

# Los Eurocódigos Estructurales

## Jornada informativa

**Eurocódigo 3 Estructuras de acero**

**8 de Junio de 2022**

**D. Enrique Mirambell**

*Catedrático de Universidad - UPC*

*Presidente UNE CTN140/SC3*



## Contenido

### Evolución de EN 1993

- Principales cambios en EN 1993
- Nuevos contenidos incluidos en el ámbito de aplicación de EN 1993
- Calendario de entregas de los documentos de EN 1993

### Evolución de EN 1993-1-1

- Principales cambios y nuevos contenidos en EN 1993-1-1

# Visión general de la evolución de EN 1993

## Visión específica de las partes de EN 1993

### FASE 1

- **EN 1993-1-1: Eurocode 3 —Design of steel structures —Part 1-1: General rules and rules for buildings**
- **EN 1993-1-8: Eurocode 3 —Design of steel structures —Part 1-8: Design of joints**

### FASE 2

*Part 1-2: General —Structural fire design*

*Part 1-3: General rules —Supplementary rules for cold-formed members and sheeting*

*Part 1-5: Plated structural elements*

*Part 1-6: Strength and stability of shell structures*

*Part 1-7: Plate assemblies with elements under transverse load*

# Visión general de la evolución de EN 1993

## Visión específica de las partes de EN 1993

### FASE 3

*Part 1-4: Stainless steels*

*Part 1-9: Fatigue*

*Part 1-10: Material toughness and through thickness properties*

### FASE 4

*Part 1-11: Design of structures with tension components*

*Part 2: Steel bridges*

*Part 3: Towers, masts and chimneys*

*Part 4.1: Silos*

*Part 4.2: Tanks*

*Part 5: Piling*

*Part 6: Crane supporting structures*

# Evolución de EN 1993

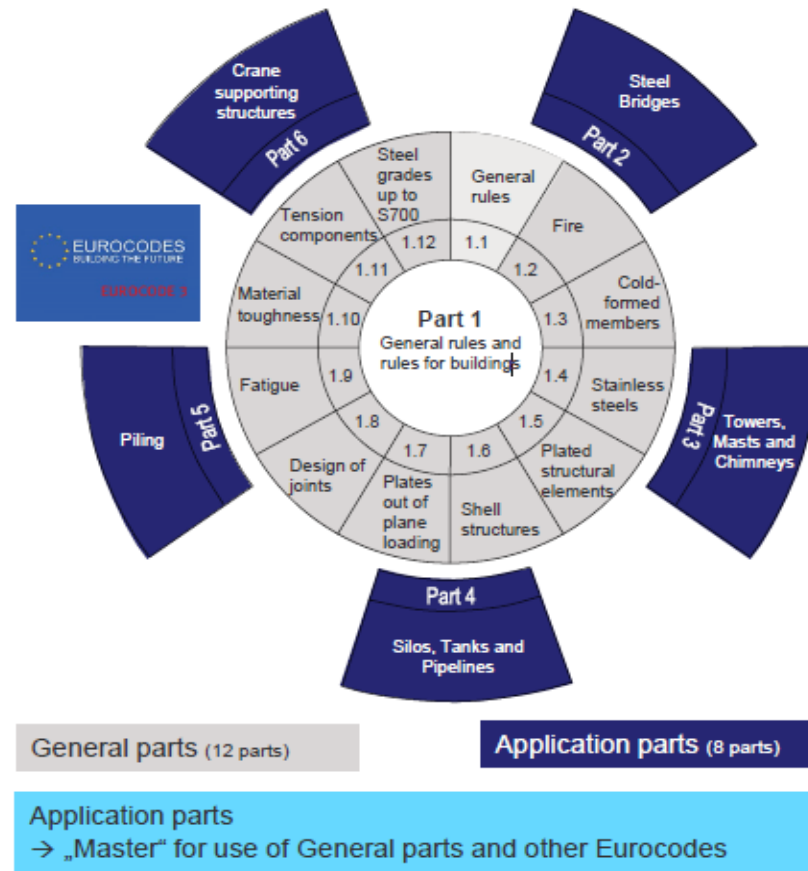
Principales cambios en EN 1993

Nuevos contenidos incluidos en el ámbito de aplicación de EN 1993

Facilidad de uso

# Principales cambios en EN 1993

## Mejorar la estructura de las Partes de Eurocódigo 3



Situación actual

Part of Eurocode 3	Type	Topic	Working Group
EN 1993-1-1	General parts	General rules and rules for buildings	WG1
EN 1993-1-2		Structural fire design	WG2
EN 1993-1-3		Supplementary rules for cold-formed members	WG3
