

CAPÍTULO V:

CLASIFICACIÓN DE SECCIONES

5.1. INTRODUCCIÓN

Las secciones estructurales, sean laminadas o armadas, se pueden considerar como un conjunto de chapas, algunas son *internas* (p.e. las almas de las vigas abiertas o las alas de las vigas cajón) y otras son *externas* (p.e. las alas de las secciones abiertas y las alas de los angulares) – figura 1. Dado que las chapas que constituyen las secciones estructurales son relativamente delgadas comparadas con sus anchos, cuando están sometidas a compresión (consecuencia de cargas axiales aplicadas a la sección completa o como consecuencia de esfuerzos de flexión) pueden pandear localmente. La predisposición de cualquier elemento chapa que constituye la sección transversal a pandear, puede limitar la capacidad de dicha sección para soportar carga axial, o bien limitar su resistencia a flexión al impedir que se alcance el límite elástico. Evitar que aparezca un fallo prematuro debido a los efectos del pandeo local es posible limitando la relación ancho-espesor para cada chapa individual que constituye la sección transversal. En esto se basa la idea de la clasificación de secciones.

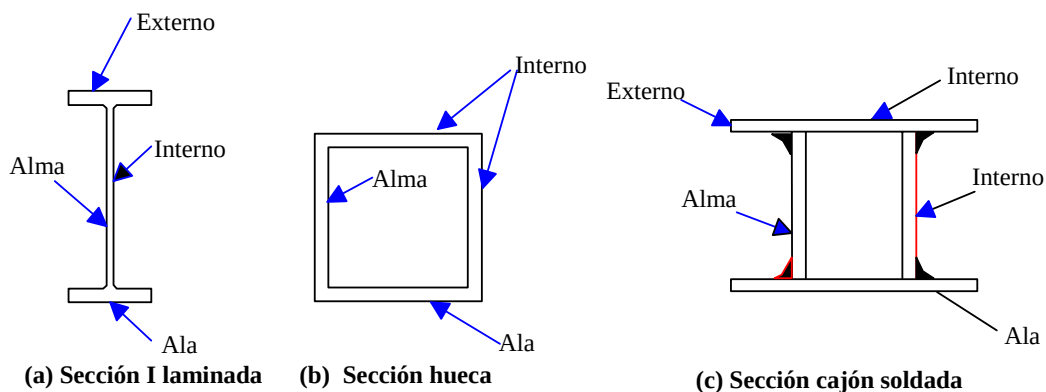


Figura 1 Elementos internos o externos

5.2. CLASIFICACIÓN

El EC3 define cuatro clases de secciones transversales. La clase en la que una sección particular alcanza el agotamiento depende de la esbeltez de cada elemento (definida mediante una relación ancho-espesor) y de la distribución de tensiones de compresión: uniforme, linealmente variable... Las clases se definen en términos de sus requerimientos de resistencia a los momentos flectores:

Clase 1 Las secciones transversales en las que se puede formar una rótula plástica con la capacidad de giro requerida para un análisis plástico.

Clase 2 Las secciones transversales en las que se puede alcanzar el momento plástico, pero con una capacidad de giro limitada. Por tanto no resultan indicadas para las estructuras diseñadas mediante un análisis plástico.

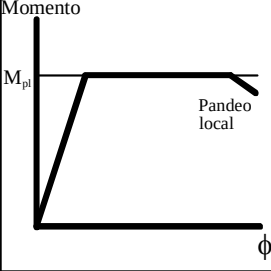
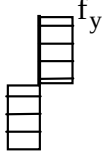
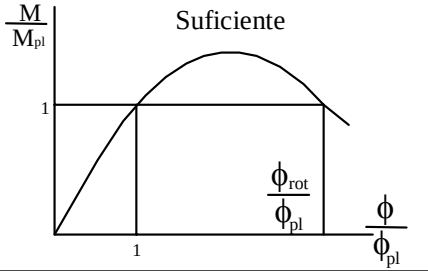
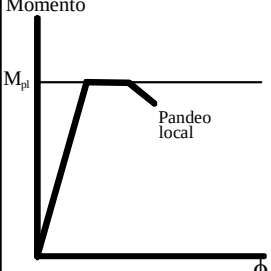
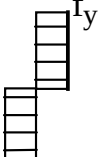
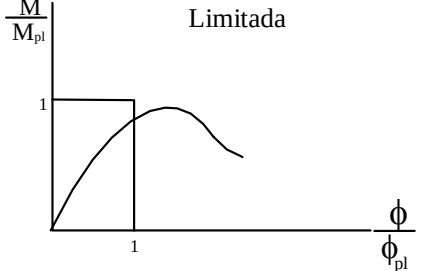
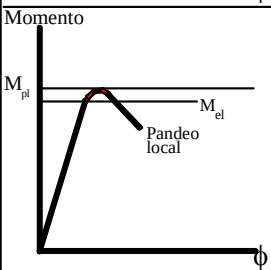
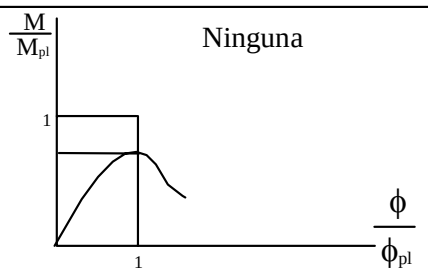
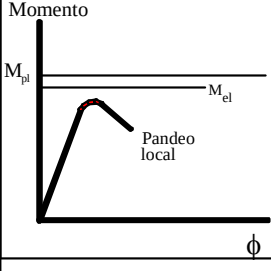
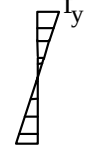
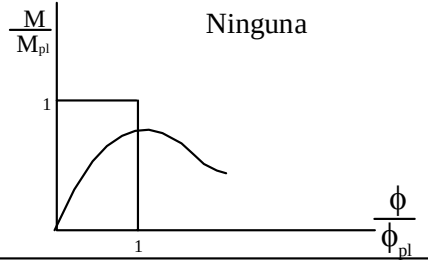
Modelo de comportamiento	Momento resistido	Capacidad de rotación	Clase
	Momento plástico en sección transversal 		1
	Momento plástico en sección transversal 		2
	Momento elástico en sección transversal 		3
	Momento elástico en sección efectiva 		4
M_{el} momento elástico resistido por la sección transversal M_{pl} momento plástico resistido por la sección transversal M momento aplicado ϕ rotación (curvatura) de la sección ϕ_{pl} rotación (curvatura) de la sección requerida para generar una distribución de tensiones completamente plástica			

Tabla 1 Clasificación de secciones transversales en términos del momento resistido y de la capacidad de rotación

Clase 3 Las secciones transversales en las que la tensión en la fibra más comprimida de la pieza puede alcanzar el límite elástico pero en las que la abolladura local puede impedir alcanzar el momento plástico.

