferencia de altura entre ambas localidades, incrementándose para localidades por debajo de dicha altitud o reduciéndose en caso contrario ...”
- En la sección HE 1, apartado G 2.1.1, punto 2, la referencia “UNE EN ISO 10211-1:1995” se sustituye por “UNE EN ISO 10211-1” y la referencia “UNE EN ISO 10211-2:2002” se sustituye por “UNE EN ISO 10211-2”.
- En la sección HE 1, apartado G.2.2.3, punto 3, la referencia “... siendo ...” se sustituye por “... siendo P_i la presión de vapor del aire interior [Pa]; P_e la presión de vapor del aire exterior [Pa]; ...”
- En la sección HE 1, apartado G 2.2.3, en la fórmula donde aparece la expresión “ $S_{d(n-1)}$ ” se sustituye por “ S_{dn} ”.
- En la sección HE 1, apartado G 2.2.3, punto 1, la referencia “UNE EN ISO 10456:2001” se sustituye por “UNE EN ISO 10456”.
- En la sección HE 1, apartado G.3, subapartado G.3.1, la referencia “... 1 La presión de vapor de saturación se calculará en función de la temperatura, ...” se sustituye por “... 1 La presión de vapor de saturación [Pa] se calculará en función de la temperatura [°C], ...”
- En la sección HE 3, apartado 1.1 Ámbito de aplicación, punto 1, letra b), la referencia “rehabilitación de edificios existentes con una superficie útil superior a 1000m², donde se renueve más del 25% de la superficie iluminada”, se sustituye por “intervenciones sobre edificios existentes de acuerdo con lo indicado en el punto IV de la introducción.”
- En la sección HE 3, apartado 1.1 Ámbito de aplicación, punto 1, se elimina la letra c) “reformas de locales comerciales y de edificios de uso administrativo en los que se renueve la instalación de iluminación”.
- En la sección HE 3, apartado 1.1 Ámbito de aplicación, punto 2, se elimina la letra a) “edificios y monumentos con valor histórico o arquitectónico reconocido, cuando el cumplimiento de las exigencias de esta sección pudiese alterar de manera inaceptable su carácter o aspecto” renumerándose consecuentemente el resto de apartados.”
- En la sección HE 3, apartado 2.2, Sistemas de control y regulación, punto 1, letra b), la referencia “... Quedan excluidas de cumplir las exigencias de los puntos i e ii anteriores, las siguientes zonas de la tabla 2.1: ...” se sustituye por “... Quedan excluidas de cumplir la exigencia de este apartado b) las siguientes zonas de la tabla 2.1:...”

- En la sección HE 3, Apéndice A Terminología, se añade, al final de las definiciones “Iluminancia inicial”, “Iluminancia media en el plano horizontal”, “Iluminancia media horizontal mantenida”, la frase: “Se expresa en lux.”
- En la sección HE 3, Apéndice A Terminología, la referencia “UNE EN 60598-1:1998” se sustituye por “UNE EN 60598-1”, la referencia “UNE EN 50294:1999” se sustituye por “UNE EN 50294” y la referencia “UNE en 60923:1997” se sustituye por “UNE EN 60923”.
- En la sección HE 3, se elimina el Apéndice B Normas de referencia.
- En la sección HE 4, apartado 1.1 Ámbito de aplicación, punto 1, se sustituye la palabra “aplicable” por “de aplicación”.
- En la sección HE 4, apartado 1.1 Ámbito de aplicación, punto 1, se elimina del subapartado a) la referencia: “y rehabilitación de edificios existentes”.
- En la sección HE 4, 1.1 Ámbito de aplicación, punto 1, la referencia “... en los que exista una demanda de agua caliente sanitaria y/o climatización de piscina cubierta...” se sustituye por “... en los que exista una demanda de agua caliente sanitaria y/o climatización de piscina cubierta, y esta supere los 50l/d...”
- En la sección HE 4, apartado 1.1 Ámbito de aplicación, punto 1, se añade el subapartado: “b) intervenciones sobre edificios existentes de acuerdo con lo indicado en el punto IV de la introducción”.
- En la sección HE 4, apartado 1.1 Ámbito de aplicación, punto 2, se elimina el subapartado “d) en rehabilitación de edificios, cuando existan limitaciones no subsanables derivadas de la configuración previa del edificio existente o de la normativa urbanística aplicable”, renumerándose consecuentemente el resto de apartados.
- En la sección HE 4, apartado 1.1 Ámbito de aplicación, punto 2, se elimina el subapartado “f) cuando así lo determine el órgano competente que deba dictaminar en materia de protección histórica artística”.
- En la sección HE 4, apartado 1.1 Ámbito de aplicación, el punto 3 queda redactado de la siguiente manera para recoger los cambios de renumeración: “En edificios que se encuentren en los casos b), c) y d) del apartado anterior, en el proyecto,...”
- En la sección HE 4, apartado 3.1.1, tabla 3.1, la referencia “UNE 94002:2005” se sustituye por “UNE 94002”.
- En la sección HE 4, apartado 3.1.1, punto 8, la referencia “...En el caso que se justifiquen un nivel de demanda de ACS ...” se sustituye por “...En el caso que se justifique un nivel de demanda de ACS ...”
- En la sección HE 4 , Tabla 3.3. Zonas climáticas, se cambia la zona climática de Logroño a zona III, de acuerdo con el Mapa 3.1.
- En la sección HE 4, apartado 3.3.3.2, punto 2, la referencia “...En los casos en los debidamente justificados en los que sea necesario instalar depósitos...” se sustituye por “...En los casos, debidamente justificados, en los que sea necesario instalar depósitos...”
- En la sección HE 4, se elimina el Apéndice C Normas de referencia.

- En la sección HE 5, apartado 1.1 Ámbito de aplicación, se añade un nuevo punto “2 Las intervenciones sobre edificios existentes se realizarán de acuerdo con lo indicado en el punto IV de la introducción”, renumerándose consecuentemente el resto de apartados.
- En la sección HE 5, apartado 1.1 Ámbito de aplicación, punto 3, se elimina el subapartado “c) en rehabilitación de edificios, cuando existan limitaciones no subsanables derivadas de la configuración previa del edificio existente o de la normativa urbanística aplicable”, renumerándose consecuentemente el resto de subapartados.
- En la sección HE 5, apartado 1.1 Ámbito de aplicación, el punto 4 queda redactado de la siguiente manera para recoger los cambios de renumeración: “En edificios para los cuales sea de aplicación los apartados b) y c) se justificará, en el proyecto,…”
- En la sección HE 5, apartado 2.2, subapartado 3, la referencia “.. b) en el caso de distintos usos, ...” se sustituye por “... b) en el caso de varios usos, ...”
- En la sección HE 5, Tabla 3.2. Zonas climáticas, se cambia la zona climática de Logroño a zona III, de acuerdo con el Mapa 3.1.
- En la sección HE 5, apartado 3.2.3.1, punto 1, la referencia “UNE EN 61215:1997” se sustituye por “UNE EN 61215” y la referencia “UNE EN 61646:1997” se sustituye por “UNE EN 61646”.
- En la sección HE 5, apartado 3.3.2, punto 2, la referencia “... a) inclinación máxima = inclinación ($\alpha = 41^\circ$) – ($41^\circ - \text{latitud}$); b) inclinación mínima = inclinación ($\alpha = 41^\circ$) – ($41^\circ - \text{latitud}$); siendo 5° su valor mínimo. ...” se sustituye por “... a) inclinación máxima = inclinación ($\varphi = 41^\circ$) – ($41^\circ - \text{latitud}$); b) inclinación mínima = inclinación ($\varphi = 41^\circ$) – ($41^\circ - \text{latitud}$); siendo 5° su valor mínimo. ...”
- En la sección HE 5, se elimina el Apéndice C Normas de referencia.

Disposición transitoria. *Obras a las que será de aplicación obligatoria lo previsto en esta orden.*

Las modificaciones de los documentos básicos del Código Técnico de la Edificación aprobadas por esta orden serán de aplicación obligatoria a las obras de nueva construcción y a las de ampliación, modificación, reforma o rehabilitación de edificios existentes para las que se solicite licencia municipal de obras una vez transcurrido un plazo de tres meses desde la entrada en vigor de la presente orden.

Disposición Final Primera. *Carácter básico.*

Esta Orden tiene carácter básico y se dicta al amparo de las competencias que se atribuyen al Estado en los artículos 149.1.16, 23 y 25 de la Constitución en materia de bases y coordinación general de la sanidad, protección del medio ambiente y bases del régimen minero y energético, respectivamente.

Disposición Final Segunda. *Entrada en vigor.*

La presente Orden entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el Boletín Oficial de Estado.

Madrid, de de 2012

La Ministra de Fomento,

ANEJO



Ministerio de Fomento

Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo

Documento Básico **SE-A**

Seguridad estructural Acero

Índice

1 Generalidades

- 1.1 Ámbito de aplicación y consideraciones previas
- 1.2 Condiciones particulares para el cumplimiento del DB-SE-A

2 Bases de cálculo

- 2.1 Generalidades
- 2.2 Verificaciones
- 2.3 Estados límite últimos
- 2.4 Estados límite de servicio

3 Durabilidad

- 3.1 Generalidades
- 3.2 Estrategia para la durabilidad

4 Materiales

- 4.1 Generalidades
- 4.2 Tipos de acero
- 4.3 Productos de acero
- 4.4 Materiales de aportación
- 4.5 Resistencia de cálculo

5 Análisis estructural

- 5.1 Generalidades
- 5.2 Idealización de la estructura
- 5.3 Análisis
- 5.4 Estabilidad lateral global
- 5.5 Imperfecciones iniciales

6 Estados límite últimos

- 6.1 Estado límite de equilibrio
- 6.2 Estado límite de resistencia de las secciones
- 6.3 Resistencia de los elementos

7 Estados límite de servicio

- 7.1 Deformaciones, flecha y desplome

8 Uniones

- 8.1 Bases de cálculo
- 8.2 Rigidez y resistencia
- 8.3 Criterios de comprobación
- 8.4 Uniones soldadas.
- 8.5 Algunas uniones típicas

9 Ejecución

- 9.1 Materiales
- 9.2 Manipulación y almacenamiento
- 9.3 Montaje
- 9.4 Tratamiento de protección
- 9.5 Soldeo

10 Tolerancias

- 10.1 Generalidades
- 10.2 Tolerancias de fabricación
- 10.3 Tolerancias normales. Montaje

11 Control

- 11.1 Generalidades

12 Mantenimiento

- 12.1 Inspección
- 12.2 Mantenimiento

Anejo A. Terminología

Anejo B. Notación y Unidades

- B.1 Notación
- B.2 Unidades

1 Generalidades

1.1 Ámbito de aplicación y consideraciones previas

- 1 Este DB se destina a verificar la seguridad estructural de los elementos metálicos realizados con acero en edificación convencional. No se contemplan, por tanto, aspectos propios de otros campos de la construcción (edificación singular, puentes, silos, chimeneas, antenas, tanques, etc.), para cuya verificación debe recurrirse a la Instrucción EAE. Tampoco se tratan aspectos relativos a elementos que, por su carácter específico, requieren consideraciones especiales.

Con carácter general, en este DB se contemplan los elementos indicados a continuación. No obstante, en el DB se establecen otras limitaciones de uso del mismo para situaciones específicas (abolladura, pandeo lateral, etc.). Para el estudio de cualquier situación no contemplada explícitamente en este DB, se seguirán los criterios establecidos en la Instrucción EAE. Los elementos contemplados en el DB son:

- a) Materiales: Aceros no aleados laminados en caliente de los tipos S 235, S 275 y S 355
- b) Tipos de sección: secciones de clases 1, 2 y 3.
- c) Elementos estructurales:
 - i) Vigas simples de sección constante: Contemplándose análisis plástico global en vigas continuas de clase 1
 - ii) Soportes simples de sección constante, sometidos a axil constante y sin acciones actuantes transversales a la directriz del mismo.
 - iii) Pórticos intraslacionales o ligeramente traslacionales, ya sean arriostrados o con nudos rígidos. No se contempla el análisis global plástico.
 - iv) Celosías con perfiles de aceros no aleados laminados en caliente
 - v) Uniones: soldadas, articuladas o rígidas (de determinados tipos) de resistencia completa.
- d) Acciones: predominantemente estáticas y con ausencia de sobrecargas repetitivas de entidad o de cargas de impacto

Sólo se contemplan en este DB las estructuras y componentes de edificios sometidos a acciones predominantemente estáticas (denominadas de categoría de uso SC1 de acuerdo con la Instrucción EAE: 6.2.2.1). No se contemplan en este DB las estructuras sometidas a acciones sísmicas cuya verificación debe hacerse de acuerdo con la norma NCSE y la Instrucción EAE.

No se contemplan en este DB procedimientos para la verificación de estructuras de acero frente a fatiga (Estado límite de fatiga) o vibraciones (Estado límite de vibraciones), que están desarrollados en la Instrucción EAE.

- 2 Este DB se refiere únicamente a la seguridad en condiciones adecuadas de utilización, incluidos los aspectos relativos a la durabilidad, de acuerdo con el DB-SE. La satisfacción de otros requisitos (aislamiento térmico, acústico, resistencia al fuego) quedan fuera de su alcance. Los aspectos relativos a la fabricación, montaje, control de calidad, conservación y mantenimiento se tratan, exclusivamente, en la medida necesaria para indicar las exigencias que se deben cumplir en concordancia con las hipótesis establecidas en el proyecto de edificación.
- 3 Este DB supone que el proyecto, construcción y control de las estructuras que constituyen su ámbito de aplicación son llevados a cabo por técnicos y operarios con los conocimientos necesarios y la experiencia suficiente. Además, se da por hecho que dichas estructuras estarán destinadas al uso para el que hayan sido concebidas y serán adecuadamente mantenidas durante su vida de servicio.

1.2 Condiciones particulares para el cumplimiento del DB-SE-A

- 1 La aplicación de los procedimientos de este DB se llevará a cabo de acuerdo con las condiciones particulares que en el mismo se establecen, con las condiciones particulares indicadas en el DB-SE

y con las condiciones generales para el cumplimiento del CTE, las condiciones del proyecto, las condiciones en la ejecución de las obras y las condiciones del edificio que figuran en los artículos 5, 6, 7 y 8 respectivamente de la parte I del CTE.

- 2 La documentación del proyecto será la que figura en el apartado 2 Documentación del DB-SE incluyendo además:
 - a) las características mecánicas consideradas para los aceros en chapas y perfiles, tornillos, materiales de aportación, pinturas y materiales de protección de acuerdo con las especificaciones que figuran en el apartado 4 de este DB;
 - b) las dimensiones a ejes de referencia de las barras y la definición de perfiles, de las secciones armadas, chapas, etc.;
 - c) las uniones (medios de unión, dimensiones y disposición de los tornillos o cordones) conforme con lo prescrito en el apartado 8 de este DB.

2 Bases de cálculo

2.1 Generalidades

- 1 Las especificaciones, criterios, procedimientos, principios y reglas que aseguran un comportamiento estructural adecuado de un edificio conforme a las exigencias del CTE, se establecen en el DB SE. En este DB se incluyen los aspectos propios de los elementos estructurales de acero.
- 2 Para el tratamiento de aspectos específicos o de detalle debe recurrirse a la Instrucción EAE.

2.2 Verificaciones

2.2.1 Tipos de verificación

- 1 Se requieren dos tipos de verificaciones de acuerdo a DB SE 3.2, las relativas a:
 - a) La estabilidad y la resistencia (estados límite últimos).
 - b) La aptitud para el servicio (estados límite de servicio).

2.3 Estados límite últimos

2.3.1 Condiciones que deben verificarse

- 1 Para la verificación de la capacidad portante se consideran los estados límite últimos de estabilidad y resistencia, de acuerdo a DB SE 4.2

2.3.2 Efecto de las acciones

- 1 Para cada situación de dimensionado, los valores de cálculo del efecto de las acciones se obtendrán mediante las reglas de combinación indicadas en DB SE 4.2.

2.3.3 Coeficientes parciales para la resistencia del acero

- 1 Para los coeficientes parciales para la resistencia se adoptarán, normalmente, los siguientes valores:
 - a) $\gamma_{M0} = 1,05$ coeficiente parcial relativo a la plastificación del material
 - b) $\gamma_{M1} = 1,05$ coeficiente parcial relativo a los fenómenos de inestabilidad
 - c) $\gamma_{M2} = 1,25$ coeficiente parcial de seguridad relativo a la resistencia última del material o sección, y a la resistencia de los medios de unión

En el proyecto de estructuras de edificación se podrá adoptar un coeficiente parcial $\gamma_{M0} = \gamma_{M1} = 1,00$ siempre y cuando se cumplan simultáneamente los siguientes requisitos:

- a) Tolerancias "más estrictas" según el Capítulo 10.
- b) Garantías adicionales para el acero de acuerdo con la Instrucción EAE (Artículo 84º). Se debe garantizar que el límite elástico del acero empleado en la obra presente una dispersión acorde con el coeficiente parcial reducido, según un análisis basado en la teoría de fiabilidad estructural.
- c) Control de ejecución intenso de acuerdo con la Instrucción EAE (Artículo 89º).

2.4 Estados límite de servicio

2.4.1 Condiciones que deben verificarse

- 1 Se considera que hay un comportamiento adecuado, en relación con las deformaciones, las vibraciones o el deterioro, si se cumple, para las situaciones de dimensionado pertinentes, que el efecto de las acciones no alcanza el valor límite admisible establecido para el mismo de acuerdo a DB SE 4.3

2.4.2 Efecto de las acciones

- 1 Para cada situación de dimensionado, los valores de cálculo del efecto de las acciones se obtendrán mediante las reglas de combinación indicadas en DB SE.

2.4.3 Coeficientes parciales para la resistencia del acero

- 1 Para la comprobación de los estados límite de servicio se adoptarán como coeficientes parciales para la resistencia valores iguales a la unidad.

2.5 Geometría

2.5.1 Valores característicos y de cálculo

- 1 Se adoptarán como valores característicos (a_k) y de cálculo (a_d) de los datos geométricos, los valores nominales (a_{nom}) definidos en las normas de productos o en la documentación de proyecto:

$$a_k = a_d = a_{nom} \quad (2.1)$$

- 2 En algunos casos, cuando las imprecisiones relativas a la geometría tengan un efecto significativo sobre la resistencia de la estructura (como en el análisis de los efectos de segundo orden), se tomará como valor de cálculo de los datos geométricos el siguiente:

$$a_d = a_{nom} \pm \Delta a \quad (2.2)$$

donde Δa deberá tener en cuenta las posibles desviaciones desfavorables de los valores nominales y estará definido de acuerdo con las tolerancias establecidas en el Proyecto. El valor de Δa puede ser tanto negativo como positivo.

En el caso en que pueda determinarse por medición la desviación producida, se empleará dicho valor.

2.5.2 Imperfecciones

- 1 Las imperfecciones de fabricación y montaje entre las que se incluyen las tensiones residuales y las imperfecciones geométricas tales como la falta de verticalidad, rectitud, planitud, ajuste, así como las posibles excentricidades de montaje en uniones, se tendrán en cuenta en la comprobación frente a los fenómenos de inestabilidad.

En este DB, los efectos de estas imperfecciones se tendrán en cuenta a través del empleo de unas imperfecciones geométricas equivalentes, cuya definición se hará de acuerdo con los apartados 5.4 y 5.5.

2.6 Bases de cálculo orientadas a la durabilidad

- 1 Antes de comenzar el Proyecto, se deberá identificar el tipo de ambiente que define la agresividad a la que va a estar sometido cada elemento estructural.
- 2 Para conseguir una durabilidad adecuada, se deberá establecer en el Proyecto, y en función del tipo de ambiente, una estrategia acorde con los criterios expuestos en el capítulo 3.

2.6.1 Definición del tipo de ambiente

- 1 El tipo de ambiente al que está sometido un elemento estructural viene definido por el conjunto de condiciones físicas y químicas a las que está expuesto, y que puede llegar a provocar su degradación como consecuencia de efectos diferentes a los de las cargas y sollicitaciones consideradas en el análisis estructural. El tipo de ambiente viene definido por una de las clases de exposición, frente a corrosión, de acuerdo con 2.6.2.
- 2 Cuando una estructura contenga elementos con diferentes tipos de ambiente, el Autor del Proyecto definirá algunos grupos con los elementos estructurales que presenten características similares de exposición ambiental. Para ello, siempre que sea posible, se agruparán elementos del mismo tipo (por ejemplo, pilares, vigas de cubierta, placas de base, etc.) cuidando además que los criterios seguidos sean congruentes con los aspectos propios de la fase de ejecución. Para cada grupo, se identificará la clase que define la agresividad del ambiente al que se encuentran sometidos sus elementos.

2.6.2 Clases de exposición ambiental en relación con la corrosión del acero

- 1 A los efectos de este DB, se definen como clases de exposición las que se refieren exclusivamente a procesos relacionados con la corrosión del acero.
- 2 En el caso de que existan procesos mecánicos, biológicos, térmicos, o agentes químicos particularmente agresivos (caso de ciertas instalaciones industriales especiales, como industrias papeleiras, factorías de tintes y refinerías de petróleo), cuyo efecto agrava fuertemente la posible corrosión, deberá tenerse en cuenta este hecho, al objeto de reforzar la protección de la estructura.
- 3 Las diferentes clases de exposición relativas a la corrosión atmosférica se definen en términos de pérdida de masa por unidad de superficie o pérdida de espesor de las probetas normalizadas de acero de bajo contenido en carbono o de cinc, después del primer año de exposición, según el ensayo normalizado en ISO 9226:1992. La Instrucción EAE clasifica con precisión la corrosividad atmosférica en función de los resultados de dicho ensayo. Si no se dispone de dichos resultados, los ejemplos indicados en la tabla, que corresponden a ambientes típicos en un clima templado, permiten estimar la clase de exposición, si bien debe tenerse en cuenta que la corrosividad atmosférica en un clima frío o en uno seco es inferior que en un clima templado, mientras que será mucho mayor en un clima cálido y húmedo.

Tabla 2.1. Clases de exposición relativas a la corrosión atmosférica

Designación	Clase de exposición (corrosividad)	Ejemplos de ambientes típicos en un clima templado	
		Exterior	Interior
C1	muy baja	---	Edificios con calefacción y con atmósferas limpias, por ejemplo: oficinas, tiendas, colegios, hoteles.
C2	baja	Atmósferas con bajos niveles de contaminación Áreas rurales en su mayor parte.	Edificios sin calefacción donde pueden ocurrir condensaciones, por ejemplo: almacenes.
C3	media	Atmósferas urbanas e industriales, con moderada contaminación de dióxido de azufre. Áreas costeras con baja salinidad.	Naves de fabricación con elevada humedad y con algo de contaminación del aire, por ejemplo: plantas de procesamiento de alimentos, lavanderías.
C4	alta	Áreas industriales y áreas costeras con moderada salinidad.	Plantas químicas, piscinas.
C5-I	muy alta (industrial)	Áreas industriales con elevada humedad y con atmósfera agresiva.	Edificios o áreas con condensaciones casi permanentes, y con contaminación elevada.
C5-M	muy alta (marina)	Áreas costeras y marítimas con elevada salinidad.	Edificios o áreas con condensaciones casi permanentes, y con contaminación elevada.

3 Durabilidad

3.1 Generalidades

- 1 La durabilidad de una estructura es su capacidad para soportar, durante la vida útil para la que ha sido proyectada, las condiciones físicas y químicas a las que está expuesta, y que podrían llegar a provocar su degradación como consecuencia de efectos diferentes a las cargas y sollicitaciones consideradas en el análisis estructural.
- 2 Una estructura durable debe conseguirse con una estrategia global capaz de considerar todos los posibles factores de degradación y actuar consecuentemente sobre cada una de las fases de proyecto, ejecución y uso de la estructura. Dicha estrategia debe considerar en forma jerárquica al edificio en su conjunto (situación, uso, etc.), la estructura (exposición, ventilación, etc.), los elementos (materiales, tipos de sección, etc.) y, especialmente, los detalles, evitando:
 - a) La existencia de sistemas de evacuación de aguas no accesibles para su conservación que puedan afectar a elementos estructurales.
 - b) la formación de rincones, en nudos y en uniones a elementos no estructurales, que favorezcan el depósito de residuos o suciedad.
 - c) el contacto directo con otros metales (el aluminio de las carpinterías de cerramiento, muros cortina, etc.).
 - d) el contacto directo con yesos.
- 2 Una estrategia correcta para la durabilidad debe tener en cuenta que en una estructura puede haber diferentes elementos estructurales sometidos a distintos tipos de ambiente.
- 3 En el proyecto de edificación se indicarán las protecciones adecuadas a los materiales para evitar su corrosión, de acuerdo con las condiciones ambientales internas y externas del edificio, según 2.6.

3.2 Estrategia para la durabilidad

3.2.1 Prescripciones generales

- 1 Para satisfacer el requisito de seguridad estructural, será necesario seguir una estrategia que considere todos los posibles mecanismos de degradación, adoptando medidas específicas en función de la agresividad a la que se encuentre sometido cada elemento.

La estrategia de durabilidad incluirá, al menos, los aspectos que se mencionan en los siguientes apartados:

 - a) Selección de formas estructurales adecuadas, de acuerdo con lo indicado en 3.2.2.
 - b) Selección del tratamiento de protección (pintado, metalización, galvanización en caliente) adecuado, teniendo en cuenta la clase de exposición a la que vaya a estar sometido el elemento, y el estado de la superficie a proteger, según el apartado 9.6.
 - c) Disposición de medidas especiales de protección, en el caso de ambientes muy agresivos.
 - d) Establecimiento de un programa de inspecciones a efectuar durante y después de la pintura, de acuerdo con la Instrucción EAE (Capítulo XXI).
 - e) Establecimiento de un programa de mantenimiento que cubra toda la vida útil de la estructura, de acuerdo con la Instrucción EAE (Capítulo XXIII).
- 4 En aquellas estructuras que, como consecuencia de las consideraciones ambientales indicadas, sea necesario revisar la protección de las mismas, el proyecto debe prever la inspección y mantenimiento de las protecciones, asegurando, de modo permanente, los accesos y el resto de condiciones físicas necesarias para ello.