EN 1993-1-4		Stainless steels	WG4
EN 1993-1-5		Plated structural elements	WG5
EN 1993-1-6		Strength and stability of shell structures	WG6
EN 1993-1-7		Plate assemblies with elements under transverse loads	WG7
EN 1993-1-8		Design of joints	WG8
EN 1993-1-9		Fatigue	WG9
EN 1993-1-10		Material toughness and through-thickness properties	WG10
EN 1993-1-11		Design of structures with tension components	WG11
EN 1993-1-12		Additional rules for steel grades up to S960	WG12
EN 1993-1-13	Steel beams with large web openings	WG20	
EN 1993-1-14	Design assisted by finite element analysis	WG22*	
EN 1993-2	Application parts	Steel bridges	WG13
EN 1993-3		Towers, masts and chimneys	WG14
EN 1993-4-1		Silos	WG15
EN 1993-4-2		Tanks	WG16
EN1993-5		Piling	WG18
EN 1993-6		Crane supporting structures	WG19
EN 1993-7		Design of sandwich panels	WG21

\* before AHG FE

Situación de futuro

# Principales cambios en EN 1993

Mejorar la estructura de las Partes de Eurocódigo 3

## Mejor facilidad de uso

Eliminar reglas de poca utilidad práctica en el cálculo

**Retirada de la Parte EN 1993-4-3: Pipelines**

**Fusión de las Partes EN 1993-3-1 y EN 1993-3-2:**

EN 1993-3: Towers, masts and chimneys

**Integración de EN 1993-1-12:**

Reglas adicionales para la extensión de EN 1993 hasta aceros de S700

Reglas de cálculo de la Parte 1-12 integradas en las Partes 1-1, 1-5, 1-8, 1-9 y 1-10

Definición de la nueva norma EN 1993-1-12: Reglas adicionales para aceros de hasta S960

# Nuevos contenidos incluidos en el ámbito de aplicación de EN 1993

Integrar los nuevos hallazgos de la investigación y los avances técnicos

## **Inclusión de los últimos avances:**

Ampliación a nuevos materiales, nuevos productos, nuevos métodos y nuevas exigencias del mercado

## **Nueva Parte EN 1993-1-14: Design assisted by finite element method**

Armonizar los diferentes enfoques en las diferentes Partes de EN 1993 y definir reglas y definiciones básicas comunes

## **Nueva Parte EN 1993-1-13: Steel beams with large web openings**

Desarrollada conjuntamente con SC4 (Composite beams with large web openings)