Clase 4 Las secciones transversales en las que para determinar su resistencia a momento flector o a la compresión, es necesario tener en cuenta explícitamente los efectos locales de abolladura.

La tabla 1 nos resume las clases en que se clasifican las secciones transversales en términos de su comportamiento, capacidad para soportar momentos flectores y capacidad de rotación.

5.3. COMPORTAMIENTO DE ELEMENTOS PLACA EN COMPRESIÓN

Una placa rectangular plana y delgada sometida a fuerzas de compresión a lo largo de sus bordes menores presenta una tensión de abolladura crítica (σ_{cr}) dada por:

$$\sigma_{cr} = \frac{k_{\sigma} \pi^2 E}{12(1-\nu^2)} \left(\frac{t}{b} \right)^2 \quad (1)$$

Donde

k_{σ} es el coeficiente de abolladura de la placa que tiene en cuenta la vinculación de los Bordes, la distribución de tensiones y la relación de aspecto de la placa - ver fig. 2a.

ν = Coeficiente de Poisson

E = Módulo de Young

La tensión crítica de abolladura (σ_{cr}) es inversamente proporcional a $(b/t)^2$ y análoga a la relación de esbeltez (L/i) para el pandeo de pilares.

Las secciones estructurales abiertas están constituidas por un número de placas sin vinculación a lo largo de un borde longitudinal (ver figura 2b) que suele ser muy largo comparado con su ancho. La forma abollada para dicha placa se ilustra en la figura 2c. La relación entre el cociente de aspecto y el coeficiente de abolladura para un elemento exterior largo y delgado de este tipo se muestra en la figura 2d, de la cual se deduce que el coeficiente de abolladura tiende hacia un valor límite de 0,425 a medida que la relación de aspecto aumenta.

Para que una sección se clasifique en clase 3 o superior la tensión crítica de abolladura σ_{cr} debe superar el límite elástico f_y . De (1) (con $\nu = 0.3$ y reagrupando) esto sucede si

$$b/t < 0.92 (k_\sigma E/f_y)^{0.5} \quad (2)$$

Expresión general dado que los efectos del gradiente de tensiones, condiciones de contorno y relación de aspecto están incluidos en el parámetro k_σ . La Tabla 2 da valores para relaciones de aspecto altas de elementos internos y externos bajo diversas distribuciones de tensión.

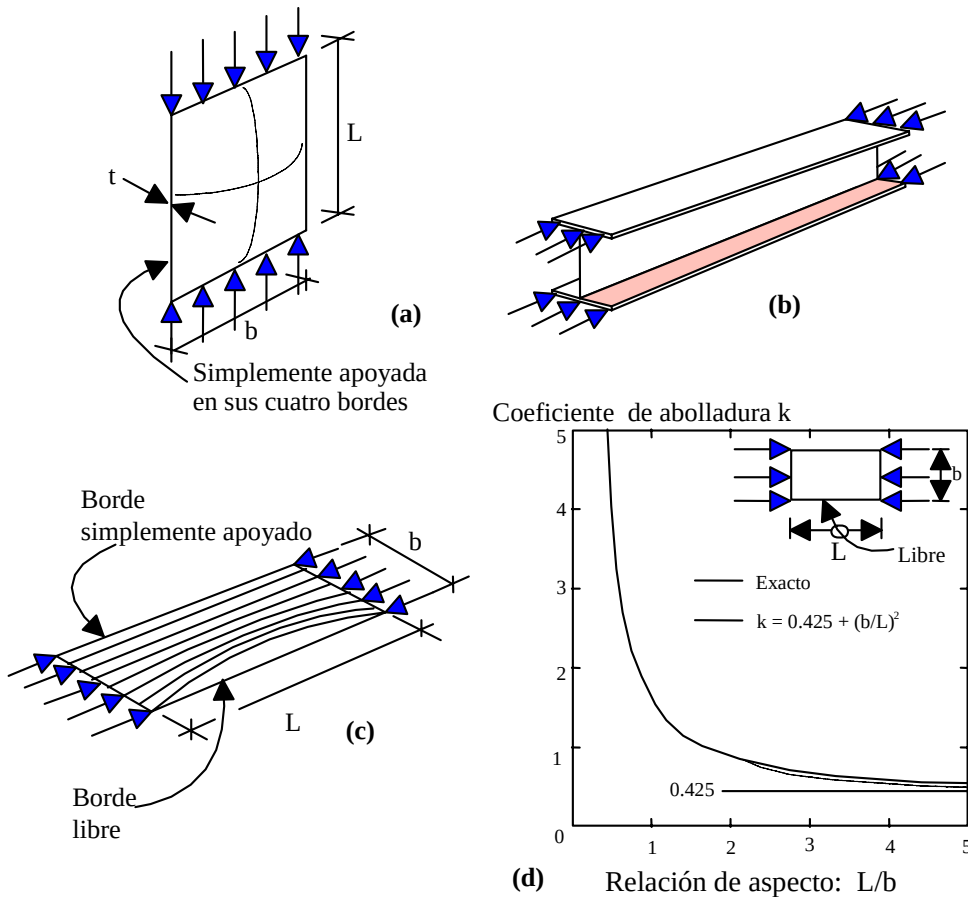


Figura 2 Comportamiento de elementos placa en compresión

El comportamiento elastoplástico perfecto de un elemento placa sometido a compresión uniforme puede representarse mediante un diagrama carga-esbeltez donde la carga última normalizada, $\bar{N}_p$, y la esbeltez normalizada de la placa, $\bar{\lambda}_p$, vienen dadas por:

$$\bar{N}_p = \sigma_{ult}/f_y \quad (3)$$

$$\bar{\lambda}_p = (f_y / \sigma_{cr})^{0.5} \quad (4)$$

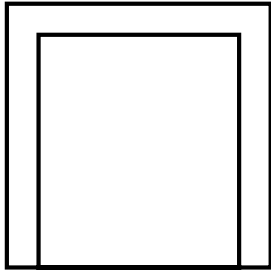
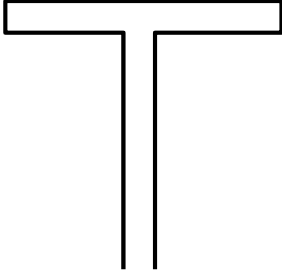
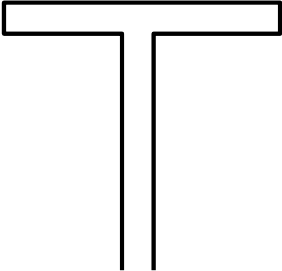
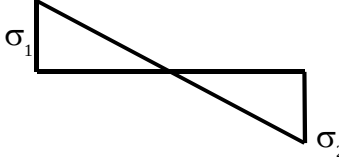
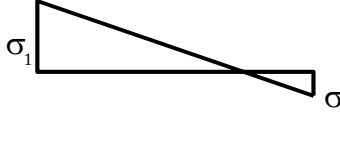
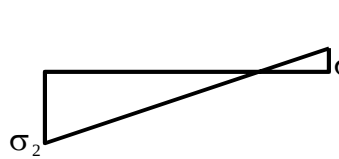
I		II		III		
						
						
σ_1 = tensión máxima de compresión, (compresión positiva)		$\psi = \sigma_2 / \sigma_1$				
$\psi = \sigma_2 / \sigma_1$		+1	$1 > \psi > -1$	0	$0 > \psi > -1$	-1
Coeficiente de abolladura k_σ	Caso I elemento interno	4,0	$\frac{8,2}{1,05 + \psi}$	7,81	$7,81 - 6,29 \psi + 9,78 \psi^2$	23,9
	Caso II elemento externo (extremo en compresión)	0,43	$\frac{0,578}{\psi + 0,34}$	1,70	$1,7 - 5 \psi + 17,1 \psi^2$	23,8
	Caso III elemento externo (extremo en tracción)	0,43	$0,57 - 0,21 \psi + 0,07 \psi^2$	0,57	$0,57 - 0,21 \psi + 0,07 \psi^2$	0,85

Tabla 2 Coeficientes de abolladura y distribución de tensiones

Sustituyendo la ecuación (1) para σ_{cr} en (4), y dando a f_y el valor $235/\varepsilon^2$ (de modo que la expresión pueda ser empleada para cualquier grado de acero) la esbeltez normalizada de la placa, λ_p , puede expresarse como

$$\bar{\lambda}_p = \left(\frac{f_y}{\sigma_{cr}} \right)^{0.5} = \left(\frac{\bar{b}/t}{28.4\varepsilon \sqrt{K_\sigma}} \right) \quad (5)$$

Donde $\bar{b}$ es la anchura de la chapa para el tipo de elemento y tipo de sección transversal

La figura 3 muestra la relación entre $\bar{N}_p$ y $\bar{\lambda}_p$. Para una esbeltez normalizada de la placa menor que uno, la carga última normalizada vale uno lo que significa que la chapa puede desarrollar su carga de agotamiento. Para valores mayores de $\bar{\lambda}_p$, $\bar{N}_p$ disminuye a medida que la esbeltez de la chapa aumenta, la tensión última soportada es la tensión de abolladura crítica, σ_{cr} .

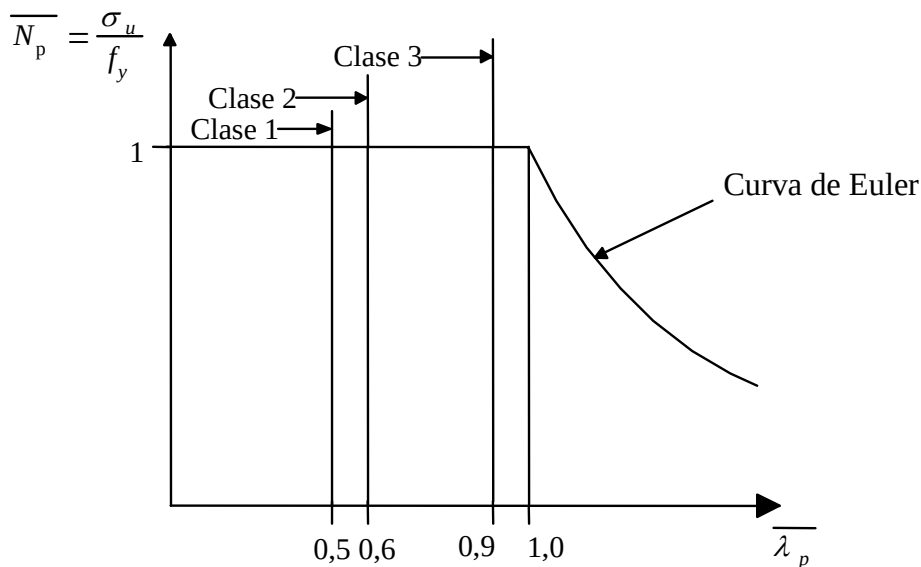


Figura 3 Representación adimensional de tensiones de agotamiento por pandeo local

Test formativo 1 – Obtener la esbeltez normalizada de la chapa

- Dado que $\bar{\lambda}_p = (f_y / \sigma_{cr})^{0.5}$
- Trazar la relación $\bar{N}_p$ vs $\bar{\lambda}_p$
- Teniendo en cuenta la normalización de resistencia $\varepsilon = (235 / f_y)^{0.5}$, usar ecuación (1)

$$\sigma_{cr} = \frac{k_{\sigma} \pi^2 E}{12(1-\nu^2)} \left(\frac{t}{b} \right)^2 \text{ para obtener la ecuación (5)}$$

Las chapas no son planas perfectas ni el acero tiene un comportamiento elastoplástico perfecto (hay un endurecimiento). Estos factores, junto con la capacidad de las chapas para soportar cargas más allá del nivel que provoca en ellas la abolladura elástica (comportamiento postcrítico), hacen que los valores de $\bar{\lambda}_p$ sean reducidos para evitar la aparición del pandeo local hasta que la distribución de tensiones en la sección alcance el límite elástico en la fibra extrema o se alcance una distribución completamente plástica.