3.2.2 Selección de la forma estructural

- 1 Se procurará evitar el empleo de diseños estructurales que conduzcan a una susceptibilidad elevada a la corrosión. Para ello, se recomienda que las formas de los elementos estructurales sean sencillas, evitando una complejidad excesiva, y que los métodos de ejecución de la estructura sean tales que no se reduzca la eficacia de los sistemas de protección empleados (por daños en el transporte y manipulación de los elementos).
- 2 Se tenderá a reducir al mínimo el contacto directo entre las superficies de acero y el agua, evitando la formación de depósitos de agua, facilitando la rápida evacuación de ésta e impidiendo el paso de agua sobre las zonas de juntas. Para ello, deben adoptarse precauciones como evitar la disposición de superficies horizontales que promuevan la acumulación de agua o suciedad, la eliminación de secciones abiertas en la parte superior que faciliten dicha acumulación, la supresión de cavidades y huecos en los que puede quedar retenida el agua, y la disposición de sistemas adecuados y de sección generosa para conducción y drenaje de agua.
- 3 Cuando la estructura presente áreas cerradas (interior accesible) o elementos huecos (interior inaccesible), debe cuidarse que estén protegidos de manera efectiva contra la corrosión. Para ello, debe evitarse que quede agua atrapada en su interior durante el montaje de la estructura, deben disponerse las medidas necesarias para la ventilación y drenaje (interiores accesibles), y deben sellarse de manera efectiva frente a la entrada de aire y humedad, mediante soldaduras continuas, los interiores inaccesibles.
- 4 Debe prestarse una atención especial a la protección contra la corrosión de las uniones, cuidando que la superficie de la soldadura esté libre de imperfecciones, como fisuras, cráteres y proyecciones, que son difíciles de cubrir eficazmente por la pintura posterior
- 5 Debe evitarse la aparición de pares galvánicos, que se producen cuando existe continuidad eléctrica entre dos metales de diferente potencial electroquímico (tales como acero inoxidable y acero al carbono), aislando eléctricamente mediante pintado u otros procedimientos, las superficies de ambos metales.
- 6 Las superficies de estructura de acero sometidas a riesgo de corrosión que sean inaccesibles a la inspección y mantenimiento y que no sean adecuadamente selladas, deberán tener inicialmente una protección adecuada a la vida útil prevista, debiendo además incrementarse el espesor del acero estrictamente resultante del cálculo estructural, con un sobreespesor que compense el efecto de la corrosión durante la vida útil.

4 Materiales

4.1 Generalidades

- 1 Aunque muchos de los métodos de comprobación indicados en el DB pueden aplicarse a materiales de diferentes características a los contemplados en este capítulo, se considera que los elementos estructurales a que se refiere este DB están constituidos por los materiales que se indican a continuación. Para otros materiales (aceros, productos de acero, medios de unión o sistemas de protección) debe recurrirse a la Instrucción EAE.

4.2 Tipos de acero

- 1 Los aceros considerados en este DB son los establecidos en la norma UNE EN 10025-2 (Productos laminados en caliente de acero no aleado, para construcciones metálicas de uso general) en cada una de las partes que la componen, cuyas características se resumen en la Tabla 4.1. Se entiende por tales los aceros no aleados, sin características especiales de resistencia mecánica ni resistencia a la corrosión, y con una microestructura normal de ferrita-perlita. Solo se contemplan en este DB los aceros de tipo S 235, S 275 y S 355, cuyas especificaciones correspondientes a límite elástico f_y y resistencia última a tracción, f_u , se recogen en la Tabla 4.1. Para otros tipos de acero se seguirá lo dispuesto en la Instrucción EAE

Tabla 4.1. Límite elástico mínimo y resistencia a tracción (N/mm²)

Tipo	Espesor nominal t (mm)			
	t ≤ 40		40 < t ≤ 80	
	f_y	f_u	f_y	f_u
S 235	235	360 < f_u < 510	215	360 < f_u < 510
S 275	275	430 < f_u < 580	255	410 < f_u < 560
S 355	355	490 < f_u < 880	335	470 < f_u < 630

- 2 Las siguientes son características comunes a todos los aceros:
 - a) módulo de Elasticidad, $E=210.000 \text{ N/mm}^2$
 - b) módulo de Rigidez, $G=81.000 \text{ N/mm}^2$
 - c) coeficiente de Poisson, $\nu=0,3$
 - d) coeficiente de dilatación térmica, $\alpha=1,2 \cdot 10^{-5} \text{ (}^\circ\text{C)}^{-1}$
 - e) densidad, $\rho=7.850 \text{ kg/m}^3$
- 3 Para el límite elástico característico f_{yk} se tomará el valor nominal indicado en la norma UNE-EN correspondiente al tipo de acero de que se trate, en función del tipo y grado de acero y del espesor nominal de producto o, alternativamente, como simplificación, cuando el acero disponga de unas garantías adicionales según el Artículo 84º de la Instrucción EAE, el valor nominal establecido en este Artículo para el tipo de acero de que se trate. Igualmente se procederá con el resto de las características y propiedades que figuran en los distintos apartados siguientes.
- 4 Los aceros utilizables deben cumplir los siguientes requisitos, al objeto de garantizar una ductilidad suficiente:

$$f_u/f_y \geq 1,10 \quad (4.1)$$

$$\epsilon_u \geq 0,15 \quad (4.2)$$

$$\epsilon_{\text{máx}} \geq 15 \epsilon_y \quad (4.3)$$

Siendo:

ϵ_u la deformación remanente concentrada de rotura medida sobre una base de longitud $5,65 \cdot (A_0)^{1/2}$, donde A_0 es la sección inicial

- ε_y la deformación correspondiente al límite elástico, dada por $\varepsilon_y = 0,002 + f_y/E$, siendo E el módulo de elasticidad del acero,
- ε_{max} la deformación correspondiente a la resistencia a tracción f_u .
- 5 Soldabilidad. Los aceros relacionados en este DB son soldables y únicamente se requiere la adopción de precauciones en el caso de uniones especiales (entre chapas de gran espesor, de espesores muy desiguales, en condiciones difíciles de ejecución, etc.), según se indica en el Capítulo 10 de este DB.

4.3 Productos de acero

- 1 Los perfiles deben ser elaborados con los aceros especificados en el apartado 4.1. y deben corresponder a alguna de las series indicadas en la tabla 4.2.

Tabla 4.2. Series de perfiles de sección llena laminados en caliente

Serie	Norma de producto	
	Dimensiones	Tolerancias
Perfil IPN	UNE 36521	UNE-EN 10024
Perfil IPE	UNE 36526	UNE-EN 10034
Perfil HEB (base)	UNE 36524	UNE-EN 10034
Perfil HEA (ligero)	UNE 36524	UNE-EN 10034
Perfil HEM (pesado)	UNE 36524	UNE-EN 10034
Perfil U Normal (UPN)	UNE 36522	UNE-EN 10279
Perfil UPE	UNE 36523	UNE-EN 10279
Perfil U Comercial (U)	UNE 36525	UNE-EN 10279
Angular de lados iguales (L)	UNE-EN 10056-1	UNE-EN 10056-2
Angular de lados desiguales (L)	UNE-EN 10056-1	UNE-EN 10056-2
Perfil T	UNE-EN 10055	UNE-EN 10055

4.4 Materiales de aportación

- 1 El material de aportación utilizable para la realización de soldaduras (electrodos) deberá ser apropiado para el proceso de soldeo, teniendo en cuenta el material a soldar y el procedimiento de soldeo; además deberá tener unas características mecánicas, en términos de límite elástico, resistencia a tracción, deformación bajo carga máxima y resiliencia, no inferiores a las correspondientes del material de base que constituye los perfiles o chapas que se pretende soldar.

4.5 Resistencia de cálculo

- 1 Se define resistencia de cálculo, f_{yd} , al cociente de la tensión de límite elástico y el coeficiente parcial para la resistencia del material:

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_M \quad (4.4)$$

siendo:

f_{yk} tensión del límite elástico del material base (tabla 4.1).

γ_M coeficiente parcial de seguridad del material, de acuerdo al apartado 2.3.3,

- 2 En las comprobaciones de resistencia última del material o la sección, se adopta como resistencia de cálculo el valor

$$f_{ud} = f_u / \gamma_{M2} \quad (4.5)$$

siendo:

γ_{M2} coeficiente de seguridad para la resistencia última.

5 Análisis estructural

5.1 Generalidades

- 1 El análisis estructural consiste en la obtención del efecto de las acciones sobre la totalidad o parte de la estructura, con objeto de efectuar las comprobaciones de los estados límite últimos y de servicio definidos en los apartados 2.3 y 2.4.
- 2 Dicho análisis debe realizarse, para las diferentes situaciones de cálculo, mediante modelos estructurales adecuados que consideren la influencia de todas las variables que sean relevantes.
- 3 En general la comprobación ante cada estado límite se realiza en dos fases: determinación de los efectos de las acciones, o análisis (esfuerzos y desplazamientos de la estructura) y comparación con la correspondiente limitación, o verificación (resistencias y deformaciones admisibles respectivamente)

5.2 Idealización de la estructura

5.2.1 Modelos estructurales

- 1 El análisis estructural se basará en modelos adecuados del edificio de acuerdo a DB SE 3.4. Para realizar el análisis se idealizan tanto la geometría de la estructura como las acciones y las condiciones de apoyo mediante un modelo matemático adecuado que debe, asimismo, reflejar aproximadamente las condiciones de rigidez de las secciones transversales, de los elementos, de sus uniones y de las vinculaciones con el terreno. El análisis se puede llevar a cabo de acuerdo con hipótesis simplificadoras mediante modelos, congruentes entre sí, adecuados al estado límite a comprobar y de diferente nivel de detalle.
- 2 Se deben considerar los incrementos producidos en los esfuerzos por causa de los movimientos y las deformaciones (efectos de 2º orden) allí donde no resulten despreciables.
- 3 No es necesario comprobar la seguridad frente a fatiga en estructuras normales de edificación que no estén sometidas a cargas variables repetidas de carácter dinámico.

Debe comprobarse la seguridad frente a fatiga de los elementos que soportan maquinarias de elevación o cargas móviles o que están sometidos a vibraciones producidas por sobrecargas de carácter dinámico. Dicha comprobación se realizará de acuerdo a lo establecido en la Instrucción EAE.
- 4 En el análisis estructural se deben tener en cuenta las diferentes fases de la construcción, incluyendo el efecto del apeo provisional de los forjados si está previsto.

Deberán comprobarse las situaciones transitorias correspondientes al proceso constructivo si el modo de comportamiento de la estructura varía en dicho proceso, dando lugar a estados límite de tipos diferentes a los considerados en las situaciones persistentes (por ejemplo, por torsión en elementos concebidos para trabajar en flexión) o de magnitud claramente diferente a las consideradas, por cambios en las longitudes o secciones de las piezas.

5.2.2 Modelos de los elementos

- 1 Para el análisis, los elementos estructurales se clasifican en unidimensionales, cuando una de sus dimensiones es mucho mayor que las restantes, bidimensionales, cuando una de sus dimensiones es pequeña comparada con las otras dos, y tridimensionales cuando ninguna de sus dimensiones resulta sensiblemente mayor que las otras.
- 2 En este DB solo se contemplan elementos unidimensionales simples, rectos y de sección constante. Para el análisis de otros tipos de elementos debe recurrirse a la Instrucción EAE.

5.2.3 Luces de cálculo

- 1 Salvo justificación especial, se considerará como luz de cálculo de un elemento unidimensional la distancia entre ejes de apoyo o entre puntos de intersección de su directriz con las de los elementos adyacentes.
- 2 En piezas embutidas en apoyos rígidos de dimensión importante en relación con su canto, puede situarse idealmente el eje en el interior del apoyo a medio canto de distancia respecto del borde libre.

5.2.4 Constantes estáticas de las secciones transversales

- 1 El análisis global de la estructura se podrá realizar, en la mayoría de los casos, utilizando las secciones brutas de los elementos, a partir de las dimensiones nominales de los mismos, no resultando, necesario deducir los agujeros de las uniones, ni considerar la presencia de posibles cubrejuntas. Sí deben tenerse en cuenta los efectos sobre la rigidez derivados de aberturas de mayor dimensión (vigas aligeradas, etc.).

5.2.5 Modelos de la rigidez de las uniones

- 1 En función de su rigidez relativa con respecto a las de los elementos a unir, en el apartado 8.2 se clasifican las uniones en: articulaciones, uniones rígidas o empotramientos y uniones semirrígidas, cuya deformabilidad queda caracterizada por sus diagramas momento-rotación. En este DB sólo se contemplan algunos tipos de uniones articuladas y rígidas (ver 8.2.3); para la consideración de otros tipos de uniones debe recurrirse a la Instrucción EAE.

5.2.6 Modelos de la rigidez de las cimentaciones

- 1 En aquellas estructuras cuyo comportamiento resulte afectado significativamente por las condiciones de deformabilidad del terreno de cimentación, el análisis deberá abordarse mediante modelos estructurales que incorporen adecuadamente los efectos de la interacción suelo-estructura.
- 2 En este DB sólo se tratan las basas de soportes rígidas, en pórticos intraslacionales o muy poco traslacionales (según el apartado 5.4.1), siempre que se cumpla lo establecido en el apartado 8.2.3. Para cualquier otro caso deberá seguirse lo establecido en la Instrucción EAE

5.3 Análisis

- 1 Todo análisis estructural debe satisfacer las condiciones de equilibrio y compatibilidad, teniendo en cuenta las leyes de comportamiento de los materiales.
- 2 Los métodos para el análisis global de una estructura se clasifican en:
 - a) Análisis lineales, basados en la hipótesis de comportamiento elástico-lineal de los materiales y en la consideración del equilibrio sobre la estructura sin deformar (análisis en primer orden).
 - b) Análisis no lineales, que tienen en cuenta la no linealidad mecánica, esto es, el comportamiento no lineal de los materiales, y la no linealidad geométrica, es decir, la consideración de las condiciones de equilibrio sobre la estructura deformada (análisis en segundo orden).
 - c) Los análisis no lineales pueden considerar, a su vez, una sola o ambas de las causas de no linealidad citadas.
- 3 En función de la forma en que se consideren, o no, los efectos de la no linealidad del material, los métodos de análisis global de la estructura se clasifican en:
 - a) Análisis global elástico.
 - b) Análisis global plástico.
 - c) Análisis global elastoplástico.
- 4 En este DB sólo se contempla análisis global elástico salvo para las comprobaciones de estado límite último de vigas continuas, donde se contempla análisis global plástico (contemplando la no linealidad del material) siempre que:
 - a) las rótulas plásticas no se ubiquen en alguna sección que contenga una unión

- b) se cumplan las condiciones a nivel de sección transversal necesarias para la utilización de dicho análisis, de acuerdo con el apartado 5.3.1 de este DB, y
 - c) en las rótulas ubicadas sobre apoyos o bajo la acción de fuerzas transversales localizadas, cuyo valor exceda el 10% de la resistencia plástica a cortante de la sección transversal, se dispongan rigidizadores transversales de alma a una distancia de la rótula no superior a medio canto de la sección transversal.
 - d) En otros casos se seguirán las especificaciones de la Instrucción EAE.
- 5 Salvo que se realice una comprobación más precisa de las redistribuciones elasto-plásticas de esfuerzos en la estructura, en vigas continuas con secciones de centro vano de clases 1 ó 2 y secciones de apoyo de clase 3, se limitará la capacidad resistente a flexión de las secciones a flexión positiva a valores que no superen en más del 15% el valor de su momento resistente elástico.
 - 6 Las comprobaciones de los estados límite de servicio se realizarán, en general, mediante análisis lineales.
 - 7 En lo relativo a la geometría de la estructura, el análisis global de la estructura puede, en general, realizarse mediante:
 - a) Un análisis en primer orden, a partir de la geometría inicial de la estructura.
 - b) Un análisis no lineal en segundo orden, considerando la influencia de la geometría deformada de la estructura.
 - 8 Los efectos de segundo orden, debidos a la deformación de la estructura, deben tenerse en cuenta si aumentan significativamente los efectos de las acciones (esfuerzos y deformaciones) en la respuesta estructural. Para su evaluación se han de considerar las imperfecciones geométricas y mecánicas, según se trata en el apartado 5.4.
 - 9 En este DB sólo se contemplan pórticos intraslacionales (o arriostrados) y ligeramente traslacionales, entendiéndose por tales aquellos que permiten un análisis simplificado, no precisando para su verificación el análisis global de segundo orden de la estructura (véase 5.3).

5.3.1 Tipos de sección

- 1 En función de la influencia de los problemas de inestabilidad de chapas sobre su respuesta resistente se definen cuatro clases de secciones transversales en la tabla 5.1

Tabla 5.1 Clasificación de secciones transversales solicitadas por momentos flectores

Clase 1: Plástica	Permiten alcanzar, sin verse afectadas por fenómenos de abolladura en sus zonas comprimidas, su capacidad resistente plástica, y permiten desarrollar, sin reducción de la misma, la capacidad de rotación exigible a las rótulas en un análisis global plástico
Clase 2: Compacta	Permiten alcanzar su momento resistente plástico, pero en las que los fenómenos de abolladura limitan su capacidad de rotación por debajo de las exigencias de aplicabilidad del análisis global plástico.
Clase 3: Semicompacta o Elástica	La tensión en la fibra más comprimida, estimada a partir de una distribución elástica de tensiones, puede alcanzar el límite elástico del acero, pero en las que los fenómenos de abolladura impiden garantizar la deformación necesaria para alcanzar el momento resistente plástico de la sección.
Clase 4: Esbelta	Los fenómenos de abolladura limitan incluso el desarrollo de su capacidad resistente elástica, no llegando a alcanzarse el límite elástico del acero en la fibra más comprimida.

- 2 Para la verificación de la seguridad estructural se deberá emplear uno de los métodos de cálculo definidos en la tabla 5.2, en concordancia con la clase de las secciones transversales.

Tabla 5.2 Métodos de cálculo

Clase de sección	Método para la determinación de las solicitaciones	Método para la determinación de la resistencia de las secciones
Plástica	Plástico o Elástico	Plástico o Elástico
Compacta	Elástico	Plástico o Elástico
Semicompacta	Elástico	Elástico
Esbelta	Elástico con posible reducción de rigidez	Elástico con resistencia reducida

- 3 Para definir las Clases 1, 2 y 3 se utilizan en los elementos comprimidos de las secciones transversales sin rigidizadores longitudinales los límites de esbeltez de las tablas 5.3 y 5.4. Para la clasificación de secciones transversales se utilizará inicialmente la distribución plástica de tensiones, salvo en la frontera para las clases 3 y 4, que se establecerá a partir de la ley elástica (o elastoplástica con plastificación en la zona traccionada, según se contempla más adelante).
- 4 Las diferentes chapas comprimidas de una sección transversal, por ejemplo las alas o las almas, pueden, en función de la esbeltez y extensión de sus zonas comprimidas, tener asignadas clases diferentes. En general, la clase de una sección transversal se asigna como la clase más elevada, es decir la menos favorable, de las relativas a cada una de sus eventuales partes comprimidas.
- 5 En este DB sólo se contemplan las secciones trasversales de clases 1, 2 o 3, sin rigidizadores longitudinales. Para secciones de clase 4 y para secciones con rigidizadores longitudinales, se seguirán las especificaciones de la Instrucción EAE.
- 6 Asimismo, este DB sólo es aplicable a perfiles laminados, lo que puede considerarse cuando se cumpla la condición establecida en la ecuación (5.1). En caso contrario deben tenerse en cuenta los posibles efectos de arrastre por cortante de acuerdo con la Instrucción EAE.

$$b_0 \leq L / 20 \quad (5.1)$$

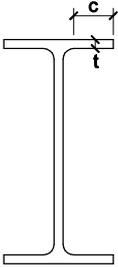
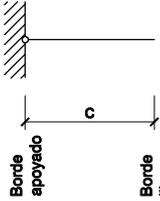
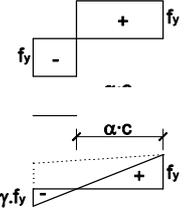
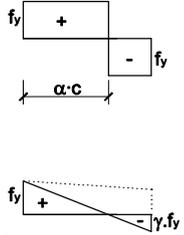
siendo:

- b_0 Anchura de la zona volada, para las semialas exteriores, o la mitad de la anchura entre almas, para las semialas interiores
- L Luz de los elementos isostáticos o distancia aproximada entre puntos adyacentes de momento flector nulo de los elementos continuos

Tabla 5.3 Límites de esbeltez (c/t) para elementos planos, apoyados en dos bordes, total o parcialmente comprimidos

Geometría				
Solicitación	Elemento plano	Límite de esbeltez: c/t máximo		
Compresión + Tracción -		Clase 1	Clase 2	Clase 3
Compresión		33ε	38 ε	42 ε
Flexión simple		72 ε	83 ε	
				124 ε
Flexocompresión (ψ ≥ -1; α ≥ 0,5)		$\frac{396\varepsilon}{13\alpha - 1}$	$\frac{456\varepsilon}{13\alpha - 1}$	$\frac{42\varepsilon}{0,67 + 0,33\psi}$
Flexotracción ¹⁾ (ψ ≤ -1; α ≤ 0,5)		$\frac{36\varepsilon}{\alpha}$	$\frac{41,5\varepsilon}{\alpha}$	$62\varepsilon(1 - \psi)\sqrt{-\psi}$
Factor de reducción $\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}}$				
1) ψ ≤ -1 es aplicable a los casos con deformaciones unitarias en tracción que superen la correspondiente al límite elástico				

Tabla 5.4 Límites de esbeltez (c/t) para elementos planos, apoyados en un borde y libre el otro, total o parcialmente comprimidos.

		Geometría		
				
Solicitación	Elemento plano	Límite de esbeltez: c/t máximo		
Compresión + Tracción -		Clase 1	Clase 2	Clase 3
Compresión		9ε	10 ε	14 ε
Flexocompresión; borde libre comprimido		$\frac{9\varepsilon}{\alpha}$	$\frac{10\varepsilon}{\alpha}$	$21\varepsilon\sqrt{k_{\sigma_1}}$
Flexocompresión; borde libre traccionado		$\frac{9\varepsilon}{\alpha^{1.5}}$	$\frac{10\varepsilon}{\alpha^{1.5}}$	$21\varepsilon\sqrt{k_{\sigma_2}}$
<p>Coefficientes de abolladura k_{σ_1} y k_{σ_2} en función de ψ, siendo ψ la relación de las tensiones en los bordes (compresión positiva):</p> <p>$k_{\sigma_1} = 0,57 - 0,21 \psi + 0,07 \psi^2$ para $1 \geq \psi \geq -3$</p> <p>$k_{\sigma_2} = 0,578 / (0,34 + \psi)$ para $1 \geq \psi \geq 0$</p> <p>$k_{\sigma_2} = 1,7 - 5 \psi + 17,1 \psi^2$ para $0 \geq \psi \geq -1$</p>				
<p>Factor de reducción $\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}}$</p>				

5.4 Estabilidad lateral global

- 1 La influencia de los efectos de segundo orden en la resistencia de una estructura depende básicamente de su rigidez lateral.
- 2 La estabilidad lateral de una estructura suele, en general, garantizarse por medio de:
 - a) La propia rigidez de los sistemas de entramados (o pórticos) de nudos rígidos.
 - b) Sistemas de arriostramiento lateral triangulados.
 - c) Sistemas de arriostramiento lateral mediante pantallas o núcleos rígidos.
 - d) Por combinación de algunos de los esquemas estructurales precedentes.
- 3 Para arriostrar, pueden usarse pantallas horizontales (diafragmas rígidos o forjados) o verticales (cerramientos o particiones de fábrica, chapa conformada, paneles, muros de hormigón, etc.), siempre que:
 - a) se pueda asegurar su permanencia durante el periodo de servicio del edificio y se proyecten correctamente en cuanto a su trabajo conjunto, mediante una adecuada interacción de la estructura principal con la de arriostramiento acorde con los cálculos realizados, y su conexión a la cimentación o su punto preciso de interrupción;
 - b) se consideren los posibles esfuerzos sobre la estructura debidos a la coacción de la libre deformación de los propios cerramientos o particiones por efectos térmicos o reológicos (coacción impuesta por la propia estructura);
 - c) se asegure la resistencia de los medios de conexión a la estructura;
 - d) así se haga constar expresamente en la memoria del proyecto.
- 4 Las cimentaciones deben, en general, proyectarse de forma que los efectos de los desplazamientos laterales y rotaciones en su base sean despreciables.
- 5 En estructuras no simétricas en planta deben considerarse los efectos de la interacción flexión-torsión en la comprobación de su estabilidad lateral.
- 6 La estabilidad lateral debe garantizarse tanto para la estructura en servicio como para sus diferentes fases constructivas.
- 7 Todos los elementos del esquema resistente ante acciones horizontales se proyectarán con la resistencia adecuada a los esfuerzos generados, y con la rigidez suficiente para:
 - a) satisfacer los estados límites de servicio establecidos en DB SE.
 - b) garantizar la intraslacionalidad en los casos en los que constituya una de las hipótesis de análisis.