## **Nueva Parte EN 1993-7: Design of sandwich panels (no dentro del Mandato CEN)**



# Calendario de entregas de documentos de Eurocódigo 3

Deliverable	Phase	2nd Draft	Final Draft	Final Document	Technical Approval	Decision CEN-Enquiry	Cut-off-date ENQ	Start CEN-Enquiry	Cut-off-date FV	Start Formal Vote
1993-1-1	1				2018-10	2019-10	2019-11	2020-09	2021-07	2022-04
TS 1993-1-101	--				2019-03	--	--	--	2021-07	2022-04
TR 1993-1-103	--					--	--	--		
1993-1-8	1				2019-03	2020-03	2020-04	2021-03	2023-01	2023-10
TS 1993-1-801	--					--	--	--		
1993-1-2	2			2020-04-30	2020-11	2021-03	2021-04	2022-03	2023-01	2023-10
1993-1-3	2			2020-04-30	2020-11	2021-03	2021-04	2022-03	2023-01	2023-10
1993-1-5	2			2020-04-30	2020-11	2021-03	2021-04	2022-03	2023-01	2023-10
1993-1-13	--				2020-11	2021-03	2021-04	2022-03	2023-01	2023-10
1993-1-6	2			2020-04-30	2021-11	2022-03	2022-04	2023-03	2024-01	2024-10
1993-1-7	2			2020-04-30	2021-11	2022-03	2022-04	2023-03	2024-01	2024-10
1993-1-14	--			2021-08-30	2021-11	2022-10	2022-11	2023-09	2024-07	2025-04
TR 1993-1-141	--									
1993-1-4	3	2020-04-30	2020-10-30	2021-04-30	2021-10	2022-03	2022-04	2023-03	2024-01	2024-10
1993-1-9	3	2020-04-30	2020-11-30	2021-07-30	2021-11	2022-03	2022-04	2023-03	2024-01	2024-10
TS 1993-1-901	--									
1993-1-10	3	2020-04-30	2020-10-30	2021-06-30	2021-10	2022-03	2022-04	2023-03	2024-01	2024-10
1993-1-11	4	2020-09-30	2021-06-30	2022-02-19	2022-10	2023-03	2023-04	2024-03	2025-01	2025-10
1993-2	4	2020-09-30	2021-06-30	2022-02-19	2022-10	2023-03	2023-04	2024-03	2025-01	2025-10
1993-3	4	2020-09-30	2021-03-30	2021-11-30	2022-10	2023-03	2023-04	2024-03	2025-01	2025-10
1993-4-1	4	2021-03	2021-09	2022-02-19	2022-10	2023-03	2023-04	2024-03	2025-01	2025-10
1993-4-2	4	2021-03	2021-09	2022-02-19	2022-10	2023-03	2023-04	2024-03	2025-01	2025-10
1993-5	4	2020-09-30	2021-03-30	2021-11-30	2022-03	2022-10	2022-10	2023-09	2024-07	2025-04
1993-6	4	2020-09-30	2021-05-30	2022-01-30	2022-10	2023-03	2023-04	2024-03	2025-01	2025-10
1993-7	--									
1993-1-12	--									

# Evolución de EN 1993-1-1: Eurocódigo 3: Design of Steel Structures- Part 1-1: General rules and rules for buildings

(FprEN 1993-1-1 está actualmente en fase de voto formal)

## Principales cambios

- el ámbito de aplicación de EN 1993-1-1 se amplía a aceros hasta S700;
- se consideran secciones huecas elípticas;
- se explicita de forma más clara el alcance de los métodos de análisis estructural y se presenta un diagrama de flujo que ayuda a la elección del método apropiado de análisis;
- se implementa un nuevo método de cálculo para secciones semicompectas (secciones clase 3);
- se consideran de forma más acertada los efectos de la torsión en la resistencia de las secciones transversales;