El EC3 emplea las esbelteces normalizadas de chapa siguientes como límites para establecer la clasificación de las secciones:

Clase 1 $\bar{\lambda}_p < 0,5$

Clase 2 $\bar{\lambda}_p < 0,6$

Clase 3 $\bar{\lambda}_p < 0,9$ para elementos bajo un gradiente de tensiones; este valor se reduce a 0,74 para elementos a compresión.

Sustituyendo los valores apropiados de k_σ en la ecuación (5) y teniendo en cuenta la esbeltez $\bar{\lambda}_p$ para cada clase, podemos calcular relaciones límite b/t . La Tabla 3 presenta valores límites para secciones laminadas sometidas a compresión o a flexión alrededor de su eje de mayor inercia. Las secciones armadas soldadas se tratan de modo similar pero los límites b/t y d/t se reducen por los efectos perjudiciales de unas tensiones residuales más elevadas debidas a la soldadura.

Elemento	Clase 1	Clase 2	Clase 3
Ala	$c / t_f \leq 10 \varepsilon$	$c / t_f \leq 11 \varepsilon$	$c / t_f \leq 15 \varepsilon$
Alma sometida a flexión	$d / t_w \leq 72 \varepsilon$	$d / t_w \leq 83 \varepsilon$	$d / t_w \leq 124 \varepsilon$
Alma sometida a compresión	$d / t_w \leq 33 \varepsilon$	$d / t_w \leq 38 \varepsilon$	$d / t_w \leq 42 \varepsilon$

Tabla 3 Relaciones máximas de esbeltez para elementos de una sección laminada sometida compresión y/o flexión

Las tablas 4 a 7 son extractos del EC3 indicando las relaciones límite en elementos comprimidos de clases 1 a 3. Si uno de los elementos comprimidos no satisface los límites para pertenecer a clase 3, toda la sección se clasificará como clase 4 y se deberá tener en cuenta en el cálculo el pandeo local utilizando una sección transversal efectiva.

5.4. MÉTODO DEL ANCHO EFICAZ PARA SECCIONES DE CLASE 4

Las secciones transversales con elementos de clase 4 pueden sustituirse por una sección transversal eficaz, obtenida a partir de la sección bruta una vez descontadas las zonas en las que se pueda producir el abollamiento. Dichas secciones eficaces se calculan entonces de modo similar a las secciones de clase 3 empleando la resistencia elástica de

la sección transversal limitada por el límite elástico en las fibras extremas. Los anchos eficaces de los elementos comprimidos se pueden calcular mediante un coeficiente de reducción ρ que depende de la esbeltez normalizada de la placa $\bar{\lambda}_p$ (la cual a su vez depende de la distribución de tensiones y los vínculos del elemento a través del coeficiente de abolladura k_σ) tal y como se indica a continuación:

$$\rho = \left(\frac{(\bar{\lambda}_p) - 0,22}{(\bar{\lambda}_p)^2} \right) \quad (6)$$

El coeficiente de reducción ρ puede aplicarse entonces a los elementos externos o internos como se muestra en las Tablas 8 y 9. La Figura 4 muestra ejemplos de secciones transversales eficaces para piezas sometidas a compresión o flexión. Nótese que la línea neutra de la sección transversal eficaz puede desplazarse respecto de la correspondiente a la sección bruta. Para una pieza a flexión, esto se tendrá en cuenta cuando calculemos las características mecánicas de la sección eficaz. Para una pieza sometida a un esfuerzo axial, la excentricidad de la nueva línea neutra originará un momento que deberá ser considerado en el diseño de la pieza.

Test formativo 2: Obtener la parte de la Tabla 5.3.1 de EC3 relativa a las secciones laminadas de Clase 2 a flexión y compresión.

- De la Figura 3 obtenemos $\bar{\lambda}_p < 0.6$ como valor de la esbeltez normalizada de la placa para secciones laminadas de Clase 2.
- Sustituyendo los valores apropiados k_σ en la ecuación (5), utilizamos el valor de $\bar{\lambda}_p$ para deducir las relaciones límite de b/t para un ala
- Volver a estudiar en términos de d/t_w para un alma sometida a compresión

5.5. CONCLUSIONES

- Las secciones estructurales están constituidas por una serie de chapas individuales.
- Los elementos individuales de las secciones pueden ser *internos* o *externos*.
- Cuando se comprimen en su plano estos elementos pueden pandear localmente.
- El fallo por pandeo local en la sección transversal puede limitar su capacidad de carga al impedir que se alcance el límite elástico. Este fallo puede evitarse limitando la *esbeltez* de las piezas individuales en su sección transversal.
- En esto se basa la propuesta de *clasificación de secciones*.
- En el EC3 se definen cuatro clases de secciones. La clase en la cual una sección transversal particular se agota depende de la *esbeltez* de cada elemento que la constituye y de la *distribución de tensiones* de compresión que lo solicita.