5.4.1 Estructuras intraslacionales y traslacionales

- 1 Una estructura puede clasificarse como intraslacional cuando su rigidez lateral es suficiente para que la influencia de los efectos de segundo orden sobre la magnitud de los esfuerzos o sobre el comportamiento estructural global de la misma pueda considerarse despreciable.
- 2 El análisis global de las estructuras intraslacionales puede realizarse según la teoría en primer orden. Los efectos de segundo orden sólo deben ser considerados en las comprobaciones resistentes de los elementos comprimidos aislados, según se trata en los apartados 5.4 y 6.3.
- 3 Los pórticos simples con dinteles de cubierta planos, o de débil pendiente (no superior a 1:2), así como los entramados aporticados planos de edificación, con nudos rígidos, con vigas conectando todos los pilares en cada planta, pueden considerarse intraslacionales si, en cada planta, en un primer análisis en régimen elástico lineal y para la combinación de acciones considerada, se cumple la siguiente condición que:

$$r = \frac{1}{\alpha_{cr}} = \frac{F_{V,Ed}}{F_{H,Ed}} \cdot \frac{\delta_{H,Ed}}{h_p} \leq 0,1 \quad (5.2)$$

siendo

- $F_{H,Ed}$ Valor de cálculo de la fuerza horizontal, estimada en el nivel inferior de cada planta, resultante de las cargas horizontales que actúan por encima de dicho nivel, incluyendo los efectos de las imperfecciones indicadas en el apartado 5.5. Dichas imperfecciones podrán despreciarse, para una cierta combinación de acciones, cuando $H_{Ed} \geq 0,15 V_{Ed}$, siendo H_{Ed} el valor de cálculo de la resultante de las acciones horizontales totales, en la base del edificio y V_{Ed} el valor de cálculo de la resultante de las acciones verticales totales, en la base del edificio, correspondientes ambas a la combinación de acciones considerada.
- $F_{V,Ed}$ Valor de cálculo de la fuerza vertical, estimada en el nivel inferior de cada planta, resultante de las cargas verticales que actúan por encima de dicho nivel.
- h_p Altura de la planta considerada.
- $\delta_{H,Ed}$ Desplazamiento horizontal relativo entre el nivel superior e inferior de la planta considerada, bajo la acción de las acciones exteriores horizontales y verticales de cálculo y de las fuerzas transversales equivalentes a las imperfecciones, establecidas en el apartado 5.5, para la combinación de acciones considerada.

- 4 En caso contrario, cuando no se cumpla la condición 5.2, la estructura debe ser considerada como traslacional, utilizándose para su análisis un método de cálculo que incluya efectos no lineales y considere las imperfecciones iniciales, o sus acciones equivalentes, sustitutorias de las desviaciones geométricas de fabricación y montaje, de las tensiones residuales, de las deformaciones iniciales, variaciones locales del límite elástico, etc., en la forma establecida en la Instrucción EAE.

No obstante, cuando $0,1 < r < 0,33$ puede simplificarmente realizarse un análisis global elástico y lineal, pero multiplicado todas las acciones horizontales actuantes sobre el edificio por el coeficiente de amplificación $1/(1-r)$. En este caso, el soporte se tratará como perteneciente a un estructura intraslacional, teniéndose en cuenta los efectos de pandeo en las comprobaciones resistentes de los mismos como elementos aislados, según se trata en los apartados 5.4 y 6.3.2. Las reacciones en cimentación se obtendrán del citado modelo reduciendo las componentes de fuerza horizontal en el valor del coeficiente de amplificación, de modo que resulten equivalentes a la resultante horizontal de las acciones de cálculo no amplificadas.

5.4.2 Estructuras arriostradas o no arriostradas

- 1 Una estructura puede clasificarse como arriostrada cuando su rigidez lateral está garantizada a través de un sistema estabilizador de arriostramiento que permita desprejar la influencia de los efectos de segundo orden en su respuesta estructural. El análisis global puede entonces realizarse según la teoría en primer orden.
- 2 La rigidez del sistema de arriostramiento, para poder considerar una estructura como arriostrada, debe verificarse mediante el criterio de intraslacionalidad establecido en 5.4.1 (expresión (5.2)), aplicados al conjunto de la estructura a clasificar, incluyendo el sistema de arriostramiento al que se halla vinculada.
- 3 Adicionalmente, el sistema de arriostramiento debe dimensionarse para hacer frente a:
 - a) Los efectos de las imperfecciones establecidas en el apartado 5.5, tanto para el propio sistema de arriostramiento como para todas las estructuras a las que arriostra.
 - b) Todas las fuerzas horizontales que pudieran solicitar a las estructuras a las que arriostra.
 - c) Todas las fuerzas horizontales y verticales que actúan directamente sobre el propio sistema de arriostramiento.

Puede considerarse que el conjunto de todas estas acciones solicita únicamente al sistema de arriostramiento, sin afectar significativamente a la respuesta de las estructuras a las que arriostra.

5.5 Imperfecciones iniciales

- 1 En el análisis en segundo orden de las estructuras cuya respuesta sea sensible a las deformaciones de su geometría inicial, deben considerarse adecuadamente los efectos de las tensiones residuales sobre la respuesta no lineal del acero, así como de las inevitables imperfecciones geométri-

- cas, tales como defectos de verticalidad, de alineación, de planeidad, de ajuste y excentricidad en las uniones, y demás tolerancias de ejecución y montaje.
- 2 En general, estos efectos pueden incorporarse en los análisis estructurales adoptando unas imperfecciones geométricas equivalentes.
 - 3 Los efectos de las imperfecciones deben considerarse en los siguientes casos:
 - a) Efecto de las imperfecciones en el análisis global de la estructura.
 - b) Efecto de las imperfecciones en el análisis de sistemas de arriostramiento lateral de elementos flectados o comprimidos.
 - c) Efecto de las imperfecciones en el análisis local de elementos aislados.
 - 4 Las imperfecciones deben incluirse en los análisis estructurales para la comprobación de los estados límite últimos, siempre que su influencia sea significativa. En general no resulta necesaria su consideración en las comprobaciones de los estados límite de servicio.
 - 5 Si se desea, las imperfecciones geométricas equivalentes pueden sustituirse por fuerzas equivalentes, transversales a la directriz de los elementos comprimidos, según se contempla en 5.5.4 y 5.5.5.

5.5.1 Imperfecciones laterales globales equivalentes

- 1 Se considerará un defecto inicial de verticalidad tal que (ver figura 5.1):

$$\phi = k_h \cdot k_m \cdot \phi_0 \quad (5.3)$$

siendo:

ϕ_0 Valor de base de la imperfección lateral: $\phi_0 = 1/200$

$$k_h = \frac{2}{\sqrt{h}} \quad \text{con} \quad \frac{2}{3} \leq k_h \leq 1,0 \quad (5.4)$$

k_h Coeficiente reductor para la altura 'h' (en metros) de la estructura:

k_m Coeficiente reductor para el número de alineaciones, 'm', de elementos comprimidos (pilares en edificios) en el plano del pandeo considerado:

$$k_m = \sqrt{0,5 \left(1 + \frac{1}{m} \right)} \quad (5.5)$$

- 2 En 'm' sólo se contabilizan los elementos solicitados por una compresión cuyo valor de cálculo, N_{Ed} , sea igual o superior al 50% de la compresión media por elemento, para el plano de pandeo y combinación de acciones considerada.
- 3 En principio, sólo deberán contabilizarse en 'm' aquellos elementos comprimidos que se extiendan a la totalidad de la altura 'h' de la estructura utilizada para la obtención de k_h .
- 4 En estructuras que consten de diferentes bloques de distinta altura podrán aplicarse imperfecciones geométricas equivalentes diferentes para cada uno de los bloques, afectando en cada caso el valor de base, ϕ_0 , de los coeficientes reductores k_h y k_m obtenidos para las alturas 'h', y el número de alineaciones verticales 'm' de cada bloque.

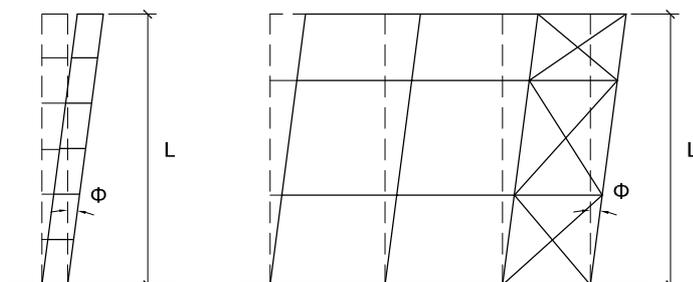


Figura 5.1 Desplome inicial de pórticos

5.5.2 Curvaturas iniciales equivalentes en los elementos comprimidos

- 1 En el caso de las comprobaciones resistentes de elementos aislados sensibles a fenómenos de inestabilidad, a partir de los métodos o formulaciones contemplados en los apartados 6.3.2, 6.3.3 y 6.3.4 de este DB, los efectos de las imperfecciones geométricas equivalentes de los elementos aislados se hallan ya implícitamente incluidos en dichas verificaciones.

5.5.3 Imperfecciones en el análisis de sistemas de arriostramiento

- 1 Los efectos de las imperfecciones geométricas equivalentes deben incorporarse en el análisis de los sistemas de arriostramiento utilizados para asegurar la estabilidad lateral de elementos flectados o comprimidos. Los esfuerzos resultantes del análisis se tendrán en cuenta en el dimensionamiento de dichos sistemas de arriostramiento.

- 2 Se adoptará una curvatura inicial equivalente (ver figura 5.2) de los elementos a estabilizar tal que:

$$e_0 = k_m L/500 \quad (5.6)$$

siendo:

L Luz del sistema de arriostramiento

k_m Coeficiente reductor del número de elementos a considerar, que puede estimarse según:

$$k_m = \sqrt{0,5 \left(1 + \frac{1}{m} \right)} \quad (5.7)$$

donde 'm' es el número de elementos estabilizados por el sistema de arriostramiento considerado:

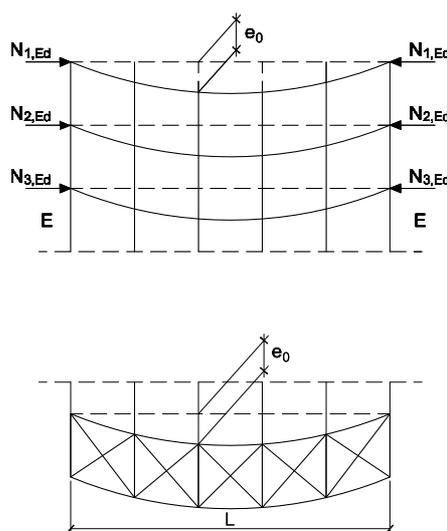


Figura 5.2 Flecha inicial de los elementos a estabilizar

5.5.4 Fuerzas transversales equivalentes a las imperfecciones

- 1 Los efectos de las imperfecciones pueden asimilarse a unos sistemas de fuerzas transversales autoequilibradas equivalentes, proporcionales a las cargas verticales aplicadas en la combinación de acciones correspondiente, estimadas como sigue para cada elemento (ver figura 5.3):

- a) Para el caso de defectos iniciales de verticalidad de elementos comprimidos:

$$H_{td} = \phi N_{Ed} \quad (5.8)$$

- b) Para el caso de curvaturas iniciales en elementos comprimidos:

$$q_{td} = \frac{8N_{Ed}e_0}{L^2} \quad (5.9)$$

$$H_{td} = \frac{4N_{Ed}e_0}{L} \quad (5.10)$$

siendo L y N_{Ed} la longitud y el valor de cálculo del esfuerzo de compresión, respectivamente, en el elemento.

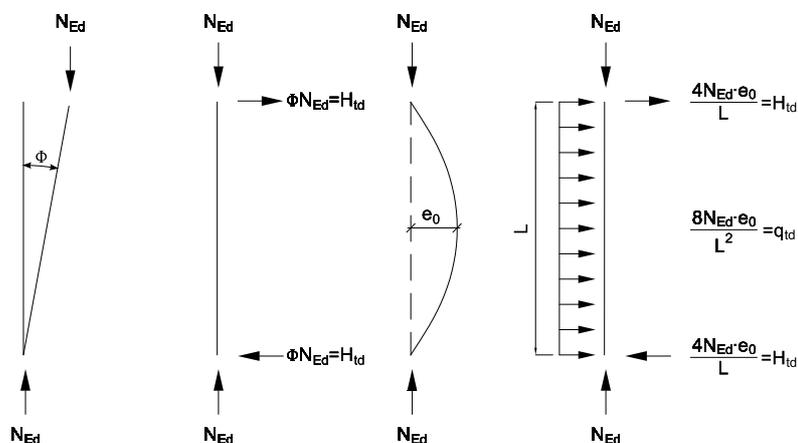
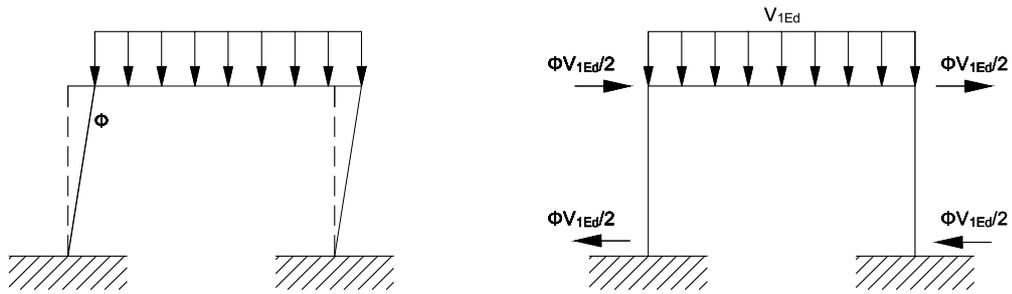


Figura 5.3 Fuerzas transversales equivalentes a las imperfecciones

- 2 En estructuras porticadas de edificación las fuerzas transversales equivalentes por defectos de verticalidad se aplicarán en cada nivel de forjado de piso y de cubierta, resultando proporcionales al valor de las cargas verticales aplicadas sobre la estructura en dicho nivel. Dado que se trata de un sistema de fuerzas autoequilibrado, no deben omitirse las fuerzas equivalentes en la base de los pilares de planta baja, para no transmitir resultante alguna a la cimentación (ver fig. 5.4).

Pórtico de una planta



Pórtico de varias plantas

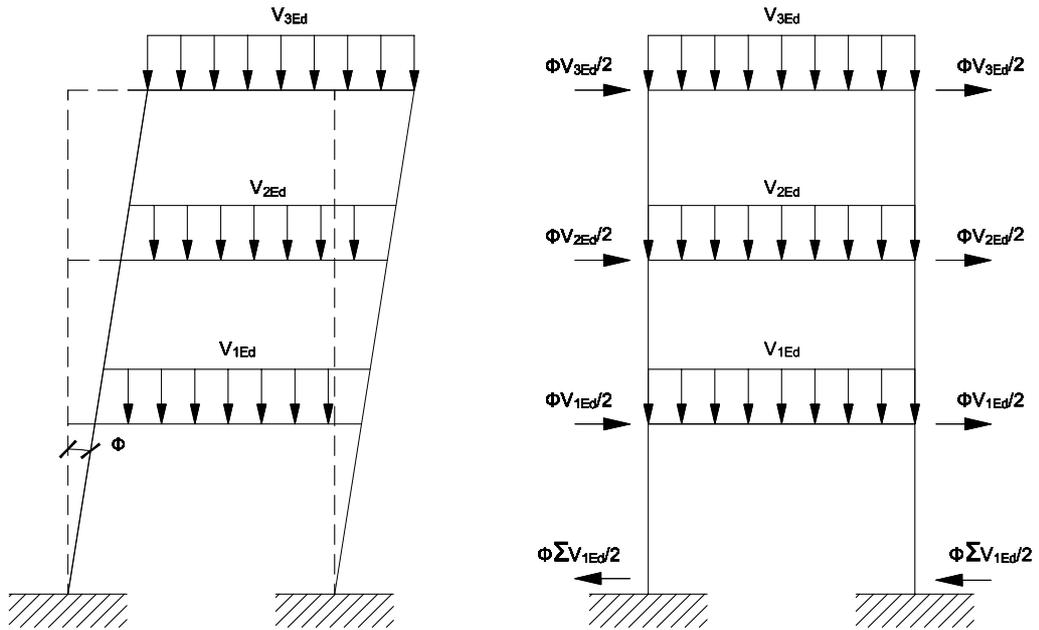


Figura 5.4 Fuerzas horizontales equivalentes a los defectos iniciales de verticalidad

5.5.5 Fuerzas transversales equivalentes sobre el arriostramiento

- 1 En arriostramientos, los efectos de las imperfecciones geométricas, derivadas de las curvaturas iniciales de los elementos a estabilizar, pueden sustituirse por un sistema de fuerzas equivalentes de valor (ver figuras 5.5.y 5.6):

$$q = \sum N_{Ed} \cdot \delta \cdot \frac{e_0 \delta_q}{L^2} \tag{5.11}$$

siendo:

δ_q Flecha del sistema de arriostramiento en el plano de estabilización, estimada a partir de un cálculo elástico en primer orden bajo la acción de las fuerzas 'q' y de las eventuales acciones exteriores solicitantes del sistema de arriostramiento. Resulta preciso, por tanto, realizar un proceso iterativo

N_{Ed} Valor máximo del esfuerzo normal solicitante de cada elemento a estabilizar, supuesto uniforme sobre la longitud L del sistema de arriostramiento. Para esfuerzos no uniformes, esta hipótesis queda del lado de la seguridad..

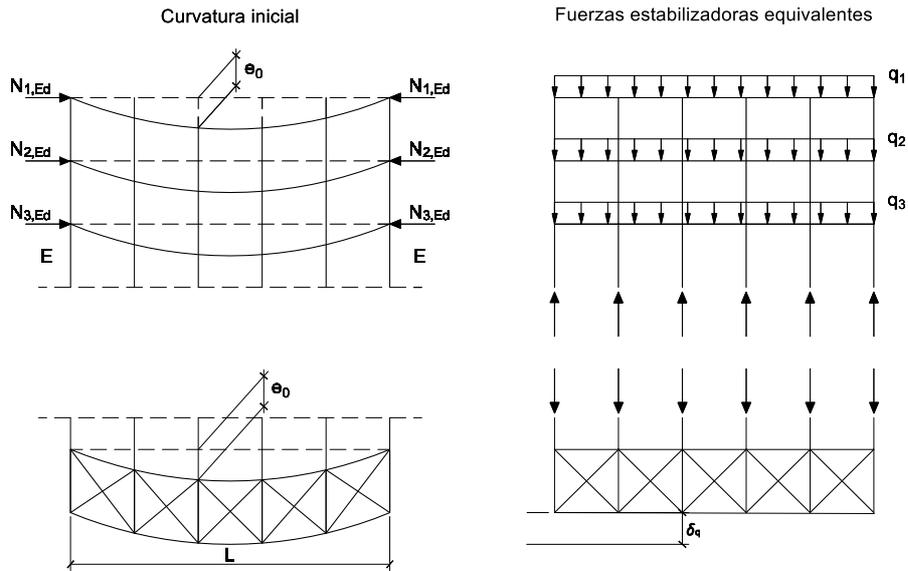


Figura 5.5. Imperfecciones sobre el sistema de arriostramiento

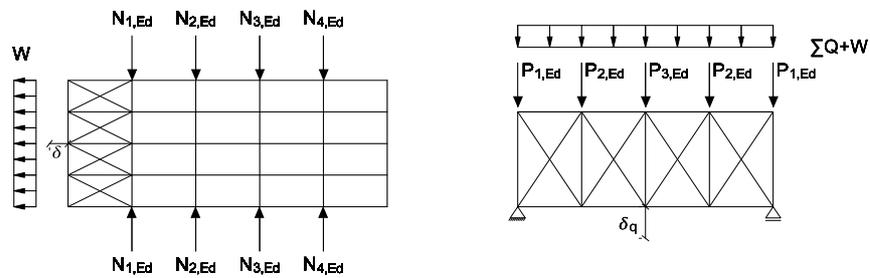


Figura 5.6. Fuerzas equivalentes incluyendo acciones exteriores

- 2 Cuando un sistema de arriostramiento estabiliza elementos flectados o comprimidos tenga una junta de continuidad, no transmisora de momentos, deberán seguirse los criterios establecidos en la Instrucción EAE para su dimensionamiento.

6 Estados límite últimos

6.1 Estado límite de equilibrio

- 1 Deberá comprobarse que, bajo la hipótesis de carga más desfavorable, no se sobrepasan los límites de equilibrio de la estructura (vuelco, deslizamiento, etc.), aplicando los métodos de la mecánica racional y teniendo en cuenta las condiciones reales de las sustentaciones.

$$E_{d,estab.} \geq E_{d,desestab} \quad (6.1)$$

siendo:

$E_{d,estab}$ Valor de cálculo de los efectos de las acciones estabilizadoras

$E_{d,desestab}$ Valor de cálculo de los efectos de las acciones desestabilizadoras.

6.2 Estado límite de resistencia de las secciones

6.2.1 Bases

- 1 La resistencia de la secciones depende de la clasificación de la sección transversal. Como ya se indicó en 5.3.1, en este DB sólo se contemplan las secciones transversales de clases 1, 2 ó 3. Para secciones de clase 4 se seguirán las especificaciones de la Instrucción EAE.
- 2 Para secciones de clase 1 y 2, la distribución de tensiones se escogerá atendiendo a criterios plásticos (en flexión se alcanza el límite elástico en todas las fibras de la sección), y la capacidad resistente para cualquier clase de esfuerzo o combinación de esfuerzos se obtendrá a partir de la distribución de tensiones que optimice el valor de la resistencia, que equilibre el esfuerzo o la combinación de esfuerzos actuante sobre la sección y que en ningún punto sobrepase el criterio de plastificación.. Para las secciones de clase 3 la distribución seguirá un criterio elástico (en flexión se alcanza el límite elástico sólo en las fibras extremas de la sección).

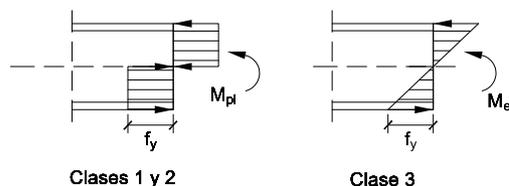


Figura 6.1. Modelos admitidos de distribución de tensiones: caso de flexión pura

- 3 La comprobación de acuerdo con criterios elásticos podrá realizarse para todo los tipos de sección contemplados en este DB, pudiendo emplearse el siguiente criterio de plastificación para el punto crítico de la sección transversal (criterio de plastificación de Von Mises).

$$\left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}} \right)^2 + \left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}} \right)^2 - \left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}} \right) \cdot \left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y / \gamma_{M0}} \right) + 3 \cdot \left(\frac{\tau_{Ed}}{f_y / \gamma_{M0}} \right)^2 \leq 1 \quad (6.2)$$

siendo:

$\sigma_{x,Ed}, \sigma_{z,Ed}$ los valores de cálculo de las tensiones normales en las direcciones longitudinal y transversal en el punto considerado, respectivamente

τ_{Ed} el valor de cálculo de la tensión tangencial en el punto considerado

- 4 La capacidad resistente de las secciones establecida en este apartado corresponde a posiciones de éstas alejadas de extremos de barra o singularidades, o por aplicación de cargas puntuales o reacciones. En los casos citados deberá considerarse el entorno de la singularidad. No se contemplan en este DB elementos de sección no constante. Para la comprobación de dichos elementos se seguirán las especificaciones de la Instrucción EAE.

6.2.2 Términos de sección

- 1 Para determinar las características de la sección bruta se utilizarán las dimensiones nominales de ésta. En el cálculo de dichas características sólo se deducirán los agujeros y oberturas importantes. No se incluirán en el cálculo de las características de la sección bruta los elementos de empalme, ni ningún tipo de recubrimiento, aunque sea metálico (tratamientos de galvanizado o similares).
- 2 El área neta de una sección es la que se obtiene descontando de la nominal el área de los agujeros (diámetro del agujero por el espesor del elemento) y otras aberturas. En este DB no se contemplan las uniones atornilladas, para las cuales se seguirán las especificaciones de la Instrucción EAE.