# Evolución de EN 1993-1-1: Eurocódigo 3: Design of Steel Structures- Part 1-1: General rules and rules for buildings

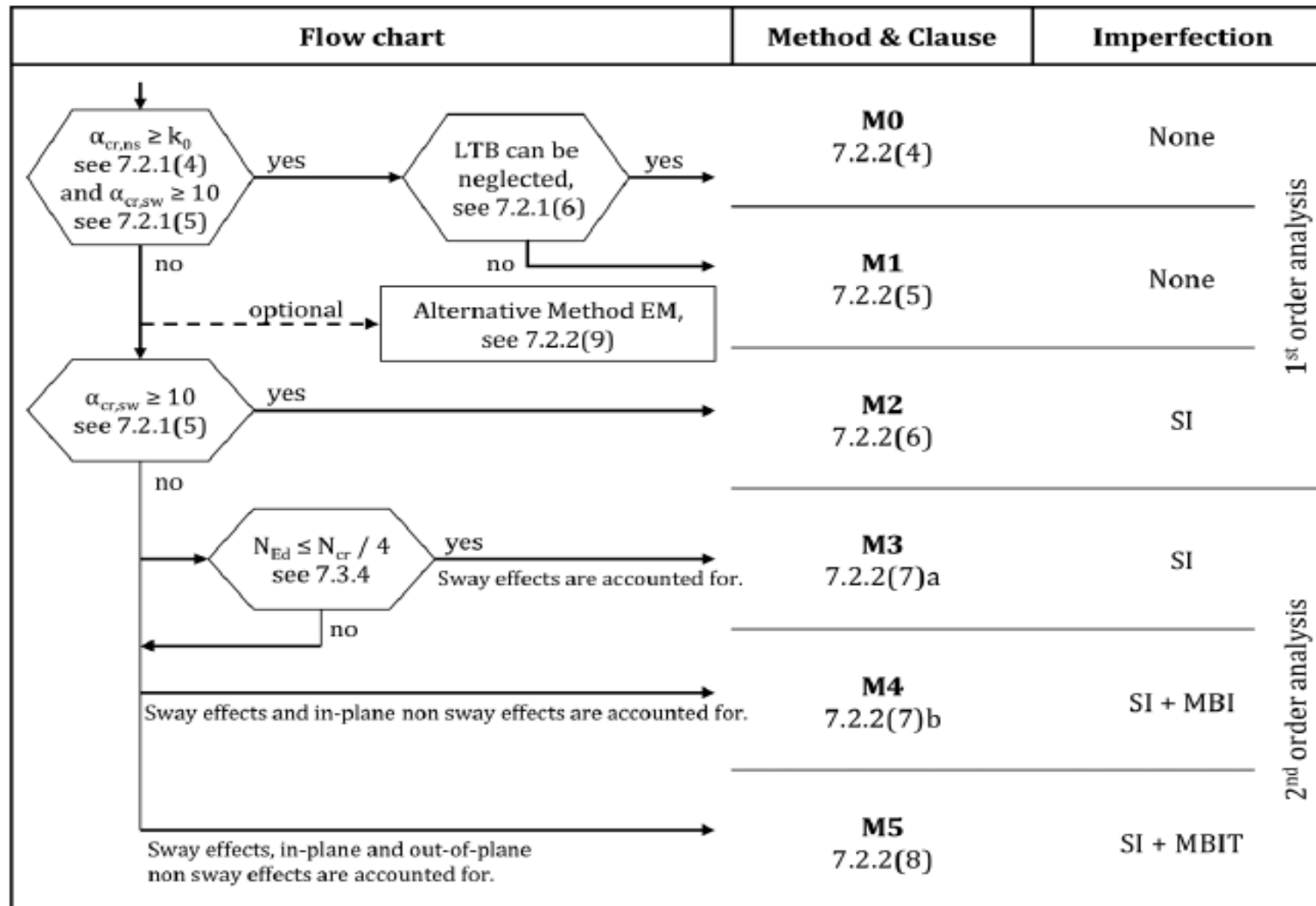
(FprEN 1993-1-1 está actualmente en fase de voto formal)

## Principales cambios

- se ha introducido un nuevo método para la comprobación de vigas frente a pandeo lateral y se revisa el método simplificado existente;
- el cálculo de elementos uniformes con secciones transversales simplemente simétricas se cubre de forma explícita;
- se introduce un enfoque de cálculo simplificado para la fatiga;
- comprobación viga-pilar frente a inestabilidad: se incluye el Método 2 (Anexo B actual) en el cuerpo de EN 1993-1-1;
- se incorpora un anexo informativo (Annex E) (proporciona datos estadísticos de propiedades de materiales y dimensiones, para la calibración de los coeficientes parciales)