5.6. TABLAS DE CLASIFICACIÓN

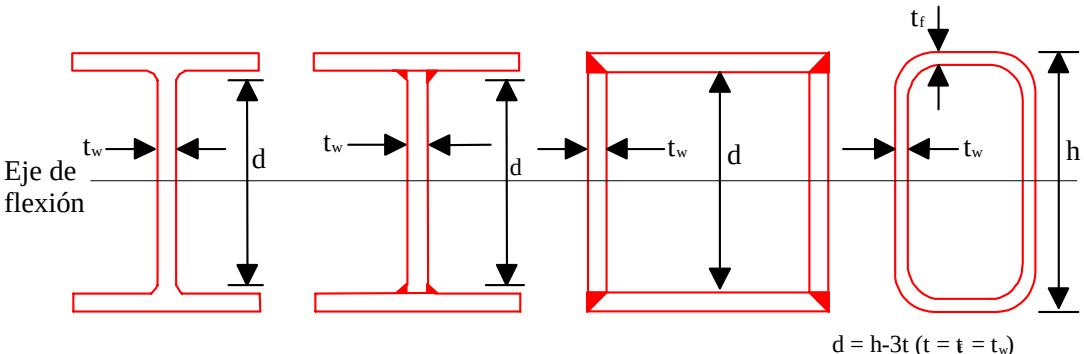
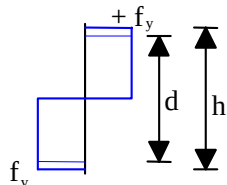
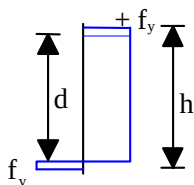
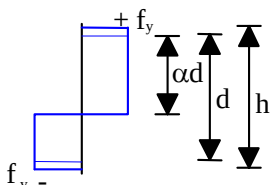
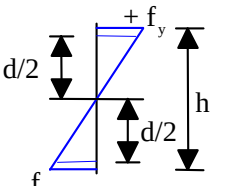
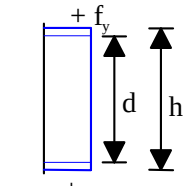
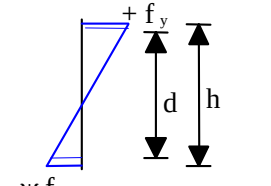
a) <u>Almas</u> : (elementos internos perpendiculares al eje de flexión)				
 $d = h - 3t \text{ (} t = t_f = t_w \text{)}$				
Clase	Alma flectada	Alma comprimida	Alma sometida a flexión compuesta	
Distribución de tensiones en el elemento (compresión positiva)				
1	$d/t_w \leq 72\varepsilon$	$d/t_w \leq 33\varepsilon$	en donde $\alpha > 0,5$: $d/t_w \leq 396\varepsilon/(13\alpha - 1)$ en donde $\alpha < 0,5$: $d/t_w \leq 36\varepsilon/\alpha$	
2	$d/t_w \leq 83\varepsilon$	$d/t_w \leq 38\varepsilon$	en donde $\alpha > 0,5$: $d/t_w \leq 456\varepsilon/(13\alpha - 1)$ en donde $\alpha < 0,5$: $d/t_w \leq 41,5\varepsilon/\alpha$	
Distribución de tensiones en el elemento (compresión positiva)				
3	$d/t_w \leq 124 \varepsilon$	$d/t_w \leq 42 \varepsilon$	en donde $\psi > -1$: $d/t_w \leq 42\varepsilon/(0,67 + 0,33\psi)$ en donde $\psi \leq -1$: $d/t_w \leq 62\varepsilon/(1 - \psi) \sqrt{-\psi}$	
$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355
	ε	1	0,92	0,81

Tabla 4 Máximas relaciones anchura espesor en piezas comprimidas

b) <u>Elementos internos del ala:</u> (elementos internos paralelos al eje de flexión)				
Clase	Tipo	flexión		Compresión
Distribución de tensiones en piezas y secciones transversales (compresión positiva)				
1	Sección hueca laminada Otras	$(b - 3t_f) / t_f \leq 33\varepsilon$	$b / t_f \leq 33\varepsilon$	$(b - 3t_f) / t_f \leq 42\varepsilon^*$ $b / t_f \leq 42\varepsilon$
2	Sección hueca laminada Otras	$(b - 3t_f) / t_f \leq 38\varepsilon$	$b / t_f \leq 38\varepsilon$	$(b - 3t_f) / t_f \leq 42\varepsilon^*$ $b / t_f \leq 42\varepsilon$
Distribución de tensiones en piezas y secciones transversales (compresión positiva)				
3	Sección hueca laminada Otras	$(b - 3t_f) / t_f \leq 42\varepsilon$	$b / t_f \leq 42\varepsilon$	$(b - 3t_f) / t_f \leq 42\varepsilon^*$ $b / t_f \leq 42\varepsilon$
$\varepsilon = \sqrt{235 / f_y}$		f_y	235	275
		ε	1	0,92
				335
				0,81

* Para una sección transversal comprimida sin flexión, las clasificaciones 1,2,3 son irrelevantes y por ello el límite es el mismo en cada caso.