6.2.3 Esfuerzo axil de tracción

- 1 El valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción N_{Ed} deberá cumplir para cualquier sección transversal:

$$N_{Ed} \leq N_{t,Rd} \quad (6.3)$$

siendo:

$N_{t,Rd}$ la resistencia de cálculo de la sección a tracción

- 2 La resistencia de cálculo de la sección a tracción, $N_{t,Rd}$, será la resistencia plástica de la sección bruta:

$$N_{t,Rd} \leq N_{pl,Rd} = A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} \quad (6.4)$$

6.2.4 Esfuerzo axil de compresión

- 1 El valor de cálculo del esfuerzo axil de compresión N_{Ed} deberá cumplir para cualquier sección transversal:

$$N_{Ed} \leq N_{c,Rd} \quad (6.5)$$

siendo:

$N_{c,Rd}$ la resistencia de cálculo de la sección a compresión

- 2 La resistencia de cálculo de la sección a compresión, $N_{c,Rd}$, será la resistencia plástica de la sección bruta (secciones de clases 1 a 3).

$$N_{c,Rd} \leq N_{pl,Rd} = A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} \quad (6.6)$$

- 3 En aquellos elementos sometidos a esfuerzo axil de compresión deberán satisfacerse los criterios correspondientes a la comprobación frente a fenómenos de inestabilidad

6.2.5 Momento flector

- 1 El valor de cálculo del momento flector M_{Ed} deberá cumplir para cualquier sección transversal:

$$M_{Ed} \leq M_{c,Rd} \quad (6.7)$$

siendo:

$M_{c,Rd}$ la resistencia de cálculo de la sección a flexión

- 2 La resistencia de cálculo de la sección a flexión, $M_{c,Rd}$, será, según el tipo de sección:

a) la resistencia plástica de la sección bruta para las secciones de clase 1 y 2:

$$M_{pl,Rd} = W_{pl} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} \quad (6.8)$$

siendo:

W_{pl} el módulo resistente plástico

b) la resistencia elástica de la sección bruta para las secciones de clase 3:

$$M_{el,Rd} = W_{el} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} \quad (6.9)$$

siendo:

W_{el} el módulo resistente elástico correspondiente a la fibra con mayor tensión

6.2.6 Resistencia de las secciones a cortante

1 El valor de cálculo del esfuerzo cortante V_{Ed} deberá cumplir para cualquier sección transversal:

$$V_{Ed} \leq V_{c,Rd} \quad (6.10)$$

siendo $V_{c,Rd}$ la resistencia de cálculo de la sección a cortante

2 En dimensionamiento plástico, en ausencia de torsión, $V_{c,Rd}$ es la resistencia plástica de cálculo a cortante $V_{pl,Rd}$, que viene dada por la siguiente expresión:

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} \quad (6.11)$$

donde A_v es el área a cortante, que se obtendrá a partir de las siguientes expresiones en función del tipo de sección transversal:

a) Perfiles en I o H cargados paralelamente al alma: $A_v = A - 2bt_f + (t_w + 2r_1)t_f$, no menor que $(h_w \cdot t_w)$. Como simplificación se puede tomar $A_v = h_w \cdot t_w$

b) Perfiles en U cargados paralelamente al alma: $A_v = A - 2bt_f + (t_w + r_1)t_f$. Como simplificación se puede tomar $A_v = h_w \cdot t_w$

c) Perfiles en I, H o U cargados perpendicularmente al alma: $A_v = A - h_w \cdot t_w$

d) Secciones macizas: $A_v = A$

siendo A la sección total, y h_w , d, t_f , t_w y r_1 según significados de la figura del Anejo B de este DB

3 Para la comprobación de una sección transversal frente a esfuerzo cortante puede aplicarse el siguiente criterio elástico para cualquier punto crítico de la sección

$$\frac{\tau_{Ed}}{f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0})} \leq 1 \quad (6.12)$$

$$\text{con } \tau_{Ed} = \frac{V_{Ed} S}{I t} \quad (6.13)$$

siendo:

τ_{Ed} Tensión tangencial de cálculo en el punto considerado

S Momento estático del área de la sección transversal por encima del punto considerado

I Momento de inercia de la sección transversal

t Espesor en el punto considerado

4 Para perfiles en I o en H en donde la línea de aplicación del esfuerzo cortante coincide con el eje de simetría del alma, la tensión tangencial de cálculo τ_{Ed} en el alma puede obtenerse mediante la siguiente expresión:

$$\tau_{Ed} = \frac{V_{Ed}}{A_w} \text{ si } A_f / A_w \geq 0,6 \quad (6.14)$$

siendo:

A_f Área de un ala

A_w Área del alma $A_w = h_w \cdot t_w$

6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones

1 Flexión y axil:

En general se utilizarán las fórmulas de interacción, de carácter prudente, indicadas a continuación:

Para secciones de clases 1 y 2

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} \leq 1 \quad (6.15)$$

Para secciones de clase 3

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{el,Rdz}} \leq 1 \quad (6.16)$$

2 Flexión y cortante:

- a) En el caso de secciones de clases 1 y 2, la sección se comprobará a cortante según el apartado 6.2.6 y a momento flector según el apartado 6.2.5, siempre que el cortante de cálculo sea menor que la mitad de la resistencia de la sección a cortante. Si el cortante de cálculo es mayor que la mitad de la resistencia de la sección a cortante la comprobación a momento flector se realizará considerando un momento flector resistente reducido, obtenido según las siguientes expresiones:

- i) En secciones en I y H sometidas a flexión alrededor del eje principal de inercia

$$M_{V,Rd} = \left(W_{pl} - \frac{\rho \cdot A_w^2}{4 \cdot t_w} \right) \cdot f_{yd} \quad (6.17)$$

- ii) En el resto de los casos, cuando V_{Ed} exceda el 50% de la resistencia plástica de la sección a cortante $V_{pl,Rd}$, se asignará al área de cortante un límite elástico reducido de valor:

$$(1-\rho) \cdot f_y \quad (6.18)$$

siendo

$$\rho = \left(2 \cdot \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} - 1 \right)^2 \quad (6.19)$$

- b) en el caso de perfiles laminados en I o H el efecto de interacción puede despreciarse cuando se consideran únicamente las alas en el cálculo de la resistencia a flexión y el alma en el cálculo de la resistencia a cortante.
- c) En el caso de secciones de clase 3 la comprobación se realizará de acuerdo con el criterio de plastificación de Von Mises, incluido en 6.2.1 (3)

3 Flexión, axil y cortante:

- a) siempre que el cortante de cálculo no supere la mitad de la resistencia de cálculo de la sección (calculada en ausencia de otros esfuerzos), se emplearán las fórmulas de interacción dadas para flexión y axil.
- b) Cuando V_{Ed} exceda el 50% de la resistencia plástica de la sección a cortante $V_{pl,Rd}$, se asignará al área de cortante un límite elástico reducido de valor $(1-\rho) \cdot f_y$ para la determinación de la resistencia de cálculo de la sección frente a la acción combinada de momento flector y esfuerzo axil siendo ρ el valor definido en la ecuación (6.18).

6.3 Resistencia de los elementos

6.3.1 Tracción

- 1 Para elementos sometidos a tracción, el valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción N_{Ed} deberá verificar:

$$N_{Ed} \leq N_{t,Rd} \quad (6.20)$$

siendo:

$N_{t,Rd}$ la resistencia de cálculo plástica de la sección bruta, $N_{pl,Rd}$, calculada según el apartado 6.2.3

6.3.2 Compresión

- 1 Para elementos sometidos a compresión, el valor de cálculo del esfuerzo axial de compresión N_{Ed} deberá verificar:

$$N_{Ed} \leq N_{b,Rd} \quad (6.21)$$

siendo:

$N_{b,Rd}$ la resistencia de cálculo a pandeo del elemento comprimido

- 2 En general será necesario comprobar la resistencia a pandeo en cada posible plano en que pueda flectar la pieza.
- 3 La resistencia de cálculo a pandeo de un elemento de sección constante sometido a compresión centrada distribuida uniformemente a lo largo del elemento se determinará del siguiente modo:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \quad (6.22)$$

siendo:

A área de la sección transversal (clases 1, 2 y 3)

χ coeficiente de reducción por pandeo, cuyo valor puede obtenerse en los epígrafes siguientes en función de la esbeltez reducida y la curva de pandeo apropiada al caso

6.3.2.1 Curvas de pandeo

- 1 Para elementos con sección transversal constante sometidos a un esfuerzo axial de compresión de valor constante, el coeficiente χ para valores de la esbeltez adimensional $\bar{\lambda} \geq 0,2$ se obtiene de la expresión siguiente, o directamente a partir de las curvas de pandeo de la figura 6.2:

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \leq 1,0 \quad (6.23)$$

siendo:

$$\Phi = 0,5 \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right] \quad (6.24)$$

α Coeficiente de imperfección elástica, que adopta los valores de la tabla 6.1 en función de la curva de pandeo. La elección de la curva de pandeo para cada sección transversal se obtendrá de la tabla 6.2

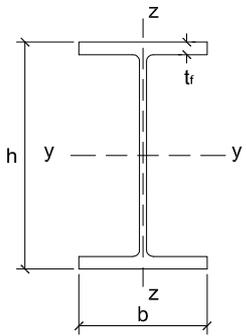
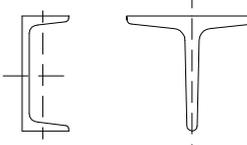
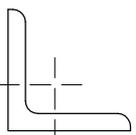
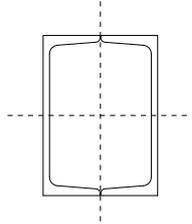
$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{Af_y}{N_{cr}}} \quad (6.25)$$

N_{cr} Esfuerzo axial crítico elástico para el modo de pandeo considerado, obtenido con las características de la sección transversal bruta.

Tabla 6.1. Valores del coeficiente de imperfección

Curva de pandeo	a ₀	a	b	c	d
Coefficiente de imperfección α	0,13	0,21	0,34	0,49	0,76

Tabla 6.2 Curva de pandeo en función de la sección transversal

Tipo de sección	Tipo de acero		
	Pandeo alrededor del eje	S235 S275 S355	
		y z	
Perfiles laminados en I 	$h/b > 1,2$	$t_f \leq 40 \text{ mm}$	a b
		$40 \text{ mm} < t_f \leq 100 \text{ mm}$	b c
	$h/b \leq 1,2$	$t_f \leq 100 \text{ mm}$	b c
		$t_f > 100 \text{ mm}$	d d
Perfiles simples U, T 			c c
Perfiles L 			b b
Dos UPN en cajón 			c c

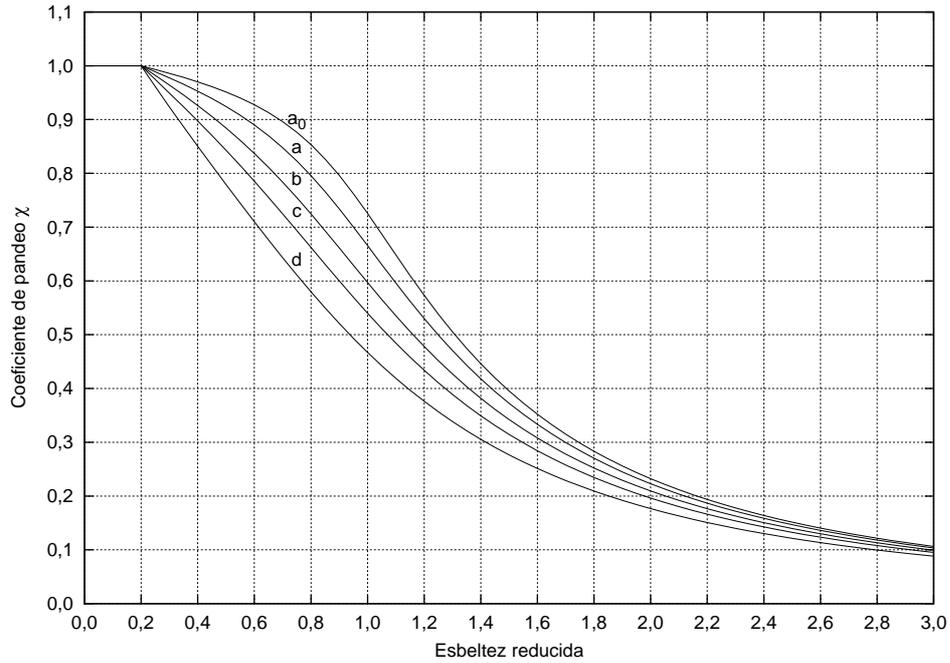


Figura 6.2 Curvas de pandeo

- 2 Para esbelteces $\bar{\lambda} \leq 0,2$ o para relaciones $N_{Ed}/N_{cr} \leq 0,04$ podrá omitirse la comprobación frente a pandeo, teniéndose que llevar a cabo únicamente la comprobación resistente de la sección transversal.

6.3.2.2 Esbeltez para pandeo por flexión

- 1 La esbeltez adimensional $\bar{\lambda}$ para la comprobación frente a pandeo por flexión de elementos comprimidos viene dada por:

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{Af_y}{N_{cr}}} \tag{6.26}$$

siendo:

$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_{cr}}\right)^2 \cdot E \cdot I \tag{6.27}$$

L_{cr} Longitud de pandeo en el plano de pandeo por flexión considerado. Para los casos canónicos se define en la tabla 6.3 en función de la longitud de la pieza. Para soportes de estructuras o pórticos de edificios se define en 6.3.2.3

I momento de inercia del área de la sección para flexión en el plano considerado

E módulo de elasticidad

- 2 Para la comprobación del elemento frente a pandeo, deberá elegirse la curva de pandeo apropiada de acuerdo con la tabla 6.2.

Tabla 6.3 Longitud de pandeo de barras canónicas

Condiciones de extremo	biarticulada	biempotrada	Empotrada-articulada	biempotrada desplazable	en ménsula
Longitud L_{cr}	1,0 L	0,5 L	0,7 L	1,0 L	2,0 L

6.3.2.3 Longitud de pandeo de pilares de edificios

- 1 La longitud de pandeo L_{cr} de un tramo de pilar de longitud L de un pórtico intraslacional, o de un pórtico traslacional en cuyo análisis se haya empleado el método de mayoración de acciones horizontales descrito en 5.4.1, puede obtenerse de la figura 6.3:

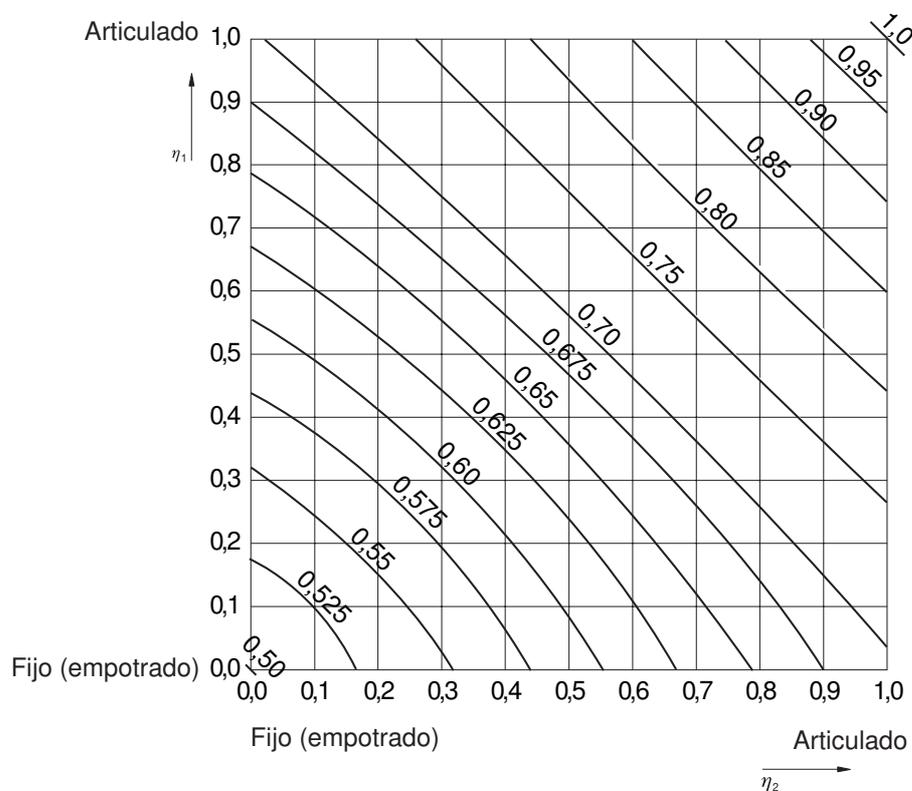


Figura 6.3 Cocientes de longitud de pandeo a longitud de barra

- 2 Los coeficientes de distribución η_1 y η_2 anteriores se obtienen de (ver figura 6.4):

$$\eta_1 = \frac{K_c + K_1}{K_c + K_1 + K_{11} + K_{12}} \quad (6.28)$$

$$\eta_2 = \frac{K_c + K_2}{K_c + K_2 + K_{21} + K_{22}} \quad (6.29)$$

siendo:

- K_c coeficiente de rigidez EI/L del tramo de pilar analizado
- K_i coeficiente de rigidez EI/L del siguiente tramo de pilar en el nudo i , (nulo en caso de no existir)
- K_{ij} coeficiente de rigidez eficaz de la viga en el nudo i , y posición j (nulo en caso de no existir)

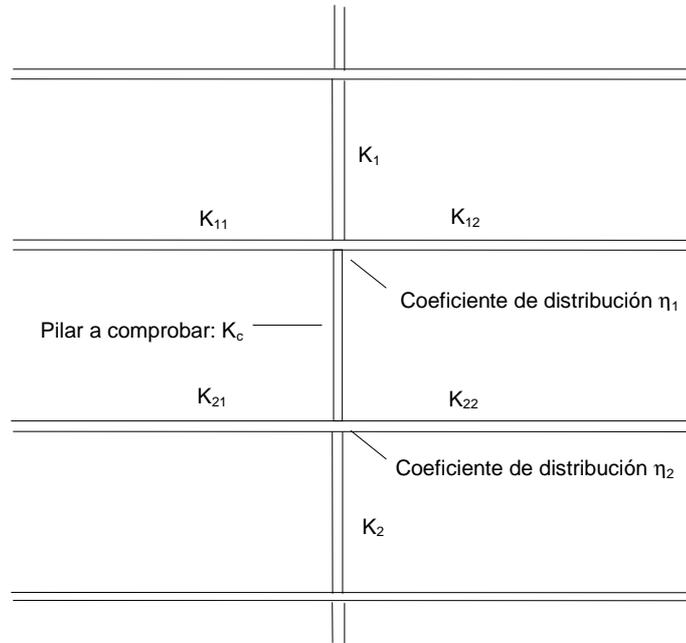


Figura 6.4 Coeficientes de distribución

- 3 Los coeficientes de rigidez eficaz de las vigas se pueden determinar de acuerdo con la tabla 6.4, siempre que permanezcan en régimen elástico bajo los momentos de cálculo.

Tabla 6.4 Coeficiente de rigidez eficaz para una viga en comportamiento elástico

Condiciones de coacción al giro en la viga en el extremo contrario al considerado.	Coeficiente de rigidez eficaz K de la viga (sin compresión relevante) ⁽¹⁾
Empotrado	1,0 EI/L
Articulado	0,75 EI/L
giro igual y de igual signo	1,5 EI/L
giro igual y de signo opuesto	0,5 EI/L
giro θ_a en el nudo considerado y giro θ_b en el otro	$(1 + 0,5 \theta_b / \theta_a) EI/L$

⁽¹⁾ Cuando las vigas se vean solicitadas por esfuerzo axial, sus coeficientes de rigidez efectiva se deberán ajustar adecuadamente. Para ello, pueden seguirse los criterios establecidos en la Instrucción EAE

- 4 Para pórticos de edificios con forjados de losa de hormigón, siempre que el pórtico o estructura sea de trazado geométrico regular y que la carga sea uniforme, normalmente es suficientemente preciso suponer que los coeficientes de rigidez efectiva de las vigas son los que se indican en la tabla 6.5

Tabla 6.5 Coeficiente de rigidez efectiva para vigas de un pórtico con forjado de losa de hormigón

Condiciones de carga para la viga	Pórtico intraslacional	Pórtico traslacional
Vigas que soportan directamente los forjados de losa de hormigón	1,0 I/L	1,0 I/L
Otras vigas con cargas directas	0,75 I/L	1,0 I/L
Vigas con sólo momentos en los extremos	0,5 I/L	1,5 I/L

- 5 Cuando por la situación de dimensionado considerada, el momento de cálculo en cualquiera de las vigas supera a $W_{el}f_{yd}$ debe suponerse que la viga está articulada en el punto o puntos correspondientes.
- 6 De manera conservadora, para la obtención del coeficiente de pandeo L_{cr}/L puede utilizarse la siguiente expresión:

$$L_{cr}/L = 0,5 + 0,14(\eta_1 + \eta_2) + 0,055(\eta_1 + \eta_2)^2 \quad (6.30)$$

6.3.2.4 Esbeltez para pandeo por torsión y pandeo por torsión y flexión

- 1 Los elementos comprimidos con secciones transversales abiertas con débil rigidez torsional deberán comprobarse frente a pandeo por torsión y pandeo por torsión y flexión.
- 2 La esbeltez adimensional para la comprobación frente a pandeo por torsión y pandeo por torsión y flexión en elementos comprimidos con sección transversal de clase 1,2, ó 3, viene dada por:

$$\bar{\lambda}_T = \sqrt{\frac{Af_y}{N_{cr}}} \quad (6.31)$$

donde $N_{cr} = N_{cr,TF}$ siendo $N_{cr} < N_{cr,T}$

- 3 Los valores $N_{cr,TF}$ y $N_{cr,T}$ son los esfuerzos axiales críticos elásticos de pandeo por torsión y flexión y pandeo por torsión respectivamente. Para su determinación debe recurrirse a la Instrucción EAE
- 4 Para la comprobación de un elemento comprimido frente a pandeo por torsión y pandeo por torsión y flexión, la curva de pandeo apropiada puede obtenerse de la tabla 6.2, considerando la curva relativa al eje z-z.

6.3.3 Flexión

6.3.3.1 General

- 1 Para elementos no arriostrados lateralmente sometidos a flexión alrededor del eje fuerte, el valor de cálculo del momento flector M_{Ed} deberá verificar:

$$M_{Ed} \leq M_{b,Rd} \quad (6.32)$$

siendo $M_{b,Rd}$ la resistencia de cálculo a flexión frente a pandeo lateral

- 2 No será necesaria la comprobación frente a pandeo lateral cuando el ala comprimida se arriostra de forma continua. No obstante, en estos casos se deberá asegurar una rigidez y una resistencia adecuadas de los apoyos laterales. En estos casos se llevara a cabo únicamente la comprobación resistente de la sección transversal.

6.3.3.2 Pandeo lateral de elementos de sección constante

- 1 La resistencia de cálculo a pandeo lateral de un elemento no arriostrado lateralmente sometido a flexión alrededor del eje fuerte, viene dada por la siguiente expresión:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \quad (6.33)$$

siendo:

W_y módulo resistente de la sección, acorde con el tipo de ésta, es decir:

$W_{pl,y}$ para secciones de clases 1 y 2

$W_{el,y}$ para secciones de clase 3

χ_{LT} coeficiente de reducción para el pandeo lateral

- 2 El coeficiente de reducción χ_{LT} se podrá determinar, para elementos de sección constante, a partir de la expresión siguiente, o directamente a partir de las curvas de pandeo de la figura 6.2:

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - 0,75 \cdot \bar{\lambda}_{LT}^2}} \cdot \frac{1}{f} \leq 1,0 \leq 1,0 / \bar{\lambda}_{LT}^2 \quad (6.34)$$

siendo:

$$\phi_{LT} = 0,5 \left[1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - 0,4) + 0,75 \cdot \bar{\lambda}_{LT}^2 \right] \quad (6.35)$$

α coeficiente de imperfección, obtenido de la tabla 6.6

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}} \quad \text{esbeltez relativa frente al pandeo lateral} \quad (6.36)$$

M_{cr} momento flector crítico elástico de pandeo lateral, que se determinará de acuerdo con 6.3.3.3

$$f = 1,0 - 0,5(1 - k_c) \left[1,0 - 2,0(\bar{\lambda}_{LT} - 0,8)^2 \right] \leq 1 \quad (6.37)$$

k_c parámetro que se determina mediante la tabla 6.7

Tabla 6.6 Factor de imperfección α_{LT}

Sección transversal	Límites	Curva de pandeo	α_{LT}
Secciones de perfiles laminados en doble T	$H / b \leq 2$	b	0,34
	$H / b > 2$	c	0,49
Elementos con otras secciones	-	d	0,76

- 3 En el caso de perfiles laminados cuando $\bar{\lambda}_{LT} \leq 0,4$ se podrá utilizar un valor de $\chi_{LT}=1$. Se podrá, por tanto, omitir la comprobación frente a pandeo lateral, teniéndose que llevar a cabo únicamente la comprobación resistente de la sección transversal.

6.3.3.3 Momento crítico elástico de pandeo lateral

- 1 El momento flector crítico elástico de pandeo lateral de un elemento de sección transversal uniforme doblemente simétrica, bajo condiciones normales de apoyo de horquilla (permiten el giro del elemento en su plano e impiden el movimiento lateral y el giro alrededor del eje longitudinal del elemento) en sus extremos, con carga aplicada a través del centro de esfuerzos cortantes, y sometido a diferentes leyes de momentos flectores es:

$$M_{cr} = C_1 \frac{\pi^2 E I_z}{L^2} \left(\frac{I_w}{I_z} + \frac{L^2 G I_t}{\pi^2 E I_z} \right)^{1/2} \quad (6.38)$$

siendo:

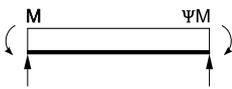
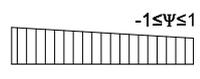
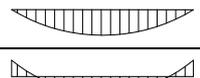
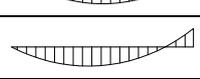
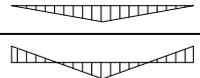
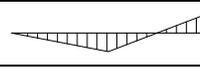
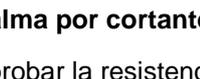
L la longitud del elemento entre puntos que tienen impedido el movimiento lateral

C_1 un coeficiente que depende de la ley de momentos flectores entre puntos que tienen coaccionado su desplazamiento lateral. De manera aproximada, C_1 puede obtenerse mediante la siguiente expresión:

$$C_1 = \frac{1}{(k_c)^2} \quad (6.39)$$

k_c parámetro que se determina mediante la tabla 6.7

Tabla 6.7 Valor del factor k_c

Diagrama de momentos flectores	k_c
	
	1,0
	$\frac{1}{1,33 - 0,33\Psi}$
	0,94
	0,90
	0,91
	0,86
	0,77
	0,82

6.3.3.4 Abolladura del alma por cortante

- No es preciso comprobar la resistencia a la abolladura del alma en las barras en las que se cumpla:

$$\frac{h_w}{t_w} < 72 \cdot \varepsilon \quad (6.40)$$

si no se disponen rigidizadores en el alma o sólo se disponen en los extremos. Cuando no se cumpla esta condición, la comprobación de la abolladura del alma por cortante se hará de acuerdo con el apartado 35.5 de la instrucción EAE.

6.3.3.5 Resistencia del alma a cargas concentradas

- No es necesario comprobar la resistencia del alma de un elemento frente a la aplicación de una carga concentrada (o una reacción en un apoyo) actuando sobre las alas si se disponen rigidizadores dimensionados tal como se indica en el apartado 6.3.3.6, para resistir una compresión igual a la fuerza concentrada aplicada (o la reacción).

En el caso de vigas en I o H apoyadas sobre pilares, a efectos del cumplimiento de este DB, deberán colocarse rigidizadores transversales en la viga que den continuidad a las alas del soporte. Si no se disponen estos rigidizadores, la unión deberá comprobarse de acuerdo con lo establecido en la Instrucción EAE.

- No es necesario rigidizar el alma de una pieza sometida a cargas concentradas actuando sobre las alas si se cumple que:

$$F_{Ed} \leq F_{b,Rd} \quad (6.41)$$

siendo

F_{Ed} valor de cálculo de la carga concentrada;

$F_{b,Rd}$ resistencia de cálculo del alma frente a cargas concentradas.