# Evolución de EN 1993-1-1

## Nuevo contenido: Diagrama de flujo para los métodos de análisis estructural



1<sup>st</sup> order analysis

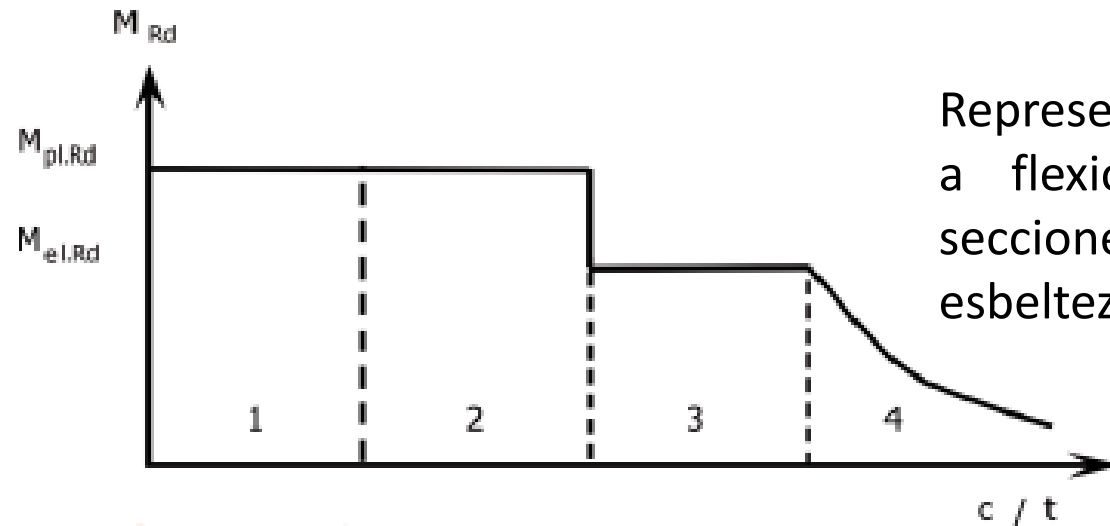
2<sup>nd</sup> order analysis

- LTB pandeo lateral
- EM método de la columna equivalente
- SI imperfecciones laterales globales
- MBI imperfección local del elemento (en el plano)
- MBIT imperfección local del elemento incluyendo efectos de la torsión (en el plano y fuera del plano)

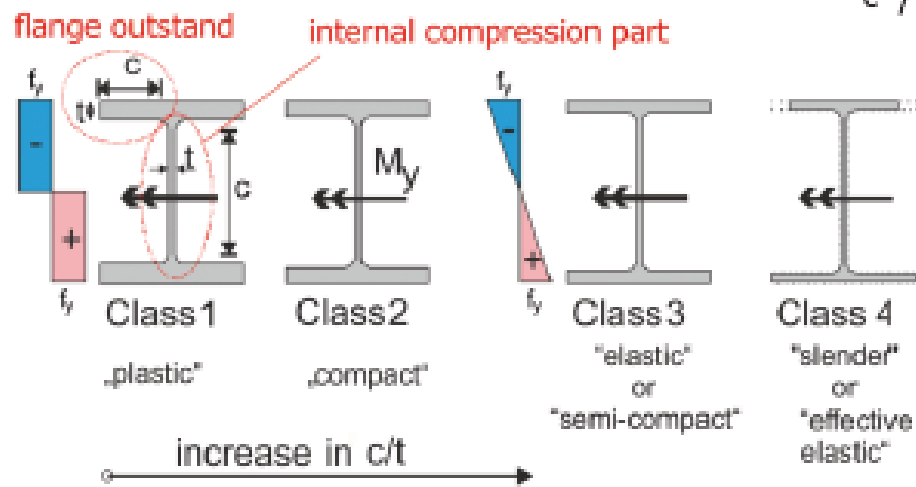


# Evolución de EN 1993-1-1

**Nuevo contenido:** Cálculo de secciones semicompactas (Anexo B, Normativo)



Representación esquemática de la resistencia a flexión de la sección transversal de secciones en doble T, en función de la esbeltez geométrica de la placa  $c/t$