Tabla 5 Máximas relaciones anchura espesor en piezas comprimidas

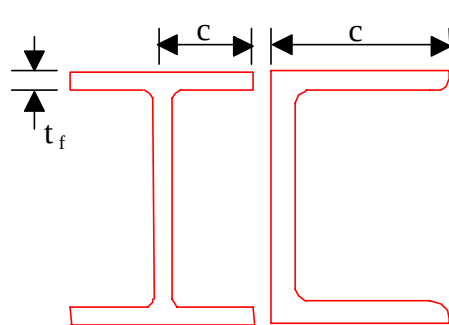
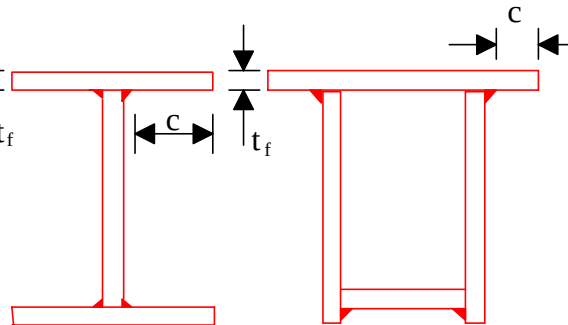
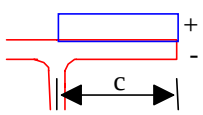
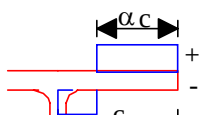
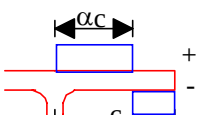
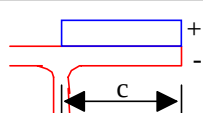
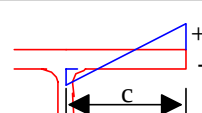
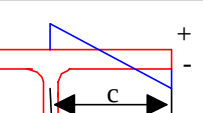
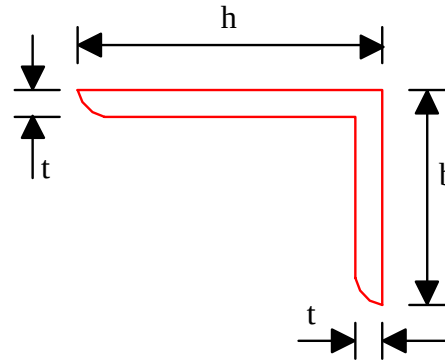
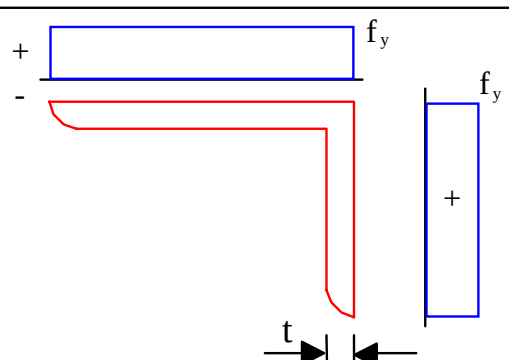
c) <u>Alas exteriores:</u>				
  Secciones laminadasSecciones soldadas				
Clase	Tipo de sección	Ala sometida a compresión	Ala sometida a Flexión compuesta	
			Extremo comprimido	Extremo traccionado
Distribución de tensiones en piezas (compresión positiva)				
1	Laminada	$c/t_f \leq 10\varepsilon$	$c/t_f \leq \frac{10\varepsilon}{\alpha}$	$c/t_f \leq \frac{10\varepsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$
	Soldada	$c/t_f \leq 9\varepsilon$	$c/t_f \leq \frac{9\varepsilon}{\alpha}$	$c/t_f \leq \frac{9\varepsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$
2	Laminada	$c/t_f \leq 11\varepsilon$	$c/t_f \leq \frac{11\varepsilon}{\alpha}$	$c/t_f \leq \frac{11\varepsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$
	Soldada	$c/t_f \leq 10\varepsilon$	$c/t_f \leq \frac{10\varepsilon}{\alpha}$	$c/t_f \leq \frac{10\varepsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$
Distribución de tensiones en piezas (compresión positiva)				
3	Laminada	$c/t_f \leq 15\varepsilon$	$c/t_f \leq 23\varepsilon\sqrt{k_\sigma}$ Para k_σ ver figura 2d y tabla 8 $c/t_f \leq 21\varepsilon\sqrt{k_\sigma}$	
	Soldada	$c/t_f \leq 14\varepsilon$		
$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355
	ε	1	0,92	0,81

Tabla 6 Máximas relaciones anchura espesor en piezas comprimidas

d) Angulares: Referirse también a c) 'Alas exteriores' (Tabla 6)  (No aplicar a angulares en contacto continuo con otros componentes)				
Clase	Sección comprimida			
Distribución de tensiones (compresión positiva)				
3	$\frac{h}{t} \leq 15\varepsilon; \frac{b+h}{2t} \leq 11,5\varepsilon$			

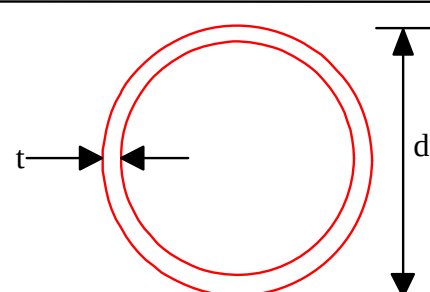
e) Secciones tubulares: 				
Clase	Sección comprimida y/o flectada			
1	$d/t \leq 50\varepsilon^2$			
2	$d/t \leq 70\varepsilon^2$			
3	$d/t \leq 90\varepsilon^2$			
$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355
	ε	1	0,92	0,81
	ε^2	1	0,85	0,66

Tabla 7 Máximas relaciones anchura espesor en piezas comprimidas

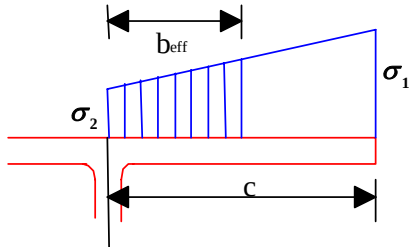
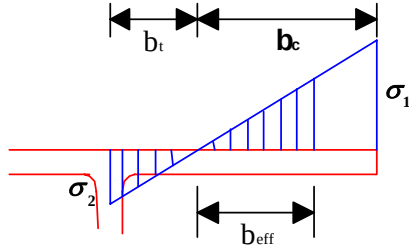
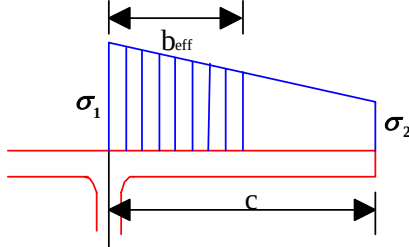
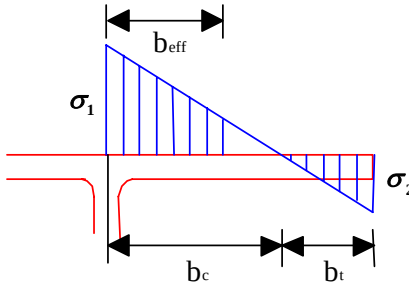
Distribución de tensiones (compresión positiva)		Anchura a eficaz b_{eff}			
		$1 > \psi \geq 0:$ $b_{eff} = \rho c$			
		$\psi < 0:$ $b_{eff} = \rho b_c = \rho c / (1 - \psi)$			
$\psi = \sigma_2 / \sigma_1$	1	0	-1	$1 \geq \psi \geq -1$	
Coeficiente abolladura k_σ	0,43	0,57	0,85	$0,57 - 0,21\psi + 0,07\psi^2$	
		$1 > \psi \geq 0:$ $b_{eff} = \rho c$			
		$\psi < 0:$ $b_{eff} = \rho b_c = \rho c / (1 - \psi)$			
$\psi = \sigma_2 / \sigma_1$	1	$1 > \psi > 0$	0	$0 > \psi > -1$	-1
Coeficiente abolladura k_σ	0,43	$\frac{0,578}{\psi + 0,34}$	1,70	$1,7 - 5\psi + 17,1\psi^2$	23,8