- La resistencia de cálculo del alma frente a cargas concentradas viene dada por:

$$F_{b,Rd} = \frac{f_y \cdot t_w \cdot \chi_F \cdot \ell_y}{\gamma_{M1}} \quad (6.42)$$

siendo:

χ_F coeficiente de reducción de abolladura frente a carga concentrada, que se determina con la expresión:

$$\chi_F = \frac{0,5}{\bar{\lambda}_F} \leq 1 \tag{6.43}$$

$\bar{\lambda}_F$ esbeltez del alma a abolladura, dada por la expresión:

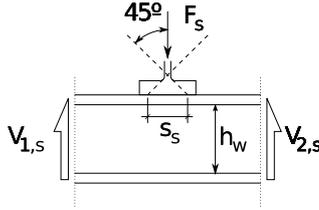
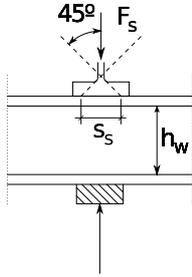
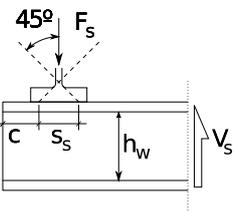
$$\bar{\lambda}_F = \sqrt{\frac{\ell_y \cdot t_w \cdot f_y}{F_{cr}}} \tag{6.44}$$

F_{cr} carga transversal crítica de abolladura local del alma frente a carga concentrada:

$$F_{cr} = 0,9 \cdot k_F \cdot E \cdot \frac{t_w^3}{h_w} \tag{6.45}$$

Los valores de ℓ_y y de k_F dependen del caso considerado, de entre los representados en la tabla 6.8:

Tabla 6.8. Modos de transferencia de cargas concentradas o reacciones

Modo	k_F	ℓ_y
<p>carga (o reacción) aplicada a un ala y equilibrada por cortantes en el alma</p> 	6	$s_s + 2 \cdot t_f \cdot (1 + \sqrt{m_1 + m_2})$
<p>carga (o reacción) transferida de un ala al otro a través del alma. En caso de haber cortantes, se considera la fuerza concentrada de mayor valor de las dos</p> 	3,5	$s_s + 2 \cdot t_f \cdot (1 + \sqrt{m_1 + m_2})$
<p>carga (o reacción) aplicada a un ala cerca de una sección extrema no rigidizada y equilibrada por un cortante en la otra sección</p> 	$2 + 6 \left(\frac{s_s + c}{h_w} \right) \leq 6$	$\min \begin{cases} \ell_{eff} + t_f \sqrt{m_1 + m_2} \\ \ell_{eff} + t_f \sqrt{\frac{m_1}{2} + \left(\frac{\ell_{eff}}{t_f} \right)^2} + m_2 \\ s_s + 2 \cdot t_f (1 + \sqrt{m_1 + m_2}) \end{cases}$

Notas:

$$m_1 = \frac{f_{yf} \cdot b_f}{f_{yw} \cdot t_w} \quad m_2(*) = \begin{cases} 0,02 \left(\frac{h_w}{t_f} \right) & \text{si } \bar{\lambda}_F > 0,5 \\ 0 & \text{si } \bar{\lambda}_F \leq 0,5 \end{cases} \quad \ell_{eff} = \frac{k_F \cdot E \cdot t_f^2}{2 \cdot f_y \cdot h_w} \leq s_s + c$$

(*)cabe aproximar $\bar{\lambda}_F$ con la obtenida usando $m_2=0$ para aproximar ℓ_y

s_s es la longitud de la entrega rígida de la carga, no mayor que h_w ;

- 4 Si la carga concentrada actúa en el eje de una sección sometida a esfuerzos axiales y de flexión, en el punto del ala situado bajo la carga, debe verificarse que:

$$\frac{F_{Ed}}{\gamma_{M1} \chi_{Fy} I_y t_w} + 0,8 \left(\frac{N_{Ed}}{A \cdot f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{Ed}}{W \cdot f_y / \gamma_{M0}} \right) \leq 1,4 \quad (6.46)$$

6.3.3.6 Condiciones de los rigidizadores

- 1 Cada rigidizador se comprobará como un soporte a compresión, con las condiciones establecidas en los apartados siguientes.
- 2 La sección a considerar será la formada por el propio rigidizador (considerando la sección a ambos lados del alma de la viga) más un ancho de alma a ambos lados del rigidizador de longitud $15t_w \epsilon$ (figura 6.5). Si se disponen rigidizadores a una distancia menor de $30t_w \epsilon$, la longitud de alma a considerar será la mitad de dicha distancia. Si se disponen rigidizadores no simétricos, o sólo a un lado del alma, deberá tenerse en cuenta la excentricidad en la aplicación de la carga, de acuerdo con lo establecido en el apartado 6.3.2.

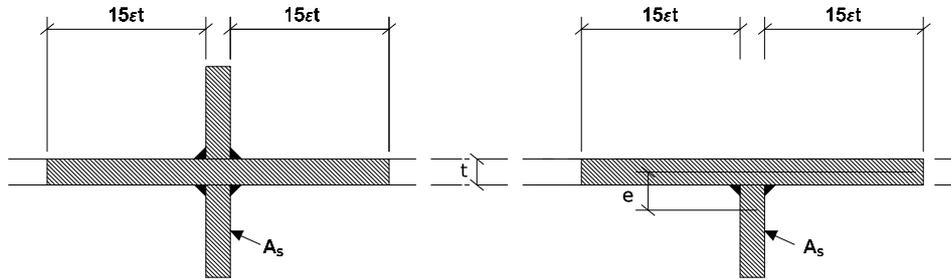


Figura 6.5 Sección transversal de un rigidizador

- 3 La inercia I_{st} del conjunto rigidizador-alma, con relación a su fibra neutra, paralela al plano del alma, ha de ser:

$$I_{st} \geq 1,5 \cdot \frac{h_w^3 t_w^3}{a^2} \quad \text{si } \frac{a}{h_w} < \sqrt{2} \quad (6.47)$$

$$I_{st} \geq 0,75 \cdot h_w t_w^3 \quad \text{si } \frac{a}{h_w} \geq \sqrt{2} \quad (6.48)$$

- 4 La longitud de pandeo del conjunto rigidizador-alma deberá ser $0,75h_w$, empleando la curva de pandeo c.
- 5 La carga con la que se verificará el conjunto rigidizador-alma, N_{Ed} , deberá ser, del lado de la seguridad, la carga exterior, F_s . Se puede hacer un cálculo más preciso, teniendo en cuenta la resistencia a abolladura por cortante del alma, siguiendo el método propuesto en el apartado 35.9 de la Instrucción EAE.

6.3.4 Interacción de esfuerzos en elementos

6.3.4.1 Elementos sometidos a compresión y flexión

- 1 Para los procedimientos de análisis global contemplados en este DB (apartado 5.3) la estabilidad de elementos con sección transversal constante, doblemente simétrica, sometidos a compresión y a flexión según los dos ejes principales, susceptibles a deformaciones por torsión, la comprobación frente a inestabilidad puede llevarse a cabo mediante la siguiente expresión general:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{C_{my}}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} W_y f_y} + \frac{C_{mz}}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{W_z f_y} \leq 1,0 \quad (6.49)$$

siendo:

$N_{b,Rd}$ Mínimo de la resistencia de cálculo a pandeo del elemento comprimido según los dos ejes principales $N_{by,Rd}$ y $N_{bz,Rd}$ (ver 6.3.2)

χ_{LT} Coeficiente de reducción por pandeo lateral (ver 6.3.3.2). Para elementos no susceptibles a deformación por torsión, χ_{LT} es 1,0:

$N_{cr,y}$, $N_{cr,z}$ Esfuerzos axiales críticos elásticos para el pandeo por flexión en los respectivos planos de pandeo considerados (ver 6.3.2.)

N_{Ed} , $M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$ Valores de la fuerza axial de compresión y de los momentos flectores de cálculo de mayor valor absoluto de la pieza

W_y , W_z Módulo resistente plástico para secciones de clase 1 y 2 o el módulo resistente elástico para secciones de clase 3

C_{my} , C_{mz} Coeficientes de momento equivalente uniforme que tienen en cuenta la distribución de momentos flectores según los dos ejes principales de flexión, En el caso de distribución lineal a lo largo de todo el elemento (para otras distribuciones de momento se puede recurrir a la Instrucción EAE) se puede obtener según la expresión siguiente:

$$C_m = 0,6 + 0,4 (M_{Ed, \min} / M_{Ed, \max}) \geq 0,4 \quad (6.50)$$

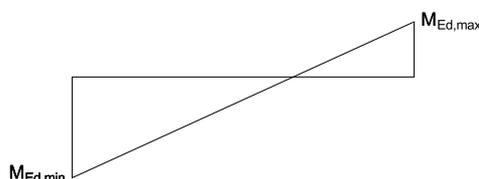


Figura 6.6 Distribución de momentos en una viga para el cálculo del coeficiente C_m

Para elementos sometidos a cargas transversales, puede adoptarse el valor de C_{my} , o C_{mz} igual a 1,0.

- 2 Para la comprobación de elementos sometidos a compresión y a flexión alrededor de uno de sus ejes principales, con pandeo alrededor del otro eje principal y pandeo lateral impedidos, la comprobación puede llevarse a cabo, de forma simplificada, mediante la siguiente expresión:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{1}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr}}} \cdot \frac{C_m M_{Ed}}{\frac{W f_y}{\gamma_{M1}}} \leq 1,0 \quad (6.51)$$

7 Estados límite de servicio

- 1 Los estados límite de servicio tienen como objeto verificar el cumplimiento de la exigencia básica SE-2: aptitud al servicio,
 - a) limitando los daños en elementos constructivos no estructurales habituales, al limitar la deformación acumulada desde el momento de su puesta en obra (flecha activa);
 - b) manteniendo la apariencia geométrica de la estructura, limitando las desviaciones por deformación total respecto de la geometría con que el usuario reconoce a la estructura. Dicha desviación puede acotarse limitando los desplazamientos, o estableciendo medidas iniciales que contrarresten sus efectos, como las contraflechas.
- 2 Los estados límite a considerar y los valores límite de cada uno, flechas, desplomes y vibraciones, son los establecidos en SE 4.3, de acuerdo con el tipo de edificio, y el de los elementos implicados en la deformación.
- 3 En este DB no se contemplan procedimientos de verificación para el estado límite de vibraciones cuando sea preciso realizar verificaciones de este tipo se emplearán los métodos establecidos en la Instrucción EAE.

7.1 Deformaciones, flecha y desplome

- 1 En general, la respuesta estructural para las comprobaciones de los estados límite de servicio se obtendrá a partir de un análisis global elástico de la estructura. En el cálculo de las deformaciones debe tenerse en cuenta la rigidez de las uniones, los efectos de segundo orden, la posible existencia de plastificaciones locales (solo se contempla en este DB el análisis plástico en vigas continuas) y el proceso constructivo. Las uniones contempladas en este DB son articulaciones o uniones rígidas (de ciertos tipos), para otros tipos de uniones se recurrirá a lo especificado en la Instrucción EAE
- 2 No se consideran en este apartado las deformaciones que inducen estados límites últimos, tales como las situaciones de acumulación de agua por pérdida de pendiente, o la acumulación de hormigón fresco durante la construcción, o la realización de rellenos no previstos para corregir errores o mantener el nivel de acabados.
- 3 En la comprobación podrá considerarse el efecto favorable de medidas tendentes a reducir el valor de la flecha activa (actuando sobre el plan de obra de forma que la ejecución de los elementos frágiles de acabado se retrase, acopiando los materiales de acabado previamente a su uso, etc.) o de la flecha máxima (contraflechas), siempre que éstas queden reflejadas en los planos de proyecto de los elementos afectados, y se controlen adecuadamente durante la construcción.

8 Uniones

8.1 Bases de cálculo

- 1 Todas las uniones de una estructura deben proyectarse de forma que alcancen el nivel de seguridad, buen comportamiento en servicio y durabilidad requerido. Al menos deben ser capaces de resistir los esfuerzos previstos en el análisis global de la estructura. Las uniones se proyectarán de forma coherente con el conjunto de la estructura, lo que supone un comportamiento acorde a las hipótesis supuestas en el análisis global.
- 2 Las uniones se clasifican en función de su rigidez y de su resistencia.

8.2 Rigidez y resistencia

8.2.1 Rigidez

- 1 En función de su rigidez relativa con respecto a las de los elementos a unir, las uniones se clasifican en:
 - a) Nominalmente articuladas.

Son aquellas en las que no se desarrollan momentos significativos que puedan afectar a los elementos de la estructura. Serán capaces de transmitir los esfuerzos y de soportar los giros obtenidos en el cálculo.
 - b) Rígidas.

Son aquellas cuya deformación (movimientos relativos entre los extremos de las piezas que unen) no tiene una influencia significativa sobre la distribución de esfuerzos en la estructura ni sobre su deformabilidad global. Deben ser capaces de transmitir las fuerzas y momentos obtenidos en el cálculo.
 - c) Semirrígidas.

Son aquellas que no corresponden a ninguna de las categorías anteriores.
- 2 Se podrá establecer la rigidez de una unión mediante ensayos o a partir de experiencia previa contrastada. En la Instrucción EAE se establecen criterios para la clasificación de las uniones
- 3 En este DB se tratan un conjunto de uniones, habituales en edificación convencional, que a falta de datos más precisos, se pueden considerar como rígidas o articuladas. Estas uniones están descritas en el apartado 8.5 de este DB.

8.2.2 Resistencia

- 1 En función de su resistencia relativa con respecto a las de las piezas a unir, las uniones se clasifican en:
 - a) Nominalmente articuladas.

Son aquellas uniones que no son capaces de transmitir momentos apreciables (superiores al 25% del momento plástico de las piezas a unir) que puedan afectar negativamente al comportamiento de alguna pieza de la estructura. Deberán ser capaces de soportar los giros que resulten del análisis global.
 - b) Totalmente resistentes (o de resistencia completa).

Su resistencia es mayor o igual que la de las piezas a unir.
 - c) Parcialmente resistentes (o de resistencia parcial).

Su resistencia es menor que la de los elementos unidos, aunque debe ser capaz de transmitir las fuerzas y momentos determinados en el análisis global de la estructura.

- 2 En cualquier caso, la capacidad de rotación de la unión será suficiente para no limitar la formación de las rótulas plásticas que se hayan previsto en el análisis
- 3 En este DB se tratan un conjunto de uniones, habituales en edificación convencional, que a falta de datos más precisos, se pueden considerar como nominalmente articuladas o totalmente resistentes (de resistencia completa). Estas uniones están descritas en el apartado 8.2.3 de este DB.

8.2.3 Clasificación de uniones habituales.

- 1 A continuación se establecen un conjunto de uniones que pueden considerarse como nominalmente rígidas o articuladas. Cualquier unión diferente a las aquí indicadas debe verificarse siguiendo los criterios establecidos en la Instrucción EAE.
- 2 Para uniones viga-pilar:
En ausencia de análisis más precisos se podrán considerar:
 - a) articuladas:
 - i) las uniones por soldadura del alma de una viga metálica en doble T sin unión de las alas al pilar,
 - ii) las uniones de vigas planas de hormigón armado en continuidad sobre pilar metálico,
 - iii) las uniones de vigas y pilares con casquillos sin rigidizar,
 - b) rígidas:
 - i) las uniones soldadas de vigas en doble T a soportes en las que se materialice la continuidad de las alas a través del pilar mediante rigidizadores de dimensiones análogas a las de las alas.
 - ii) las uniones de pilares interiores realizados con perfiles laminados I o H en pórticos de estructuras arriostradas, en las que las vigas que acometen a ambos lados del nudo, realizadas también con perfiles I o H y de luces no muy diferentes entre sí y esbeltez geométrica mayor a 24, se unen a las alas del pilar mediante soldadura de resistencia completa, aun cuando no se precise disponer rigidizadores en el pilar.
- 3 Basas de pilares. Se podrán considerar rígidas en el caso de estructuras arriostradas frente a acciones horizontales, si se cumple que

$$\lambda_0 \leq 0,5 \quad (8.1)$$

siendo:

λ_0 la esbeltez relativa del pilar supuesto biarticulado.

Para esbelteces superiores, deberá contemplarse lo dispuesto en la Instrucción EAE

8.3 Criterios de comprobación

- 1 Las uniones se comprobarán a resistencia.
- 2 En toda unión debe verificarse que los valores de cálculo de los efectos de las acciones, E_d para cualquiera de las situaciones de cálculo (o combinaciones de acciones relevantes), no superan la correspondiente resistencia de cálculo, R_d , obtenida según el apartado 8.4, esto es:

$$E_d \leq R_d \quad (8.2)$$

debiéndose dimensionar con capacidad para resistir los mínimos siguientes:

- a) en el caso de nudos rígidos, la mitad de la resistencia última de cada una de las piezas a unir;
- b) en el caso de piezas sometidas predominantemente a esfuerzo axil, la mitad del esfuerzo axil plástico de la sección de la pieza:

$$N_{Ed} = 1/2 N_{pl} = 0,5 A f_{yd} \quad (8.3)$$

- c) en el caso de puntos interiores de piezas flectadas, la mitad del momento elástico de la sección de la pieza y una tercera parte del cortante plástico de la misma:

$$M_{Ed} = 1/2 M_{el} = 0,5 W_{el} f_{yd} \quad (8.4)$$

$$V_{Ed} = 1/3 V_{pl} \approx 0,2 A_w f_{yd} \quad (8.5)$$

- d) en el caso de uniones articuladas la tercera parte del axil o el cortante último (según el caso) de la pieza a unir.

$$V_{Ed} = 1/3 V_{pl} \approx 0,2 A_w f_{yd} \quad (8.6)$$

$$N_{Ed} = 1/3 N_{pl} = 1/3 A f_{yd} \quad (8.7)$$

- 3 Los esfuerzos que recibe una unión se determinarán a partir del análisis global de la estructura, realizado de acuerdo con lo dispuesto en los apartados 2, Bases de cálculo, y 5, Análisis estructural, de este DB.
- 4 En dicho análisis global se tendrán explícitamente en cuenta los efectos de segundo orden y los de las imperfecciones de la estructura, cuando sean relevantes.
- 5 El reparto de los esfuerzos sobre la unión entre los elementos que la componen puede realizarse mediante métodos elásticos o plásticos. En cualquier caso:
 - a) los esfuerzos sobre los elementos de la unión equilibrarán los aplicados a la propia unión;
 - b) la distribución de esfuerzos será coherente con la de rigideces;
 - c) si se utilizan criterios de distribución en régimen plástico, se supondrán mecanismos de fallo razonables, por ejemplo los basados en la rotación como sólido rígido de una de las partes de la unión;
 - d) si se utilizan criterios de distribución en régimen plástico, se considerará la capacidad de deformación de los elementos.
 - e) Cada elemento de la unión es capaz de resistir los esfuerzos que se le han adjudicado en el reparto.
- 6 Debe tenerse en cuenta la excentricidad existente en una unión.

8.4 Uniones soldadas.

8.4.1 Disposiciones constructivas y clasificación

- 1 Las prescripciones que siguen serán aplicables cuando los elementos a unir tienen al menos 4 mm de espesor y son de aceros estructurales soldables.
- 2 Soldadura en ángulo. Se utiliza para unir elementos cuyas caras de fusión forman un ángulo (α) comprendido entre 60° y 120° . Pueden ser uniones en T o de solape (figura 8.1). En el caso de uniones en T:
 - a) Los cordones en ángulo pueden usarse para unir piezas cuyas caras a fundir formen ángulos comprendidos entre 60° y 120° .
 - b) Si el ángulo está comprendido entre 45° y 60° , el cordón se considerará como de penetración parcial.
 - c) Si el ángulo es superior a 120° o inferior a 45° , el cordón se considerará que es de simple atado y sin capacidad para resistir esfuerzos, a menos que su resistencia se determine mediante ensayos.

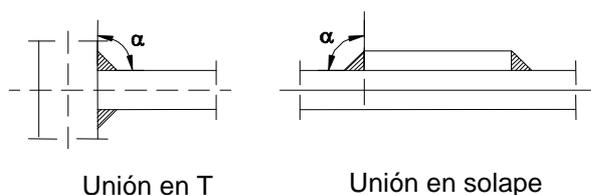


Figura 8.1 Soldadura en ángulo

Se observará lo siguiente:

- d) los cordones deben, si es posible, prolongarse rodeando las esquinas, con el mismo espesor de garganta y longitud tres veces dicho espesor. Esto debe indicarse en los planos;
 - e) la longitud efectiva de un cordón de soldadura en ángulo será la total del cordón siempre que se mantenga el espesor de garganta nominal (véase figura 8.3), pero no se considerarán cordones cuya longitud sea inferior a 30 mm o a seis veces el ancho de garganta;
 - f) los cordones de soldadura en ángulo pueden ser continuos o discontinuos (intermitentes). Este documento sólo tiene en cuenta las uniones entre elementos ejecutadas con cordones continuos. Las disposiciones relativas a cordones discontinuos se pueden encontrar en el artículo 59.3.4 de la Instrucción EAE.
- 3 Soldadura a tope. Una soldadura a tope es de penetración total si la fusión entre el material base y el de aportación se produce en todo el espesor de la unión; se define como de penetración parcial, cuando la penetración sea inferior a dicho espesor. En ambos casos el tipo de unión podrá ser a tope o a tope en T (figura 8.2).

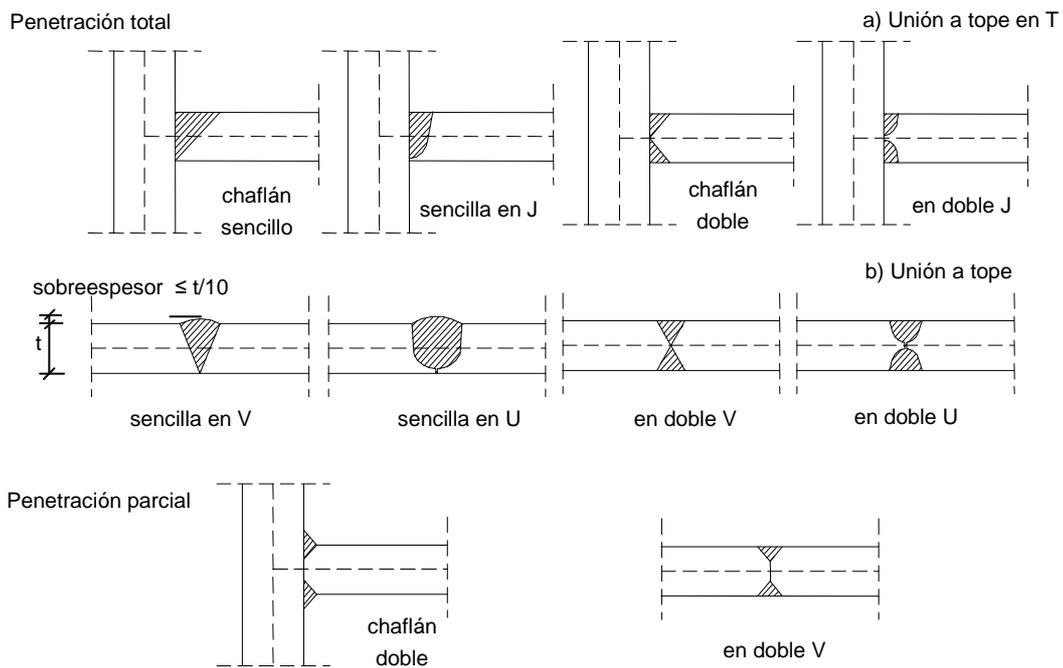


Figura 8.2 Soldadura a tope y formas de preparación

- 4 Se evitarán en lo posible las configuraciones que induzcan el desgarro laminar (figura 8.3). Para ello:
- a) se tratarán de evitar uniones en las que la dirección principal de las tensiones de tracción sea transversal a la dirección de laminación de las chapas que se unen (fuerzas en la dirección del espesor);
 - b) cuando no sea posible evitar este tipo de uniones, se tomarán medidas para minimizar la posibilidad de que se produzca desgarro laminar en las chapas.

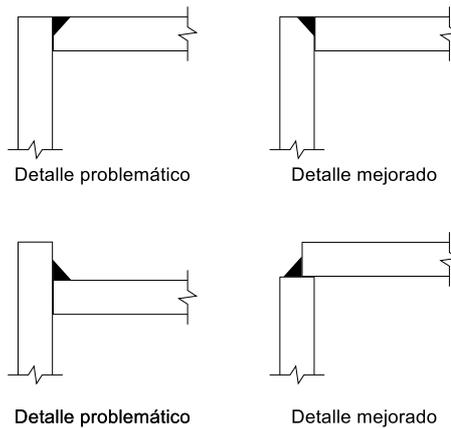


Figura 8.3 Desgarro laminar

8.4.2 Espesor de garganta de las soldaduras en ángulo

- 1 El espesor de garganta, a , del cordón en ángulo, es la altura, medida perpendicularmente a la cara exterior, del triángulo que la tenga mayor, de entre los que se pueden inscribir entre las superficies de las piezas que hayan alcanzando la fusión y la superficie exterior de la soldadura (figura 8.4.a y b). Se observarán las siguientes limitaciones:
 - a) El espesor de garganta a de un cordón en ángulo, no debe ser inferior a 3 mm cuando se deposite en chapas de hasta 10 mm de espesor, ni inferior a 4,5 mm cuando se deposite sobre piezas de hasta 20 mm de espesor, ni inferior a 5,6 mm cuando se deposite sobre piezas de más de 20 mm de espesor, a menos que el procedimiento de soldadura contemple espesores de garganta menores;
 - b) en el caso de soldadura con penetración profunda se podrá tomar el espesor de garganta dado en la figura 8.4.c) siempre que se demuestre por ensayos que se puede conseguir de forma estable la penetración requerida;
 - c) en el caso en que se realice la soldadura de forma automática con arco sumergido se podrá considerar, sin necesidad de ensayos, un incremento del 20% del espesor de la garganta, hasta un máximo de 2 mm.
- 2 El espesor de garganta a de un cordón en ángulo no será superior a 0,7 veces el espesor de la pieza más delgada a unir.

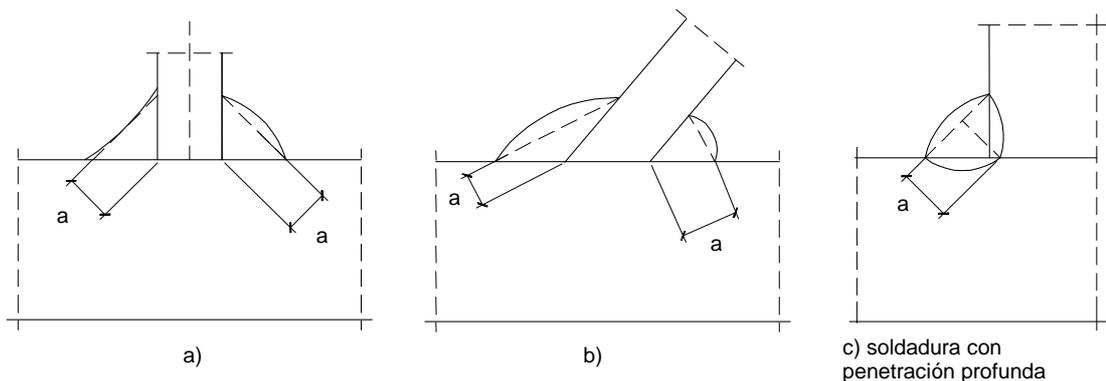


Figura 8.4 Soldadura en ángulo. Espesor de garganta

8.4.3 Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo.

- 1 La resistencia de un cordón de soldadura en ángulo es suficiente si la resultante de todas las fuerzas transmitidas por el cordón por unidad de longitud $F_{w,Ed}$, no supera el valor de su resistencia de cálculo $F_{w,Rd}$, por unidad de longitud, con independencia de la orientación del cordón.
- 2 No se considerarán efectivos para transmitir esfuerzos aquellos cordones con longitudes inferiores a 30 mm o a 6 veces el espesor de garganta.
- 3 La comprobación de resistencia por unidad de longitud de un cordón en ángulo se realiza, de acuerdo con el método simplificado, mediante, a la expresión:

$$F_{w,Ed} \leq F_{w,Rd} = a f_{vw,d} \quad (8.8)$$

siendo

$f_{vw,d} = \frac{f_u / \sqrt{3}}{\beta_w \gamma_{M2}}$ resistencia de cálculo a tensión tangencial de cálculo resistida por la soldadura en cualquier dirección

f_u resistencia última a tracción de la parte unida más débil o de menor resistencia de la unión;

β_w coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1, en función del tipo de acero.

a espesor de garganta del cordón en ángulo

Tabla 8.1 Coeficiente de correlación β_w

Acero	f_u (N/mm ²)	β_w
S 235	360	0,80
S 275	430	0,85
S 355	510	0,90

Como longitud del cordón se tomará la nominal. En uniones por solape de longitudes superiores a 150 a, la resistencia de cálculo se reducirá utilizando el coeficiente:

$$\beta_{LW} = 1,2 - 0,2 \frac{L}{150a} \leq 1,0 \quad (8.9)$$

donde

L longitud total del solape en la dirección del esfuerzo.

Esta reducción tiene en cuenta el efecto de la distribución no uniforme de tensiones a lo largo de un cordón de cierta longitud. Lo anterior no es de aplicación cuando la citada distribución de tensiones en el cordón se corresponde con la del material base. Esto que ocurre, por ejemplo, en el caso de las soldaduras en uniones ala-ala de vigas armadas.

- 4 Como alternativa al punto anterior, se podrán descomponer los esfuerzos transmitidos por unidad de longitud en sus componentes, suponiendo que sobre la sección de garganta hay una distribución uniforme de tensiones (figura 8.5). La soldadura de ángulo será suficiente si, con las tensiones de cálculo, se cumplen las siguientes condiciones simultáneamente:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}} \quad (8.10)$$

$$\sigma_{\perp} \leq 0,9 \frac{f_u}{\gamma_{M2}} \quad (8.11)$$

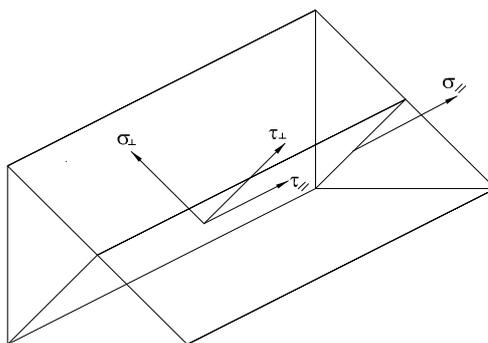


Figura 8.5 Tensiones en la sección de garganta

siendo

- β_w coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1;
- f_u resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión;
- σ_{\perp} tensión normal perpendicular al plano de la garganta;
- σ_{\parallel} tensión normal paralela al eje del cordón. No actúa en el plano de comprobación ni se tiene en cuenta en las comprobaciones a realizar;
- τ_{\perp} tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje del cordón;
- τ_{\parallel} tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralelo al eje del cordón.

8.4.4 Resistencia de cálculo de las soldaduras a tope.

- 1 Si la soldadura es de penetración total no es necesaria ninguna comprobación. La resistencia de cálculo será igual a la de la más débil de las piezas unidas.
- 2 No se empleará un solo cordón de soldadura a tope con penetración parcial para transmitir esfuerzos de tracción perpendiculares a su eje longitudinal.
- 3 En uniones a tope con penetración parcial la resistencia de cálculo se determinará como la de los cordones de soldadura en ángulo, teniendo en cuenta lo siguiente:
 - a) el espesor de garganta será la profundidad de la penetración que se pueda conseguir de forma estable, que se debe determinar mediante evidencia experimental previa;
 - b) para el caso de que se tenga preparación de bordes en U, V, J o recto, se tomará como espesor de garganta el canto nominal de la preparación menos 2,0 mm, a menos que se puedan justificar experimentalmente valores superiores.
- 4 Si la soldadura es en T en la que existen dos cordones a tope con penetración parcial reforzados con dos cordones de ángulo (figura 8.6), puede suponerse que la unión equivale a una unión a tope con penetración parcial si:

$$a_{\text{nom},1} + a_{\text{nom},2} \geq t \quad (8.12)$$

$$c_{\text{nom}} \leq \frac{t}{5} \quad (8.13)$$

$$c_{\text{nom}} \leq 3\text{mm} \quad (8.14)$$

En otro caso se comprobará como una soldadura en ángulo o en ángulo con penetración si se cumplen las condiciones correspondientes.

- 5 En perfiles en L o en U unidos por una sola cara, se debe tener en cuenta la excentricidad, o alternatively, considerar como sección del perfil el área concéntrica con la resistencia de la unión.

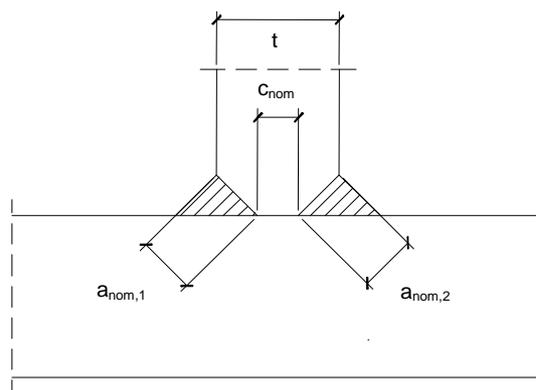


Figura 8.6 Soldadura a tope en T

8.5 Algunas uniones típicas

- 1 Se presentan a continuación métodos de comprobación ajustados a los criterios establecidos en los apartados anteriores, para algunas de las uniones usuales.

8.5.1 Articulaciones con soldadura.

- 1 Se consideran los siguientes tipos, en los que se indica la posición de la articulación, a menudo ex-céntrica respecto de la pieza de soporte:

- a) Soldadura de alma (figura 8.7.a). Se cuidará que el elemento (soporte, viga, etc.) al que se une la viga permita en su extremo el giro suficiente. Debe comprobarse la resistencia a cortante de la región soldada del alma de la viga.

Se evitará este tipo de unión cuando la longitud de la soldadura exceda $1,4 \cdot t_w$, (t_w espesor del alma de la viga) salvo que el elemento que recibe la unión tenga capacidad de giro suficiente (figura 8.7.a).

- b) Articulación con doble casquillo soldado. Se debe asegurar la flexibilidad del casquillo, lo que exige no disponer cordones horizontales de soldadura.

Para la comprobación de las soldaduras se considerará la reacción situada en la cara de los casquillos soldados a la viga principal (figura 8.7.b).

- c) Apoyo de viga sobre casquillo no rigidizado. La reacción, R_d , está situada como se indica en la figura 8.7.c. R_d debe ser menor o igual a:

- i. la resistencia del alma de la viga a aplastamiento local:

$$V_{Rd1} = 2,5(t_f + r) t_w f_{yd}, \quad (8.15)$$

donde t_f , t_w y r son los espesores de ala y alma de la viga y el radio de acuerdo ala-alma de la misma, y f_{yd} su límite elástico.

- ii. la resistencia a cortante del ala del angular

$$V_{Rd3} = \frac{b \cdot t \cdot f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad (8.16)$$

donde b es la longitud del casquillo, t su espesor y f_{yd} su límite elástico.

No se precisa comprobar el cordón de soldadura si $a=0,7 t$, se extiende en toda longitud del casquillo y el acero es S275.

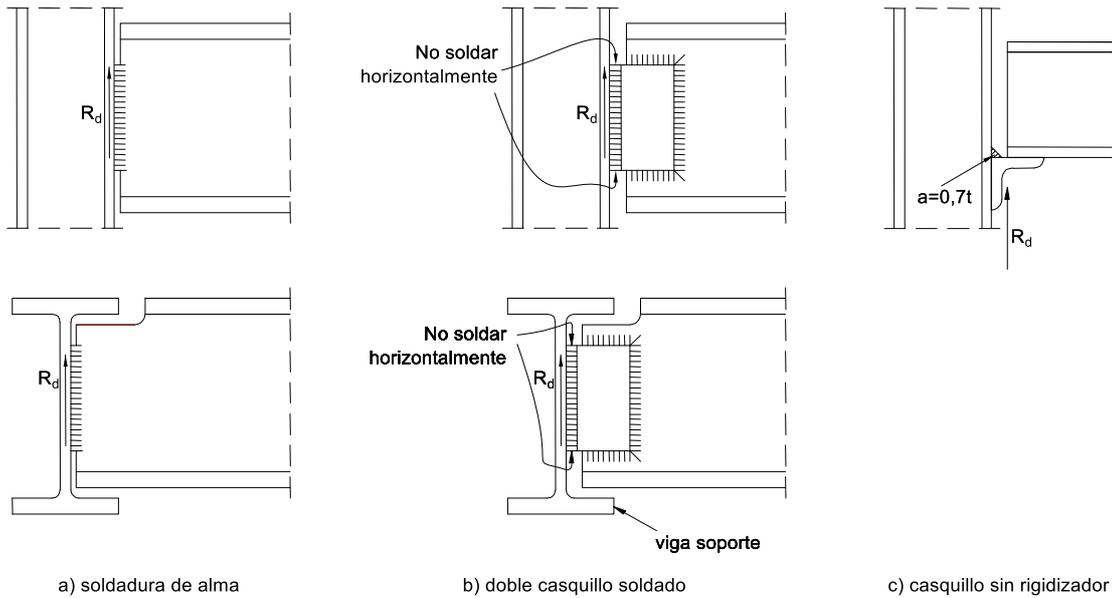


Figura 8.7 Articulaciones soldadas

8.5.2 Uniones viga-pilar

- 1 La comprobación de la resistencia de una unión viga-pilar soldada consistirá en verificar:

$$V_{wp,Ed} \leq V_{wp,Rd} \quad (8.17)$$

$$M_{Ed} \leq M_{Rd} \quad (8.18)$$

- 2 El momento resistente de cálculo, M_{Rd} , dependerá de la resistencia de los componentes de las zonas solicitadas a tracción y compresión. Este momento resistente se calculará multiplicando la menor de las resistencias obtenidas para las zonas sometidas a tracción y compresión, por la distancia entre sus centros de resistencia.

8.5.2.1 Anchura eficaz de ala y soldadura.

- 1 Cuando la viga se suelde a un soporte que no disponga de rigidizadores en prolongación de las alas de la viga, figura 8.8, se considerará que la anchura eficaz b_{ef} del ala de la viga y la longitud eficaz de los cordones de soldadura que unen el ala traccionada de la viga al ala del soporte, se tomarán iguales al menor de los siguientes valores:

$$b_b, b_c, t_{wc} + 2r_c + 7 \frac{f_{yc}}{f_{yb}} \frac{t_{fc}^2}{t_{fb}} \quad \text{ó} \quad t_{wc} + 2r_c + 7t_{fc} \quad (8.19)$$

Los subíndices b y c añadidos al límite elástico o cualquier otro parámetro, hacen referencia a la viga y pilar respectivamente (véase figura 8.8).

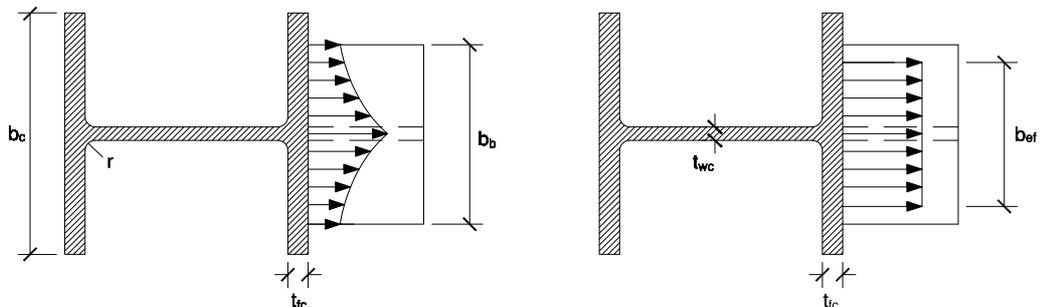


Figura 8.8. Anchura eficaz de ala y soldadura

- 2 Cuando resulte que

$$b_{ef} \leq b_b \frac{f_{yb}}{f_{ub}} \quad (8.20)$$

deberá colocarse una pareja de rigidizadores en el soporte, en prolongación del ala de la viga que cumplan con las condiciones del apartado 8.5.2.

- 3 Las soldaduras de unión de las alas de la viga a la del soporte se diseñarán para que sean capaces de resistir los esfuerzos que se hayan determinado de acuerdo con lo dispuesto en el apartado 8.2, aunque se recomienda que sean capaces de resistir tanto como el ala de la viga, $f_{yb}t_{fb}b_b/\gamma_{M0}$, para lo que basta elegir a_b de acuerdo con lo indicado en el apartado 8.4.2.
- 4 Las soldaduras de unión del alma de la viga al ala del soporte se dimensionarán para resistir todo el esfuerzo cortante V_{Ed} y la parte del momento flector M_{Ed} que no haya sido resistido por las alas.

8.5.2.2 Resistencia del soporte. Zonas traccionada y comprimida no rigidizadas.

- 1 Este DB sólo contempla soportes laminados de acuerdo con lo establecido el apartado 1.1 y en el capítulo 4.
- 2 La resistencia a tracción de cálculo que como máximo puede admitir el ala del pilar sin rigidizar, para perfiles laminados, es:

$$F_{t,fc,Rd} = \frac{f_{yb}t_{fb}b_{ef}}{\gamma_{M0}} \quad (8.21)$$

Si $F_{t,Rd}$ es menor que el 70% de la resistencia completa del ala de la viga ($f_{yb}t_{fb}b_b/\gamma_{M0}$), la unión debe rigidizarse.

La soldadura de unión entre el ala de pilar y la viga debe dimensionarse para asegurar la resistencia completa del ala de la viga.

En la comprobación de la resistencia de la unión del ala traccionada de la viga al ala del soporte, se tomará como longitud de los cordones la anchura eficaz del ala, b_{ef} , en vez de la anchura real, que puede ser mayor.

- 3 La resistencia de cálculo a tracción transversal del alma del pilar sin rigidizar es:

$$F_{t,wc,Rd} = \frac{\omega f_{yc}t_{wc}h_{ef}}{\gamma_{M0}} \quad (8.22)$$

siendo

$$h_{ef} = t_{fb} + 2\sqrt{2}a_b + 5(t_{fc} + r_c) \quad (8.23)$$

a_b el espesor de garganta del cordón de soldadura de unión del ala de la viga al ala del soporte.

ω coeficiente de interacción definido en el punto 5..

El alma se puede reforzar mediante una chapa de alma o rigidizadores.

- 4 El máximo esfuerzo de compresión que puede resistir la zona comprimida viene dada por la resistencia a compresión del alma del soporte. En el caso de uniones sin rigidizar, viene dada por:

$$F_{c,wc,Rd} = \frac{\omega k_{wc} f_{yc} t_{wc} h_{ef}}{\gamma_{M1}} \quad (8.24)$$

siendo

$\sigma_{n,Ed}$ tensión máxima de compresión en el alma del pilar debida a su esfuerzo axial y momento flector;

$k_{wc} \quad 1,70 - \sigma_{n,Ed}/f_{yc} \leq 1$

$t_{wc,ef}$ espesor eficaz del alma del pilar definido en 8.5.2.5

A efectos del cumplimiento de este DB, debe verificarse que

$$0,932 \sqrt{\frac{h_{ef} h_1 f_{yc}}{E t_{wc}^2}} \geq 0,72 \quad (8.25)$$

siendo:

h_1 altura de la parte recta

En caso contrario debe cumplirse lo establecido el Artículo 62.1.2 de la Instrucción EAE para el cálculo de la resistencia a compresión del alma del soporte.

Además se debe comprobar la resistencia a pandeo para un modo de pandeo intraslacional (con alas fijas), debiéndose evitar, mediante las adecuadas disposiciones constructivas, el modo de pandeo con desplazamiento lateral de las alas.

- 5 Cuando el cortante de nudo es importante --uniones con viga sólo de un lado, o uniones con diferencia apreciable en los momentos de ambas vigas--, se considerará la interacción del cortante de alma con el resto de los esfuerzos de tracción o compresión de nudo del alma del pilar, a través de un factor ω de reducción en la resistencia considerada, obtenido para cada lado de la unión según los siguientes casos:

- a) si $M_{b1,Ed} = M_{b2,Ed}$ entonces

$$\omega = 1 \quad (8.26)$$

- b) si $M_{b1,Ed}$ es distinto de $M_{b2,Ed}$ pero de igual signo o uno de ellos nulo

$$\omega = \omega_1 = \frac{1}{\sqrt{1 + 1,3 \left(\frac{h_{ef} t_{wc}}{A_{vc}} \right)^2}} \quad (8.27)$$

- c) si $M_{b1,Ed}$ es distinto de $M_{b2,Ed}$ y de signo contrario

$$\omega = \omega_2 = \frac{1}{\sqrt{1 + 5,2 \left(\frac{h_{ef} t_{wc}}{A_{vc}} \right)^2}} \quad (8.28)$$

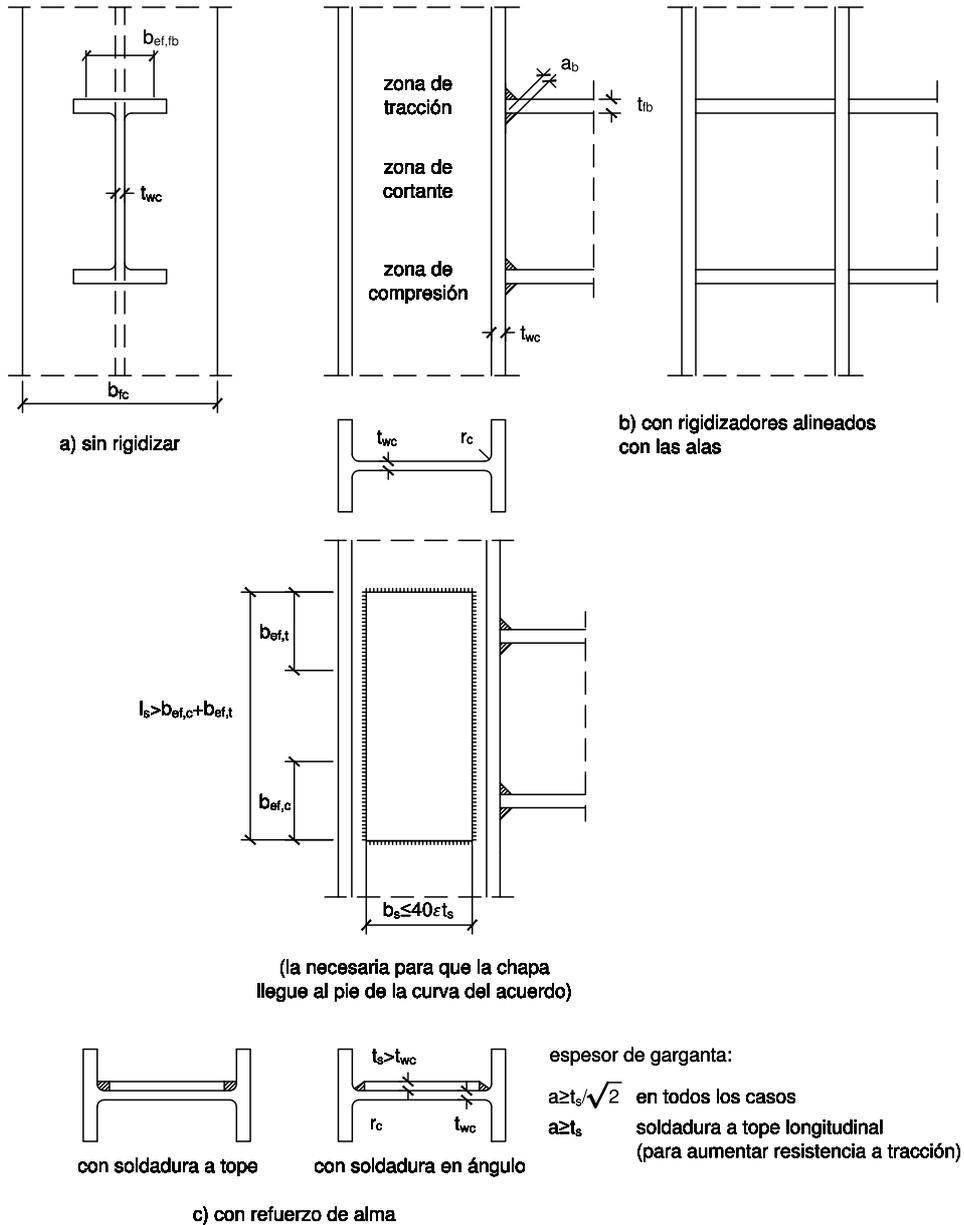


Figura 8.9 Uniones viga-pilar soldadas

8.5.2.3 Resistencia del soporte. Zonas traccionadas y comprimidas rigidizadas.

- 1 La resistencia de las zonas traccionada y comprimida de un soporte cuando se han reforzado con rigidizadores se tomará igual a la resistencia del ala de la viga si los rigidizadores cumplen las siguientes condiciones:
 - a) El área del par de rigidizadores de una zona, en la que se puede incluir la porción de alma del soporte comprendida entre los dos rigidizadores del par, A_r , no debe ser menor que la del ala de la viga A_{fb} , $A_r \geq A_{fb}$.
 - b) Si el acero con el que se fabrican los rigidizadores es de menor límite elástico que el de la viga, será preciso comprobar su capacidad para resistir las fuerzas aplicadas.
 - c) Las soldaduras entre el rigidizador y el ala del soporte deben dimensionarse para resistir las fuerzas transmitidas por el ala de la viga.

- d) Las soldaduras entre el rigidizador y el alma del soporte deben dimensionarse para resistir las fuerzas que sea preciso transmitir a dicha alma, que serán iguales a $F_{Ed} - F_{Rd}$, cuyos valores se han definido en el apartado anterior.. En ningún caso el espesor de garganta de los cordones será inferior al menor de los valores $0,4t_{wc}$ ó $0,4t_r$, siendo t_r el espesor de los rigidizadores.

8.5.2.4 Resistencia del soporte. Zona a cortante.

- 1 El esfuerzo cortante de nudo en el alma del pilar se obtiene considerando aisladamente dicha región del alma, y equilibrando a través de ésta tanto cortantes como diferencias en esfuerzos normales de las piezas que acometen al nudo, en sus valores correspondientes al recuadro que encierra al nudo, definido por los ejes de las almas de tales piezas. En el caso de igual canto y solución de nudo en ambas vigas (fig. 8.10) la expresión resultante es:

$$V_{wp,Ed} = \frac{M_{b1,Ed} - M_{b2,Ed}}{z} - \frac{V_{c1,Ed} - V_{c2,Ed}}{2} \tag{8.29}$$

con los significados y signos positivos definidos en la citada figura.

z es el brazo de palanca global correspondiente a la unión.