Tabla 8 Anchuras eficaces de elementos externos comprimidos

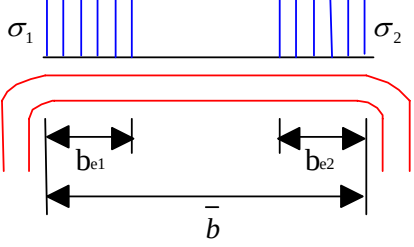
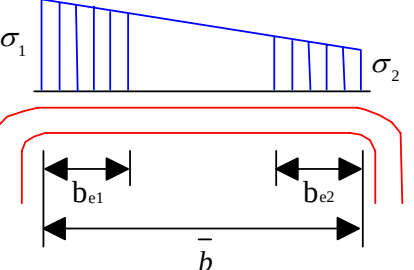
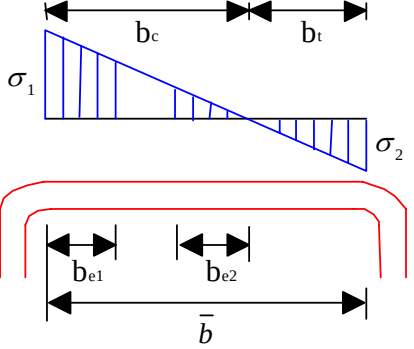
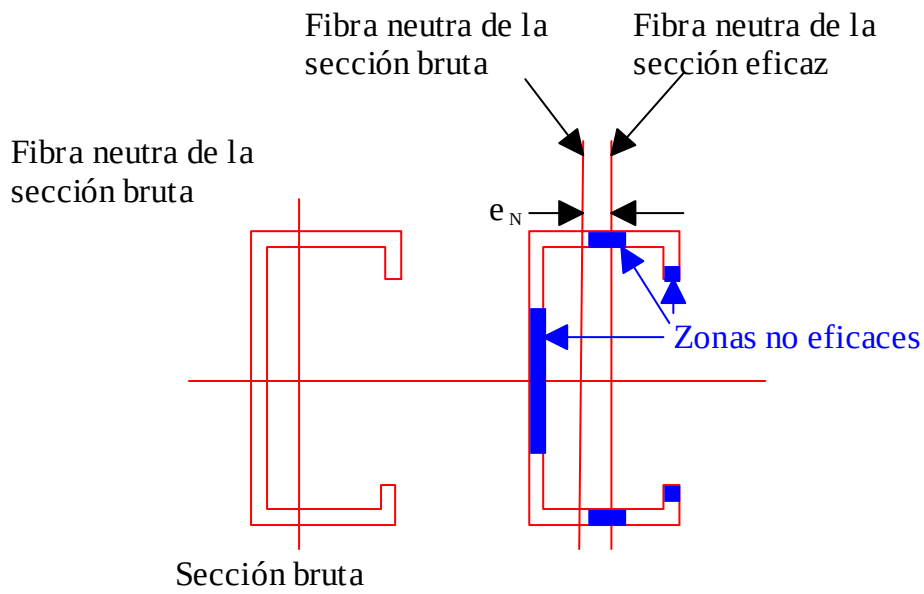
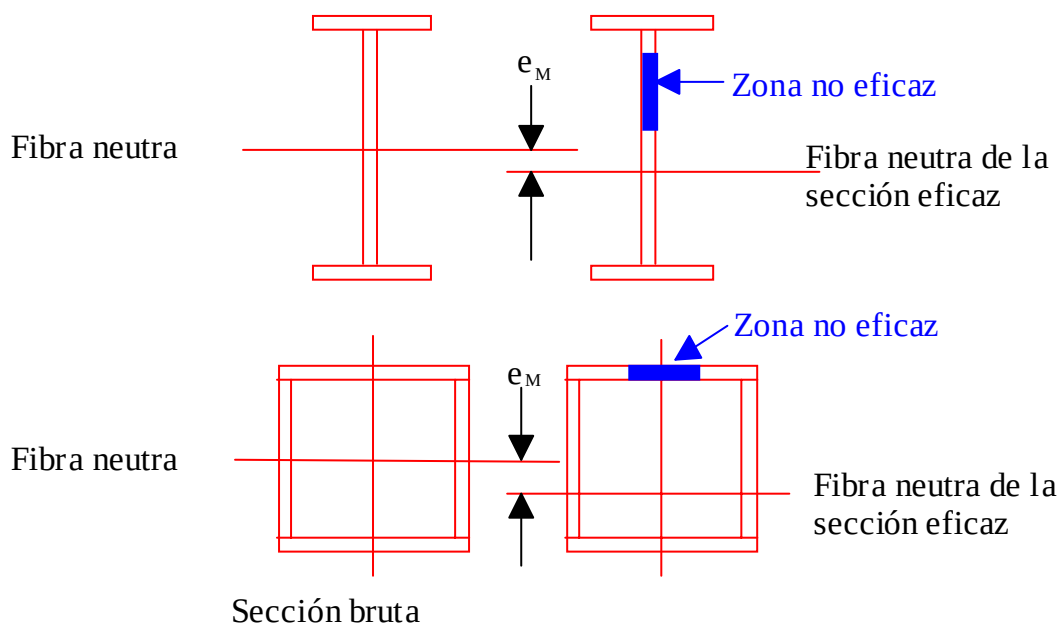
Distribución de tensiones (compresión positiva)				Anchura efectiva b_{eff}		
				$\psi = 1:$ $\bar{b} = b - 3t$ $b_{eff} = \rho \bar{b}$ $b_{e1} = 0,5 b_{eff}$ $b_{e2} = 0,5 b_{eff}$		
				$1 > \psi \geq 0:$ $\bar{b} = b - 3t$ $b_{eff} = \rho \bar{b}$ $b_{e1} = \frac{2b_{eff}}{5 - \psi}$ $b_{e2} = b_{eff} - b_{e1}$		
				$\psi < 0:$ $\bar{b} = b - 3t$ $b_{eff} = \rho b_c = \rho \bar{b} / (1 - \psi)$ $b_{e1} = 0,4 b_{eff}$ $b_{e2} = 0,6 b_{eff}$		
$\psi = \sigma_2 / \sigma_1$	1	$1 > \psi > 0$	0	$0 > \psi > -1$	-1	$-1 > \psi > -2$
Coeficiente abolladura k_σ	4,0	$\frac{8,2}{1,05 + \psi}$	7,81	$7,81 - 6,92\psi + 9,78\psi^2$	23,9	$5,98(1 - \psi)^2$
Alternativamente, para $-1 \geq \psi \geq -2$: $k_\sigma = \frac{16}{[(1 + \psi)^2 + 0,112(1 - \psi)^2]^{0,5} + (1 + \psi)}$						
Denominados rhs. Para otras secciones $\bar{b} = d$ para almas $\bar{b} = b$ para alas internas (excepto rhs)						

Tabla 9 Anchuras efectivas en elementos comprimidos



(a) Secciones de la Clase 4. Esfuerzo axial

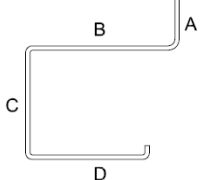


(b) Secciones de la Clase 4. Momento flector

Figura 4 Secciones eficaces para Clase 4 en compresión y flexión

5.7. PLANTEAMIENTO SEGÚN EL CTE-DB-SE-A

El código técnico presenta como novedad unos límites de esbeltez a tener en cuenta en los elementos planos en secciones de perfiles conformados en frío o de chapa plegada:

Elemento con un borde libre (A)	$c/t \leq 30$	
Elemento con un borde rigidizado por un labio (D)	$b/t \leq 60$	
Elemento con un borde rigidizado por un pliegue (B)	$b/t \leq 90$	
Elemento interior (C) de perfiles conformados	$b/t \leq 250$	
Elemento interior (C) de chapas plegadas	$b/t \leq 500$	
c	anchura de los elementos con un borde libre.	
b	anchura de los elementos apoyados en dos bordes.	
t	espesor de los elementos.	
Las dimensiones b y c no incluyen el acuerdo entre elementos.		

En cuanto al cálculo del coeficiente de reducción ρ se hace exactamente el mismo planteamiento que en el apartado siguiente se menciona para la EAE (dos expresiones distinguiendo elementos internos de elementos externos).

Se matiza que a la hora de obtener una sección eficaz, si la resistencia última de la pieza se alcanza para una tensión de compresión $\sigma_b < f_y$, por ejemplo por pandeo o pandeo lateral, la determinación del ancho eficaz se podrá llevar a cabo utilizando el valor de la tensión de compresión $\sqrt{f_y \cdot \sigma_b}$ en lugar del límite elástico.

5.8. PLANTEAMIENTO SEGÚN LA INSTRUCCIÓN EAE

En lo relativo a la clasificación de secciones la Instrucción EAE sigue fielmente los planteamientos del Eurocódigo 3. Los procedimientos expuestos en este capítulo están tomados de la versión experimental ENV del EC3 que prácticamente se ha mantenido en el documento final EN 1993 del EC3, con la particularidad de que si bien las tablas básicas de clasificación (Tablas 4, 5, 6 y 7 de este capítulo) se localizan en la parte 1-1 del EC3 las tablas para determinar la sección eficaz (tablas 8 y 9 de este capítulo) se encuentran en la parte 1-5 del EC3 dedicado a los elementos placa.

Los cambios producidos entre la ENV y la definitiva EN (a la que sigue la EAE) son:

*Las tablas 4 y 5 de este capítulo se han agrupado en una única, pero los valores límite no difieren de los expuestos.

*Para clasificar elementos exteriores (alas) en la nueva versión no se distingue si se trata de una pieza laminada o soldada, dándose un único valor límite que finalmente se ha asociado al de la sección soldada.

*Para determinar las secciones eficaces en secciones de Clase 4 el EC3 nos remite a su parte 1-5 dedicado a elementos estructurales tipo placa.

*En el caso de secciones tubulares circulares en las que el cociente d/t supere el límite para poder ser consideradas como de Clase 3 se debe consultar la parte 1-6 del EC3.

*Por último el único cambio que tiene cierta trascendencia. Éste afecta al coeficiente de reducción ρ (las tablas 8 y 9 se mantienen) que depende de la esbeltez normalizada de la placa $\bar{\lambda}_p$ (la cual a su vez depende de la distribución de tensiones y los vínculos del elemento a través del coeficiente de abolladura k_σ). La nueva versión que es menos conservadora distingue entre dos situaciones para obtener el mencionado coeficiente ρ :

$$\rho = \left(\frac{(\bar{\lambda}_p) - 0,055 \cdot (3 + \psi)}{(\bar{\lambda}_p)^2} \right) \leq 1,0 \quad \text{para elementos internos}$$

$$\rho = \left(\frac{(\bar{\lambda}_p) - 0,188}{(\bar{\lambda}_p)^2} \right) \leq 1,0 \quad \text{para elementos externos}$$

*Conviene mencionar que en la EAE se utilizan los términos de sección o ancho reducidos en lugar de los términos sección o ancho eficaces (como se propone en este capítulo y en el propio EC3) dejando los términos sección o ancho eficaces para referirse a los efectos del arrastre por cortante (aplicable a puentes).