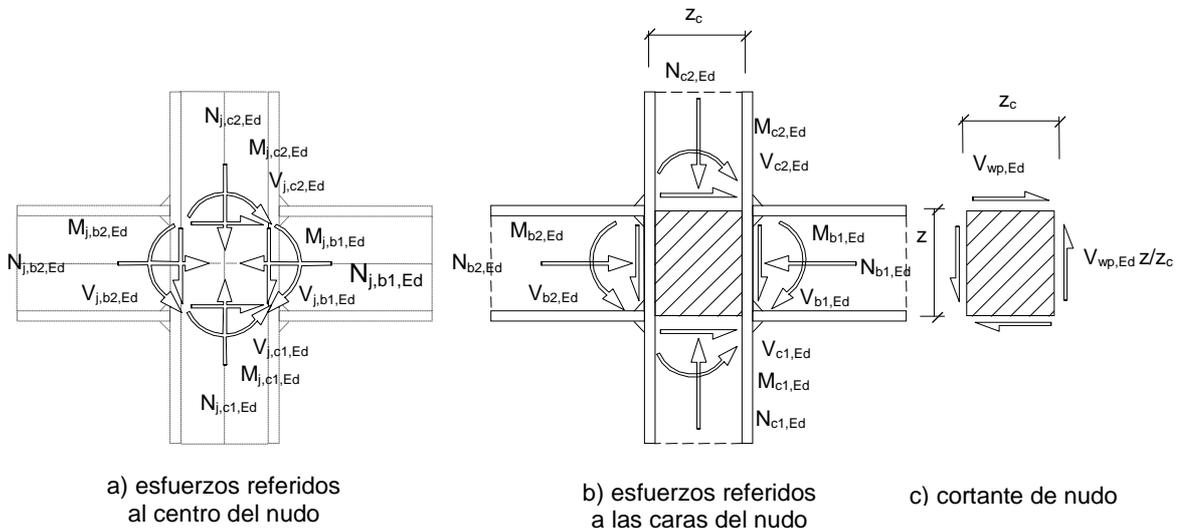


Figura 8.10 Unión y cortante de nudo

- 2 La capacidad resistente frente a esfuerzo cortante del alma, no rigidizada, del pilar, $V_{wp,Rd}$ es:

$$V_{wp,Rd} = \frac{0,9 f_y A_{vc}}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} \tag{8.30}$$

siendo

A_{vc} área de cortante del pilar. Si se añade una chapa adosada al alma se puede aumentar hasta $b_s t_{wc}$, si bien no se contará con más aumentos a partir de este espesor, ni al colocar otra chapa al otro lado del alma.

Además se debe comprobar la resistencia a la abolladura de acuerdo a 6.3.3.4.

8.5.2.5 Refuerzo del alma del soporte

- 1 Cuando el espesor del alma del soporte, t_w , sea insuficiente, esta puede reforzarse con una chapa. La chapa de refuerzo de alma puede usarse para aumentar la resistencia de las tres zonas del alma, tracción compresión o cortante. Debe cumplir las siguientes condiciones (figura 8.9):
- a) El acero de la chapa o chapas de refuerzo debe tener un límite elástico no menor que el del alma del soporte.
 - b) La anchura b_s de los refuerzos debe ser tal que llegue hasta los pies del radio de acuerdo al alma del soporte.

Si esta anchura es superior a $40\epsilon t_s$, debe aplicarse lo indicado en el artículo 62.1.4 de la Instrucción EAE.

- c) La longitud L_s debe ser tal que las chapas de refuerzo cubran las alturas eficaces h_{ef} de las zonas traccionada y comprimida.
- d) El espesor t_s debe ser mayor o igual que el del alma del soporte, $t_s \geq t_{wc}$.
- e) La chapa o chapas de refuerzo deben soldarse en todo su contorno. El espesor de garganta de estos cordones debe cumplir:

$$a \geq \frac{t_s}{\sqrt{2}} \quad (8.31)$$

- f) Si las soldaduras verticales se efectúan con cordones a penetración, ésta debe ser completa.
- 2 Si se cumplen todas las condiciones anteriores, en la determinación de las resistencias de las zonas traccionada y comprimida se tomará como espesor de alma del soporte el valor $t_{wc,ef}$ en vez del valor real t_{wc} . como valor de $t_{wc,ef}$ se tomará:
- a) $1,5t_{wc}$ si existe una sola chapa de refuerzo y si los cordones de soldadura verticales son de penetración completa.
 - b) $2,0t_{wc}$ si existen dos chapas de refuerzo y si los cordones de soldadura verticales son de penetración completa.
 - c) $1,4t_{wc}$ si la chapa o chapas de refuerzo están soldadas con cordones de soldadura en ángulo en todo su contorno.

8.5.3 Basas de soportes

- 1 La unión de un soporte a su cimentación mediante una placa de base se podrá considerar como unión rígida o empotramiento perfecto si cumple las condiciones establecidas en el apartado 8.5.3.5. Si no se desea que existan flexiones en el extremo del soporte, unión articulada, deberá intercalarse un bulón o dispositivo similar entre la placa y el soporte.

8.5.3.1 Transmisión de tensiones tangenciales

- 1 Las tensiones tangenciales originadas por los esfuerzos cortantes y en ausencia de momento torsor pueden transmitirse a la cimentación mediante rozamiento. Siendo $N_{c,Ed}$ el valor absoluto del esfuerzo de compresión de cálculo, el máximo cortante que puede ser transmitido por rozamiento es:

$$V_{Rd} = C_{f,d} N_{c,Sd} \geq V_{Sd,ef} = \sqrt{V_{y,Sd}^2 + V_{z,Sd}^2} \quad (8.32)$$

siendo:

$C_{f,d}$ coeficiente de rozamiento entre la placa de base y el hormigón, tomará el valor $C_{f,d} = 0,20$ para mortero de cemento y arena.

- 2 Si no se satisface la condición anterior puede contarse con la contribución de los pernos de anclaje según la Instrucción EAE.

8.5.3.2 Transmisión de esfuerzos de compresión

- 1 Se admite que las compresiones originadas por el esfuerzo axial y por los momentos flectores se transmiten desde los elementos comprimidos del soporte a la cimentación, repartiéndose a través de la placa de base.
- 2 Se supondrá una distribución de esfuerzos en equilibrio con los del axial y el momento flector del soporte en el arranque. Como simplificación, pueden emplearse los criterios de la figura 8.11.a.

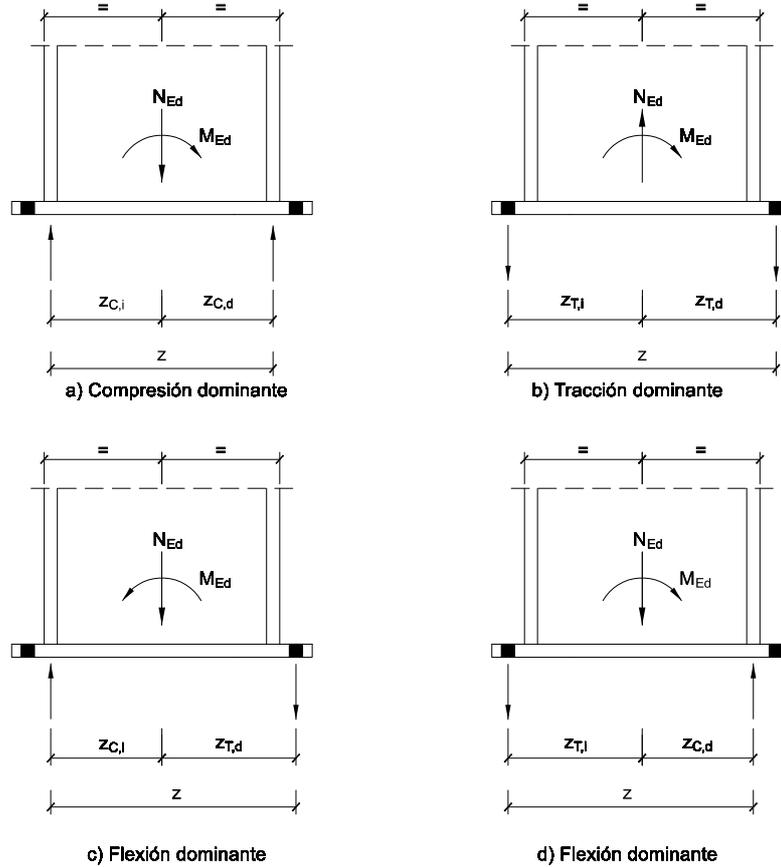


Figura 8.11

3 La resistencia de la zona a compresión se determinará como:

$$F_{C,Rd} = f_{jd} A_0 \tag{8.33}$$

siendo

f_{jd} es la resistencia máxima del hormigón y A_0 es la superficie de reparto máxima a compresión, parámetros ambos definidos a continuación.

4 La superficie de reparto máxima a compresión estará delimitada por líneas paralelas a las caras de los perfiles del soporte, a una distancia máxima (figura 8.12).

$$c = t \sqrt{\frac{f_y}{3f_{jd} \gamma_{M0}}} \tag{8.34}$$

siendo

f_y es el límite elástico del acero de la placa de base y t es su espesor.

5 La resistencia máxima del hormigón viene dada por:

$$f_{jd} = \frac{\beta_j F_{Rdu}}{A'_0} \tag{8.35}$$

donde β_j es un coeficiente que puede tomarse igual a 2/3 si el mortero de nivelación situado entre la placa y el hormigón de la cimentación tiene una resistencia al menos igual a $0,2f_{ck}$ y un espesor no mayor a 0,2 veces la menor dimensión de la placa; A'_0 es una aproximación a la superficie de reparto máxima a compresión, y F_{Rdu} es la fuerza máxima de compresión concentrada que puede actuar sobre el hormigón según la Instrucción EHE (tomando A'_0 como superficie restringida en la que se aplica la fuerza).

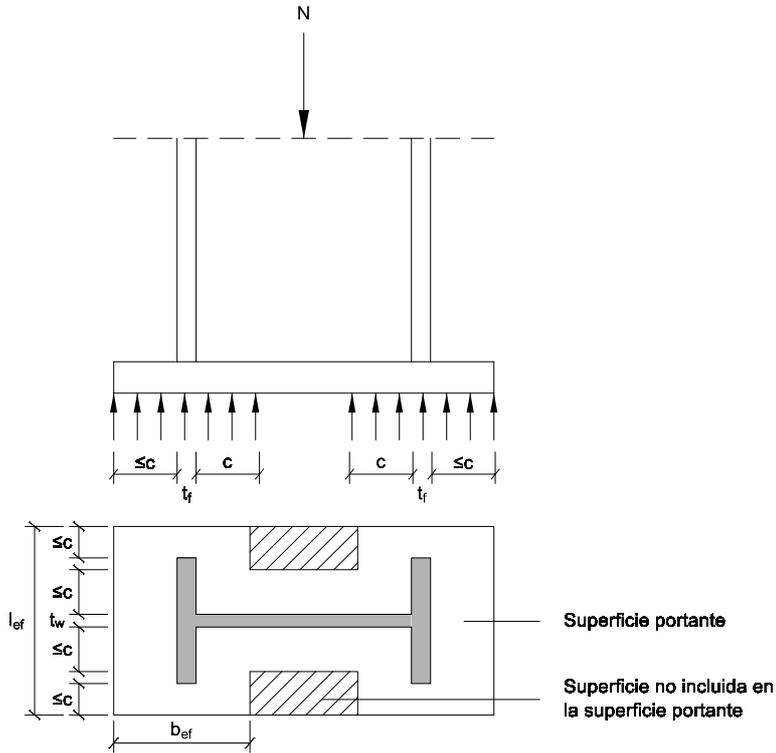


Figura 8.12

8.5.3.3 Transmisión de esfuerzos de tracción

- 1 Las tracciones, debidas al esfuerzo axial y a los momentos flectores, deberán ser resistidas por los pernos de anclaje. Se recomienda que los pernos se atornillen a la placa. Se colocará siempre una arandela entre la tuerca y la placa de base.
- 2 Terminado el montaje de la estructura y apretadas las tuercas, se inmovilizarán, preferentemente mediante la colocación de una contratuerca o picado de la rosca. Se evitará el empleo de puntos de soldadura para este menester.
- 3 La resistencia a tracción $F_{t,Rd}$ de un tornillo viene dada por la expresión:

$$F_{t,Rd} = 0,9 f_{ub} A_s / \gamma_{M2} \tag{8.36}$$

La resistencia a tracción de elementos, tales como pernos de anclaje, en los que la rosca se fabrique mediante procedimientos que impliquen arranque de viruta, será igual a la dada por la expresión anterior multiplicada por 0,85.

Tabla 8.2. Resistencia a tracción en k.o.

DIÁMETRO (mm)	A_s (mm ²)	GRADO
		4.6
12	84,3	24,28
16	157	45,22
20	245	70,56
22	303	87,26
24	353	101,66
27	456	131,33

- 4 La resistencia a punzonamiento de una chapa de espesor t , $B_{p,Rd}$, sobre la que actúa un tornillo sometido a tracción, viene dada por la expresión:

$$B_{p,Rd} = 0,6 \pi d_m t f_u / \gamma_{M2} \tag{8.37}$$

siendo

d_m el menor diámetro medio entre los círculos circunscrito e inscrito a la tuerca o a la cabeza y f_u la resistencia a tracción del acero de la chapa.

- 5 No será preciso comprobar el valor de $B_{p,Rd}$ cuando el espesor de la chapa cumpla la condición:

$$t_{min} \geq \frac{df_{ub}}{6f_u} \quad (8.38)$$

- 6 En caso de que los pernos se suelden a la placa, el material de los mismos deberá ser soldable y la soldadura de unión será de resistencia completa, figura 8.13. Para esta situación se adoptarán las medidas oportunas para evitar la aparición del desgarro laminar.

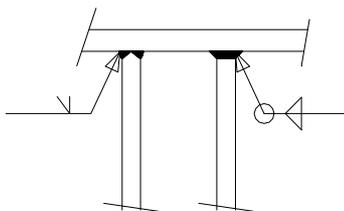
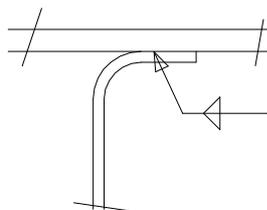


Figura 8.13 Desgarro laminar en pernos de basas de cimentación

- 7 Se evitará soldar un perno a la placa de base mediante cordones en ángulo dados sobre una patilla formada en el extremo del mismo a soldar a la placa, figura 8.14.



NO

Figura 8.14. Detalle a evitar para la soldadura del perno a la placa base

- 8 La transferencia al hormigón de la tracción de un perno de anclaje, puede confiarse a la adherencia, en cuyo caso el perno terminará en patilla normal y su longitud estará de acuerdo con lo dispuesto en la Instrucción EHE.

8.5.3.4 Transmisión de esfuerzos de flexión

- 1 La resistencia de la placa de base y de los pernos de anclaje a flexión se comprobará según lo dispuesto en el apartado 61.2. de la Instrucción EAE, asimilándola a una unión con chapa frontal

9 Ejecución

- 1 Solo se contemplan en este DB los aspectos relativos a la ejecución en obra, para los aspectos relacionados con la fabricación en taller se seguirán las especificaciones de la Instrucción EAE

9.1 Materiales

- 1 Este capítulo se refiere a los elementos fabricados con los materiales relacionados en este DB (capítulo 4)
- 2 No deben cambiarse, sin autorización del director de obra, las calidades de material especificadas en el proyecto, aunque tal cambio implique aumento de características mecánicas.

9.2 Manipulación y almacenamiento

- 1 La manipulación y almacenamiento en obra debe realizarse de manera que se minimice el riesgo de daño a los elementos evitando que se produzcan deformaciones permanentes y de manera que los daños superficiales sean mínimos. Se deberá prestar especial atención al eslingado en las operaciones de descarga e izado.
- 2 Deberán repararse los daños que pueda sufrir cualquier elemento que afecte a sus tolerancias, acabado de protección o a sus uniones.
- 3 El material debe almacenarse siguiendo las instrucciones de su fabricante y no usarse si ha superado la vida útil en almacén especificada. Si por la forma o el tiempo de almacenaje pudieran haber sufrido un deterioro importante, antes de su utilización deben comprobarse que siguen cumpliendo con los requisitos establecidos.
- 4 Los componentes estructurales deben manipularse y almacenarse de forma segura, evitando que se produzcan deformaciones permanentes y de manera que los daños superficiales sean mínimos. Cada componente debe protegerse de posibles daños en los puntos en donde se sujete para su manipulación. Los componentes estructurales se almacenarán apilados sobre el terreno pero sin contacto con él, evitando cualquier acumulación de agua.

9.3 Montaje

9.3.1 Programa de montaje

- 1 El programa de montaje es competencia del Constructor y deberá ser aprobado por la Dirección Facultativa antes del inicio de los trabajos. No obstante el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares deberá incluir un método de montaje preliminar adecuado a las características resistentes de la estructura en sus distintas fases que servirá de orientación al Constructor para la redacción del programa de montaje definitivo. Información más detallada sobre el programa de montaje puede encontrarse en la Instrucción EAE.

9.3.2 Soportes

9.3.2.1 Replanteo y colocación

- 1 Todas las cimentaciones, tanto zapatas como losas o macizos de apoyo deben haber sido inspeccionadas previamente, incluyendo los pernos de anclaje embebidos en ellas, para garantizar que su posición y alineaciones están de acuerdo con los planos.
- 2 Es recomendable que los pernos embebidos estén dotados de una cierta libertad que permita un ligero desplazamiento de los mismos para facilitar su inserción en las placas base de soportes. A tal efecto pueden disponerse cajeados o manguitos en la parte superior de la cimentación de ancho tres veces superior al diámetro de los pernos que alojen.

- 3 Debe cuidarse que la posición a lo largo del montaje de los soportes no sufra modificaciones que excedan las tolerancias (véase capítulo 10).
- 4 Tanto los propios pernos de anclaje como los calzos o cuñas de nivelación de placas base han de ser capaces de soportar la estructura montada, previamente al retacado con mortero de nivelación. En el caso de que los elementos provisionales queden embebidos, debe asegurarse que disponen de una durabilidad igual a la de la estructura y de que quedan con un recubrimiento mínimo de 25 mm.

9.3.2.2. Hormigonado

- 1 El hormigonado del espacio entre la placa base y el cimiento debe efectuarse con mortero de cemento o con morteros especiales sin retracción. Es recomendable que el espesor mínimo sea de 25 mm y asimismo que permita el relleno fácilmente y pueda ofrecer espacio suficiente para colocar y manipular las cuñas o tuercas inferiores de nivelación.
- 2 El relleno de mortero debe realizarse lo antes posible una vez que los pilares y vigas inmediatas superiores estén correctamente aplomados y alineados. El material no debe mezclarse o utilizarse con temperaturas inferiores a 0° C salvo instrucción del Fabricante del mismo. En todo caso debe obtenerse una fluidez adecuada para rellenar completamente todo el espacio.
- 3 Previamente se habrá eliminado cualquier resto de grasa, hielo o suciedad. En las placas base cuya dimensión mínima supere 400 mm es recomendable disponer orificios de venteo de 50 mm para facilitar la penetración del producto.

9.3.3 Ejecución del montaje

9.3.3.1 Planos de montaje

- 1 En los planos de montaje se indicarán los elementos y sus uniones así como cualquier tolerancia especial. Los planos correspondientes a la cimentación deben detallar la posición y orientación de las placas base y de cualquier otro elemento en contacto directo con el hormigón.
- 2 Deberán constar las cotas de cada planta. En las placas base constarán el número, tipo, diámetro y posición de los pernos de anclaje, así como la holgura a rellenar con mortero de nivelación.
- 3 Cualquier elemento provisional, como arriostrados, escaleras de obra o accesos temporales, deberá estar incluido en los planos de montaje.

9.3.3.2 Manipulación y almacenamiento en montaje

- 1 La manipulación y almacenamiento en obra debe realizarse de manera que se minimice el riesgo de daño a los elementos. Se deberá prestar especial atención al eslingado en las operaciones de descarga e izado.
- 2 Deberán repararse los daños que pueda sufrir cualquier elemento que afecte a sus tolerancias, acabado de protección o a sus uniones.
- 3 Los elementos auxiliares deberán estar embalados e identificados adecuadamente.

9.3.3.3 Métodos de montaje

- 1 El montaje de la estructura se realizará de acuerdo con las indicaciones contenidas en el programa de montaje. No se permitirán más empalmes que los establecidos en el proyecto o autorizados por el director de obra. Dichos empalmes se realizarán conforme al procedimiento establecido. A lo largo de todo el proceso deberá estar garantizada la resistencia y estabilidad de la obra.
- 2 Es recomendable iniciar el montaje por núcleos rígidos que hagan intraslacional todo el conjunto, confiriendo estabilidad a las piezas que se montan posteriormente.
- 3 Los pernos de anclaje en base de pilares no empotrados no deben de considerarse eficaces para evitar el vuelco a menos que se compruebe mediante cálculo.
- 4 Debe preverse el efecto de las cargas de ejecución incluyendo peso de personal y equipo durante el montaje así como la acción del viento sobre la estructura no completa.

- 5 Los arriostramientos o rigidización provisional deberán mantenerse hasta que el montaje esté lo suficientemente avanzado, de modo que puedan ser retirados sin comprometer la seguridad.
- 6 A las uniones de los elementos provisionales de montaje les es aplicable el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. Dichas uniones deben realizarse de forma que no limiten ni la resistencia ni la capacidad de servicio de la estructura definitiva.
- 7 Los anclajes provisionales deberán estar asegurados contra cualquier posible aflojamiento involuntario.
- 8 El Constructor será responsable de que ninguna parte de la estructura sea sobretensionada o distorsionada por acopio de materiales o cargas de montaje a lo largo de la construcción.

9.3.3.4 Alineaciones

- 1 Cada parte de la estructura debe quedar alineada, nivelada y ajustada tan pronto como sea posible una vez que haya sido montada; la ejecución de sus uniones debe realizarse inmediatamente después.
- 2 Si dichas uniones son definitivas deberá asegurarse que su ejecución no compromete el ajuste, nivelación y aplomado de elementos posteriores.
- 3 En la alineación y ajuste de la estructura pueden emplearse tuercas de nivelación, cuñas y forros. Cuando exista el riesgo de desplazamiento las cuñas podrán soldarse, el material de las mismas será acero y el espesor mínimo será de 4 mm cuando se empleen en el exterior.
- 4 Cuando no sea posible corregir los errores de montaje o ajuste mediante cuñas en forma de calzos o forros, se deberá modificar adecuadamente la fabricación de los elementos consignando los cambios introducidos en los planos de montaje.
- 5 Debe prestarse especial atención en no forzar el ajuste si ello implica introducir esfuerzos en las barras no considerados en el cálculo de la estructura.

9.4 Tratamiento de protección

9.4.1 Generalidades.

- 1 En el pliego de condiciones debe definir el sistema de protección contra la corrosión y los requisitos adicionales para obtener unas condiciones de servicio acordes con la vida útil de la estructura y el plan de mantenimiento, teniendo en cuenta el nivel de corrosión atmosférica y grado de exposición de los diferentes componentes. El Pliego de condiciones contemplará con un adecuado sistema de protección aquellos elementos que queden al exterior.
- 2 Deberá considerarse conjuntamente el tratamiento de protección frente a incendio, ya que los requisitos del mismo pueden determinar un grado de defensa frente a la corrosión muy superior al estrictamente necesario, especialmente en el caso de pinturas intumescentes y morteros proyectados.
- 3 En el caso de aplicarse pintura, deberá definirse el sistema de tratamiento detallando como mínimo los siguientes aspectos: preparación de las superficies, tipo y espesor de la capa de imprimación anticorrosivo, tipo y espesor de capas intermedias y tipo y espesor de capas de acabado y retoques.

9.4.2 Preparación de las superficies

- 1 La superficie de los elementos que haya de ser pintada se limpiará y preparará de forma adecuada al tratamiento de pintura correspondiente. En principio, deben eliminarse la suciedad, cascarilla de laminación, restos de escoria de soldaduras y también la grasa y la humedad superficial. Si existieran revestimientos anteriores, deben ser igualmente eliminados. Pueden tomarse como referencia las normas UNE-EN ISO 8504-1, y UNE-EN ISO 8504-2 para limpieza por chorro abrasivo y UNE-EN ISO 8504-3 para limpieza por herramientas mecánicas y manuales.
- 2 Los métodos de preparación deberán obtener el grado de rugosidad definido en el Pliego de acuerdo con UNE-EN ISO 8503, partes 1 a 5.

- 3 La preparación de las superficies en obra debe ser realizada en condiciones ambientales tales que no perjudiquen la calidad del acabado. Por tanto, no se realizarán en tiempo lluvioso, con humedad superior al 85% y temperaturas bajas que puedan producir condensaciones. La temperatura del sustrato a pintar deberá estar 3°C por encima de la del punto de rocío del ambiente. Se deberán tomar las precauciones oportunas para no dañar a otras superficies.
- 4 Para la preparación de las superficies en taller se seguirán las especificaciones de la Instrucción EAE.
- 5 Las superficies que esté previsto que vayan a estar en contacto con el hormigón, no deben en general pintarse, sino simplemente limpiarse. El sistema de tratamiento en zonas que lindan una superficie que estará en contacto con el hormigón, debe extenderse al menos 30 mm de dicha zona.
- 6 Las fracciones de elementos que vayan a quedar embebidas en hormigón no necesitan protección a partir de 30 mm por debajo del nivel del mismo, siempre que a su vez la superficie de hormigón esté a salvo de procesos de carbonatación. Únicamente requieren un cepillado de eliminación de cascarilla de laminación, suciedad y grasa. Caso de venir con imprimación desde taller, no necesitan ninguna operación adicional.
- 7 Las uniones mediante soldadura se deberán realizar en franjas sin pintura de 150 mm de ancho, o bien con capa de imprimación compatible. La soldadura y la parte adyacente deberá pintarse una vez se haya eliminado completamente la escoria y se haya aceptado la unión.
- 8 No se utilizarán materiales que perjudiquen la calidad de una soldadura a menos de 150 mm de la zona a soldar y tras realizar la soldadura, no se debe pintar sin antes haber eliminado las escorias.

9.4.3 Métodos de protección

- 1 Galvanización:
 - a) se realizará de acuerdo con UNE-EN-ISO 1460 o UNE-EN-ISO 1461, según proceda;
 - b) en su caso, las soldaduras deben estar selladas antes de usar un decapado previo a la galvanización;
 - c) En el caso de que tengan que soldarse elementos que ya hayan sido galvanizados o restaurar aquéllos que tengan pequeños defectos de galvanización, existe la posibilidad de restaurar la zona afectada del recubrimiento mediante proyección térmica de cinc (según UNE-EN ISO 2063) o mediante una pintura rica en cinc de elevado contenido en cinc metálico en la película seca (mínimo 80% en masa). Los tipos de pintura más adecuados para esta finalidad son los que tienen ligantes epoxídicos, de poliuretano (1 componente) de secado al aire y de silicato de etilo (1 componente) de secado al aire.
 - d) si hay espacios cerrados en el elemento fabricado se dispondrán agujeros de venteo o purga donde indique el pliego de condiciones;
 - e) En el caso de que el sistema protector especifique un pintado posterior de las superficies galvanizadas, es necesario que éstas estén adecuadamente tratadas mediante desengrase y un posterior tratamiento de imprimación para asegurar el anclaje de las pinturas, según UNE-EN ISO 12944-4. Por último, se aplican capas bases y de acabado en función de la agresividad del medio, de acuerdo con UNE-EN ISO 12944-5.
- 2 Pintura:
 - a) La pintura debe ser aplicada de acuerdo con la hoja de datos del Fabricante del producto.
 - b) Se comprobará previamente que el estado de la superficie es el previsto en la fase anterior, es decir tanto el grado de limpieza y rugosidad para una capa de imprimación como el curado, compatibilidad y naturaleza de la capa previa para capas posteriores.
 - c) Para facilitar el control es aconsejable que cada capa tenga un color o matiz diferenciado, según UNE 48103.
 - d) Una vez ejecutada y retocada la superficie debe respetarse estrictamente el período de secado y endurecimiento que aconseje el Fabricante frente a un eventual contacto con agua.
 - e) En el plan de obra deben establecerse las fases de aplicación de la protección considerando adecuadamente el resto de las actividades. Así pues, en el caso de realizarse el pintado en

obra los elementos deberán ser imprimados en taller con un espesor mínimo que impida la oxidación incipiente antes del montaje ante la eventualidad de un acopio o almacenamiento prolongado. Asimismo, debe preverse la dificultad de pintado de elementos inaccesibles y proceder a su ejecución antes del montaje.

- f) Los tipos de pintura y sistemas de pintura que pueden utilizarse para la protección de estructuras de acero, así como las prescripciones técnicas que deben cumplir, según la durabilidad requerida del sistema de pintura protector se establecen en la Instrucción EAE

3 Metalización

- a) Se realizará de acuerdo con UNE-EN ISO 2063.
- b) Las superficies metalizadas deben ser tratadas con una imprimación anticorrosiva especial, de naturaleza sellante y tapaporos para evitar la formación de ampollas antes de revestirse de pintura.

9.4.4 Protección de elementos de fijación.

- 1 Los elementos de fijación y anclaje deberán suministrarse con una protección adecuada a la clase de exposición ambiental. Cualquier protección suplementaria a aplicar en obra se llevará a cabo una vez inspeccionada la unión. Los pernos de anclaje no requieren ningún tratamiento a menos que así lo indique el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares..

9.5 Soldeo

9.5.1 Introducción. Clases de ejecución.

- 1 Los requisitos de calidad para el soldeo que se han de aplicar en cada clase de ejecución según UNE-EN ISO 3834 serán los recogidos en la tabla 9.2. La clase de ejecución se define en la Instrucción EAE a partir de los nivel de riesgo y de categoría de las condiciones de ejecución y uso de acuerdo con la tabla 9.1
- 2 La definición del nivel de riesgo se establece según los siguientes criterios:
 - Nivel CC 3. Elementos cuyo fallo compromete la seguridad de personas, como es el caso de un edificio publico, o puede generar grandes pérdidas económicas.
 - Nivel CC 2. Elementos cuyo fallo compromete la seguridad de personas, pero no del público en general, o puede generar apreciables pérdidas económicas.
 - Nivel CC 1. Elementos no incluidos en los niveles anteriores.
- 3 La categoría de uso depende del riesgo ligado al servicio para el que se diseña la estructura:
 - SC1: Estructuras y componentes sometidas a acciones predominantemente estáticas (edificios). Estructuras con uniones diseñadas para acciones sísmicas moderadas que no requieren ductilidad. Carrileras y soportes con cargas de fatiga reducida, por debajo del umbral de daño del detalle más vulnerable.
 - SC2: Estructuras y componentes sometidas a acciones de fatiga (puentes de carretera y ferrocarril , grúas y carrileras en general). Estructuras sometidas a vibraciones por efecto del viento, paso de personas o maquinaria con rotación. Estructuras con uniones que requieren ductilidad por requisito de diseño antisísmico.
- 4 La categoría de ejecución depende de la fabricación y montaje de la estructura.
 - PC1: Componentes sin uniones soldadas, con cualquier tipo de acero. Componentes con soldaduras de acero de grado inferior a S355, realizadas en taller.
 - PC2: Componentes con soldaduras de acero de grado S355 o superior. Ejecución de soldaduras en obra de elementos principales. Elementos sometidos a tratamien-

to térmico durante su fabricación. Piezas de perfil hueco con recortes en boca de lobo.

- 5 En este DB solo se contempla la categoría de uso SC1 y la categoría de ejecución PC2 (por la ejecución de soldaduras en obra)

Tabla 9.1. Determinación de la clase de ejecución

Nivel de riesgo		CC1		CC2		CC3	
Categoría de uso		SC1	SC2	SC1	SC2	SC1	SC2
Categoría de ejecución	PC1	1	2	2	3	3	3
	PC2	2	2	2	3	3	4

Tabla 9.2. Requisitos de calidad para el soldeo en función de la clase de ejecución

Clase de ejecución 1	Parte 4, requisitos elementales
Clase de ejecución 2	Parte 3, requisitos estándar
Clases de ejecución 3 y 4	Parte 2, requisitos completos

9.5.2 Plan de soldadura

- 1 Se debe proporcionar al personal encargado un plan de soldadura, que como mínimo, incluirá todos los detalles de la unión, las dimensiones y el tipo de soldadura, la secuencia de soldeo, las especificaciones sobre el proceso y las precauciones adecuadas frente al riesgo de desgarro laminar en caso de que se transmitan tensiones de tracción en el sentido perpendicular al espesor del material.

9.5.3 Cualificación

9.5.3.1 Procedimiento de soldeo

- 1 El soldeo deberá ejecutarse de acuerdo con un procedimiento cualificado según UNE-EN ISO 15609-1. El método para cualificar dicho procedimiento será cualquiera de los establecidos en las diferentes partes de UNE-EN ISO 15609-1, a menos que el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares especifique algún método diferente que en todo caso deberá detallar. Si el Pliego de Prescripciones Técnicas así lo indica, se procederá a la calificación del procedimiento de soldeo por medio de ensayos previos de acuerdo con UNE-EN ISO 15614-1.

9.5.3.2 Cualificación de soldadores

- 1 Los soldadores deberán estar cualificados según UNE-EN 287-1; en particular los soldadores que ejecuten cordones en ángulo habrán de haber sido cualificados mediante ensayos adecuados de cordones en ángulo.
- 2 La documentación acreditativa de la calificación por examen de los soldadores deberá archivar y quedar disponible para verificación. La susodicha calificación acorde con UNE-EN 287-1 deberá estar certificada por un organismo acreditado a juicio de la Dirección Facultativa.

9.5.3.3 Coordinación del soldeo

- 1 Para asegurar que se dedica una atención apropiada al proceso de soldeo deberá contarse con un especialista, denominado coordinador de soldeo, mientras duren las actividades relacionadas con el mismo en las estructuras correspondientes a clases 4, 3 y 2. El coordinador de soldeo debe tener capacitación profesional y experiencia acorde con el proceso de soldeo del que es responsable, según indica UNE-EN ISO 14731-749.

9.5.4 Preparación y ejecución de la soldadura

- 1 Los procedimientos específicos de preparación de bordes y ejecución de la soldadura se describen de forma detallada en la Instrucción EAE

9.5.5 Criterios de aceptación de soldaduras

- 1 Los elementos constituidos por soldaduras deben cumplir los requisitos de tolerancias indicados en el apartado 10.
- 2 A menos que el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares indique otra cosa, los criterios de aceptación de soldaduras se basarán en UNE-EN ISO 5817. Los niveles de calidad de dicha norma son D (moderado), C (intermedio) y B (elevado) y dependen de la gravedad y extensión de los defectos detectados. Para cada clase de ejecución se establecen los siguientes niveles, recogidos en la tabla 9.3.

Tabla 9.3. Niveles de calidad de las soldaduras para las diferentes clases de ejecución

Clase 1	Nivel D
Clase 2	Nivel C, en general, y nivel D para los defectos de mordedura (5011, 5012), solapamiento (506), cebado de arco (601) y depresión de cráter al final del cordón (2025)
Clase 3	Nivel B
Clase 4	Nivel B y requisitos complementarios

10 Tolerancias

10.1 Generalidades

- 1 En este capítulo se definen tipos de desviaciones geométricas correspondientes a estructuras de edificación, y los valores máximos admisibles para tales desviaciones, debiéndose identificar en el pliego de condiciones los requisitos de tolerancia admitidos en el caso de ser diferentes a los aquí establecidos.

Las desviaciones admitidas indicadas no deben ser superadas en ningún caso ya que comprometerían la resistencia y estabilidad de la estructura; tienen la consideración de tolerancias esenciales. En las tablas que se incluyen más adelante se detallan, dentro del recuadro de las máximas desviaciones permitidas, otras más estrictas cuya observancia permite pasar de 1,05 a 1,00 los coeficientes parciales γ_{M0} y γ_{M1} en todo tipo de estructura de edificación (según apartado 2.3.3 de este DB).

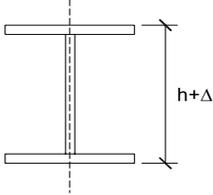
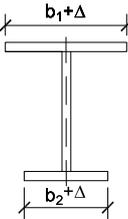
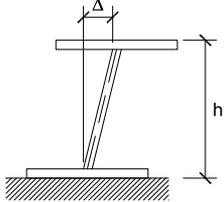
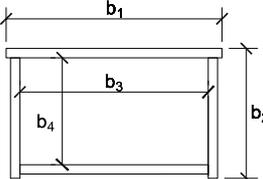
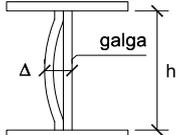
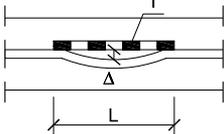
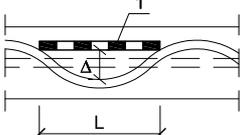
- 2 Las tolerancias recogidas en las tablas de este Capítulo deben entenderse como requisitos para la aceptación final de la estructura; por lo tanto, los componentes prefabricados que se montan en obra tienen sus tolerancias de fabricación subordinadas a la comprobación final de la estructura ejecutada.

En general, al incorporar un elemento a un componente prefabricado, se le aplicarán las desviaciones correspondientes al producto completo.

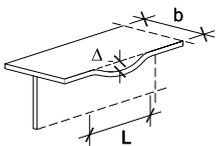
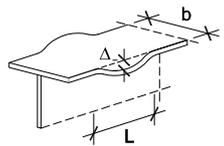
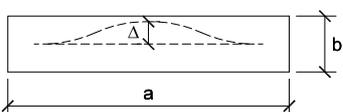
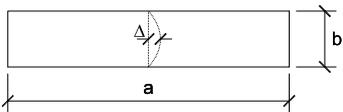
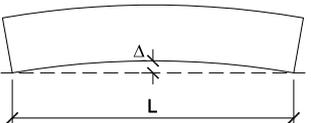
10.2 Tolerancias de fabricación

- 1 Cuando se añaden productos estándar a un componente aplican las tolerancias más estrictas al conjunto. Cada producto individualmente debe cumplir con su norma aplicable propia.

Tabla 10.1 Perfiles en doble T soldados

No	Descripción	Parámetro	Desviación admisible
1	Canto		Canto total h:
			- $\Delta = h/50$ (obsérvese el signo negativo) Desviación más estricta : - $\Delta = h/100$
2	Anchura		Ancho de alas: b_1 o b_2
			- $\Delta = b/100$ (obsérvese el signo negativo) Desviación más estricta : - $\Delta = h/150$
3	Perpendicularidad en apoyos		Excentricidad total del alma para elementos sin rigidizadores en apoyos
			$ \Delta = h/200$ pero $ \Delta \geq t_w$ Desviación más estricta : $ \Delta = h/300$
4	Anchura		Dimensiones externas o internas siendo $b = b_1, b_2, b_3$ o b_4
			- $\Delta = b/100$ (obsérvese el signo negativo) Desviación más estricta : - $\Delta = b/150$
5	Curvatura de alma en apoyos		Desviación en cualquier dirección en una distancia igual a la altura de alma b
			$ \Delta = b/100$ pero $ \Delta \geq t_w$ Desviación más estricta : $ \Delta = b/150$
6	Distorsión del alma		Desviación Δ en la longitud de referencia L igual a la altura del alma b
			$ \Delta = b/100$ pero $ \Delta \geq t_w$ Desviación más estricta : $ \Delta = b/100$
7	Ondulación del alma		Desviación Δ en la longitud de referencia L igual a la altura de alma b
			$ \Delta = b/100$ pero $ \Delta \geq t_w$ Desviación más estricta : $ \Delta = b/150$

NOTA: Las notaciones del tipo $|\Delta| = b/100$ pero $|\Delta| \geq t_w$ significan que debe adoptarse el mayor de los dos valores

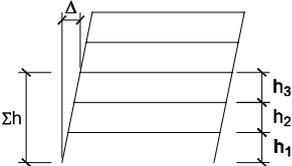
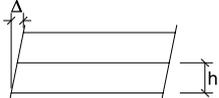
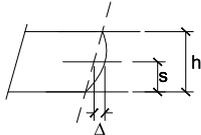
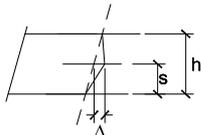
No	Descripción	Parámetro	Desviación admisible
8	Distorsión del ala en secciones en I 	Desviación Δ en la longitud de referencia L igual al ancho de ala b	$ \Delta = b/100$ No se requiere desviación más estricta.
9	Ondulación del ala en secciones en I 	Desviación Δ en la longitud de referencia L igual al ancho de ala b	$ \Delta = b/100$ No se requiere desviación más estricta.
10	Imperfecciones perpendiculares al plano entre almas o rigidizadores en secciones cajón (caso general) 	Desviación Δ en la dirección perpendicular al plano de la chapa si $a \leq 2b$ si $a > 2b$	$ \Delta = a/250$ $ \Delta = b/125$ No se requiere desviación más estricta.
11	Imperfecciones perpendiculares al plano entre almas o rigidizadores en secciones cajón (caso especial con compresión en la dirección transversal) 	Desviación Δ en la dirección perpendicular al plano de la chapa si $b \leq 2a$ si $b > 2a$	$ \Delta = b/250$ $ \Delta = a/125$ No se requiere desviación más estricta.
12	Rectitud de piezas comprimidas 	Excentricidad Δ	$ \Delta = L/750$ Desviación más estricta: $ \Delta = L/1000$

10.3 Tolerancias normales. Montaje

- Las desviaciones de elementos montados deben medirse con relación a una red de puntos fijos previamente establecidos.
- Para el centro de un grupo de pernos de anclaje u otro tipo de base de soporte no se permite una desviación superior a ± 6 mm.
- El nivel de las placas base no puede desviarse más de ± 5 mm.
- Las tolerancias de montaje de pilares se dan en la tabla 10.2.
- Cuando esté previsto que los grupos de pernos vayan desplazados o desalineados de las líneas teóricas, la desviación de ± 6 mm se aplica a los desplazamientos con respecto a la cuadrícula de pilares establecida.
- La longitud que sobresale de un perno de anclaje (en su posición de ajuste óptimo si es regulable) estará vertical hasta dentro de 1 mm en 20 mm. Un requisito similar se aplicará a un conjunto de pernos horizontales y a otros ángulos.
- Los agujeros de las placas de asiento y de las placas de fijación se dimensionarán considerando holguras coherentes con las desviaciones admitidas para los pernos.

8 Los pilares adyacentes a los fosos de ascensores pueden requerir tolerancias especiales.

Tabla 10.2 Tolerancias de montaje en pilares de pórticos de varias plantas

No	Descripción	Parámetro	Desviación admisible
	Posición de un pilar o columna en planta.	Desviación del centro de un pilar o columna respecto de su posición teórica en planta.	$ \Delta = \pm 5 \text{ mm}$
	Posición líneas de pilares	Desviación entre líneas de pilares adyacentes	$ \Delta = \pm 5 \text{ mm}$
1 ⁽¹⁾	Inclinación en conjunto	Desplome de pilares en relación a su base	$ \Delta = \Sigma h / (300\sqrt{n})$ No se requiere desviación más estricta.
			
2 ⁽¹⁾	Inclinación de un pilar entre niveles de forjados contiguos	Desplome en relación al pie	$ \Delta = h/500$ No se requiere desviación más estricta.
			
3	Rectitud de pilar entre pisos	Excentricidad máxima con relación a la directriz	$ \Delta = h/750$ Desviación más estricta: $ \Delta = h/1000$
			
4	Rectitud de pilar con empalme entre pisos	Excentricidad en el empalme con relación a la directriz	$ \Delta = h/750$ Desviación más estricta: $ \Delta = h/1000$
			
<p>⁽¹⁾ La media aritmética de 6 pilares contiguos en un edificio de varias plantas debe cumplir lo recogido en la tabla 10.2 en ambas direcciones (pórticos ortogonales). En un grupo de 6 pilares que cumplan esa tolerancia se puede admitir una desviación individual de h/100.</p>			

11 Control

11.1 Generalidades

- 1 El control se realizará de acuerdo con lo establecido en la Instrucción EAE

12 Mantenimiento

12.1 Inspección

- 1 Las estructuras convencionales de edificación, situadas en ambientes normales y realizadas conforme a las prescripciones de este DB y a las del DB SI (Seguridad en caso de incendio) no requieren un nivel de inspección superior al que se deriva de las inspecciones técnicas rutinarias de los edificios. Es recomendable que estas inspecciones se realicen al menos cada 10 años, salvo en el caso de la primera, que podrá desarrollarse en un plazo superior.

En este tipo de inspecciones se prestará especial atención a la identificación de los síntomas de daños estructurales, que normalmente serán de tipo dúctil y se manifiestan en forma de daños de los elementos inspeccionados (deformaciones excesivas causantes de fisuras en cerramientos, por ejemplo). También se identificarán las causas de daños potenciales (humedades por filtración o condensación, actuaciones inadecuadas de uso, etc.)

Es conveniente que en la inspección del edificio se realice una específica de la estructura, destinada a la identificación de daños de carácter frágil como los que afectan a secciones o uniones, daños que no pueden identificarse a través de sus efectos en otros elementos no estructurales. Es recomendable que este tipo de inspecciones se realicen al menos cada 20 años.

- 2 Las estructuras convencionales de edificación industrial (naves, cubiertas, etc.) resultan normalmente accesibles para la inspección. Si la estructura permanece en un ambiente interior y no agresivo, no requiere inspecciones con periodicidad superior a la citada en el apartado anterior.
- 3 No se contempla en este apartado la inspección específica de aquellos materiales cuyas propiedades se modifiquen en el tiempo. Es el caso de los aceros con resistencia mejorada a la corrosión, en los que se justifica la inspección periódica de la capa protectora de óxido, especialmente mientras ésta se forma.

12.2 Mantenimiento

- 1 El mantenimiento de la estructura metálica se hará extensivo a los elementos de protección, especialmente a los de protección ante incendio.
- 2 Las actividades de mantenimiento se ajustarán a los plazos de garantía declarados por los fabricantes (de pinturas, por ejemplo).

Anejo A. Terminología

- 1 Los términos utilizados en este DB se ajustan a las definiciones contenidas en el DB SE.

Anejo B. Notación y Unidades

B.1 Notación

1 letras mayúsculas latinas

- A: área
- A: valor de acción accidental
- E: módulo de Elasticidad
- E: efecto de una acción (con subíndices)
- F: acción
- G: módulo de elasticidad transversal
- G: valor de acción permanente
- I: momento de Inercia
- L: longitud, luz
- M: momento flector
- N: esfuerzo axial
- Q: valor de acción variable
- R: resistencia (capacidad resistente) (con subíndices)
- S: acero (designación)
- T: momento torsor
- S: rigidez
- V: esfuerzo cortante
- W: módulo resistente

2 letras minúsculas latinas

- a: distancia
- a: garganta de un cordón
- b: ancho (usualmente de una sección)
- c: ancho (usualmente del ala de una sección)
- d: diámetro
- d: canto (usualmente de alma de una sección)
- e: imperfección geométrica
- e: distancia de tornillo a borde de chapa
- f: flecha
- f: resistencia
- f: frecuencia
- h: altura
- h: canto (usualmente de una sección)
- i: radio de giro de una sección
- l: longitud, luz

- m: distancia de tornillo a eje de rotura
- p: paso, separación
- q: carga uniforme
- s: distancia
- t: espesor
- u: desplazamiento horizontal de una estructura o parte de la misma
- w: desplazamiento vertical de una estructura o parte de la misma
- w: flecha, imperfección geométrica

3 letras minúsculas griegas

- α : relación
- α : coeficiente de dilatación térmica
- α : factor de imperfección
- γ : coeficiente parcial (de seguridad)
- γ : relación entre radio y espesor de tubo
- δ : desplazamiento
- ε : deformación
- ε : raíz de la relación de límite elástico de referencia al del acero empleado
- λ : esbeltez
- μ : coeficiente de rozamiento
- ν : coeficiente de Poisson
- ρ : factor de reducción
- ρ : densidad
- σ : tensión normal
- τ : tensión tangencial
- ϕ : ángulo
- χ : coeficiente de reducción por pandeo (resistencias)
- Ψ : factor de reducción (acciones)

4 subíndices

- b: aplastamiento
- b: viga
- b: tornillo
- c: pilar
- cr: valor crítico
- d: valor de cálculo
- E: euler
- E: esfuerzo, efecto de las acciones
- e: eficaz
- ef: efectivo, eficaz
- el: elástico

- eq: equivalente
- f: ala
- ini: inicial
- k: valor característico
- LT: pandeo Lateral
- M: material
- M: relativo al momento flector
- max: valor máximo
- min: valor mínimo
- N: relativo al axil
- net: valor neto
- p: chapa
- pl: plástico
- R: resistencia
- U: última (resistencia)
- w: alma
- y: relativo al límite elástico

5 Con independencia de la notación específica a utilizar en cada apartado, en este DB se utiliza la notación indicada en la figura B.1.

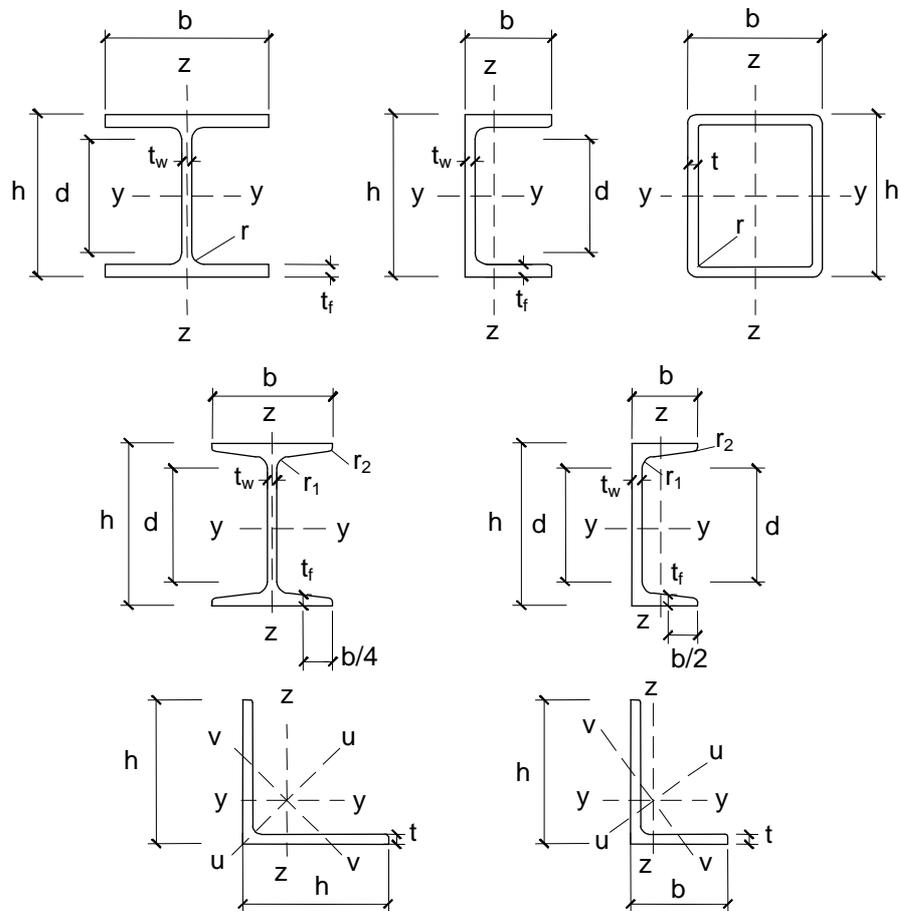


Figura B.1 Dimensiones y ejes de las secciones

B.2 Unidades

- 1 Muchas de las fórmulas y relaciones expresadas en este DB tienen carácter adimensional.
- 2 Se utiliza el Sistema Internacional de Unidades de Medida, SI.
- 3 Para los cálculos se recomienda el uso de las unidades siguientes:
 - fuerzas y cargas: kN, kN/m, kN/m²
 - masa: kg
 - longitud: m, mm
 - tensiones: N/mm²
 - momentos: kN ·m
- 4 A efectos prácticos se podrá considerar la siguiente correspondencia entre las unidades de fuerza de los sistemas MKS y SI: 1 kilopondio [1 kp] = 10 Newton [10 N]