**Discontinuidad en la frontera entre las clases 2 y 3**



## Evolución de EN 1993-1-1

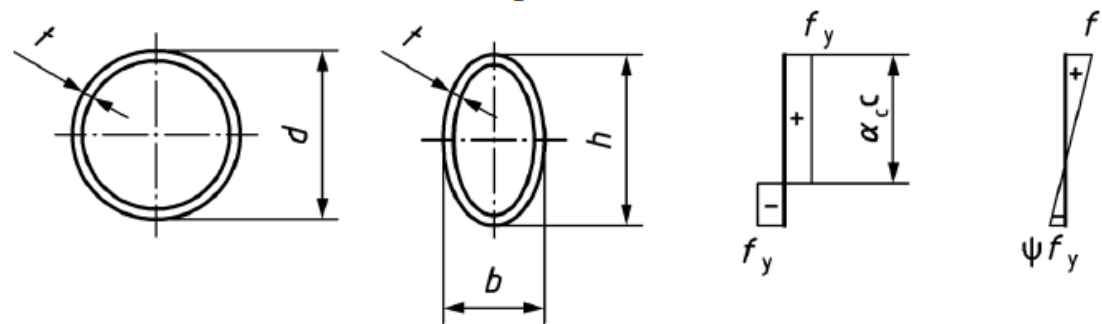
**Nuevo contenido:** Efectos de la torsión en la resistencia de las secciones transversales

$$M_{c,B,Rd} = \sqrt{1 - \frac{B_{Ed}}{B_{Rd}}} M_{pl,Rd} \quad B_{Rd} = \frac{W_{pl,B} f_y}{\gamma_{M0}}$$

$$W_{pl,B} = 0,25 t_f b^2 (h - t_f)$$

**Nuevo contenido:** Secciones transversales huecas elípticas

Circular and elliptical hollow sections



**Nuevo contenido:** Cálculo de secciones transversales simplemente simétricas.

Nuevo Anexo C (Normativo)

## Evolución de EN 1993-1-1

**Nuevo contenido:** Comprobación viga-pilar frente a inestabilidad.

Se incluye el Método 2 (Anexo B actual) en el cuerpo de EN 1993-1-1

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\gamma_{M1}} \leq 1,0$$

se adoptan los coeficientes  $k_{ij}$  del Método 2

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\gamma_{M1}} \leq 1,0$$

El Método 1 (Anexo A actual) se recoge en TS 1993-1-101

Redacción de TR 1993-1-103: Elastic Critical Buckling of Members

## Evolución de EN 1993-1-1

**Nuevo contenido:** Enfoque simplificado de la comprobación ante carga concentrada en elementos de edificios

$$\frac{F_{z,Ed}}{k_w F_{z,Rd}} \leq 1,0 \quad F_{z,Rd} = \frac{l_y t_w f_y}{\gamma_{M0}}$$

$k_w$  depende del estado tensional y de dónde está aplicada al carga

$l_y$  longitud efectiva resistente (EN 1993-1-5)

**Nuevo contenido:** Enfoque simplificado de la comprobación a fatiga

$$\Delta\sigma_d \leq \frac{\Delta\sigma_D}{\gamma_{Mf}}$$

$$\Delta\sigma_D = 26 \text{ N / mm}^2$$

$$N \leq 5 \times 10^6 \left( \frac{\Delta\sigma_D / \gamma_{Mf}}{\Delta\sigma_d} \right)^3$$

$\gamma_{Mf} = 1,35$  no inspección y consecuencias altas del fallo

Las condiciones se refieren a una comprobación para la categoría de detalle 36 más desfavorable según EN 1993-1-9 con límite de fatiga para amplitud constante  $\Delta\sigma_D$  bajo espectro de tensiones constante  $\Delta\sigma_d$



# Evolución de EN 1993-1-1

**Nuevo contenido:** Bases para la calibración de coeficientes parciales para edificios.  
Nuevo Anexo E (Informativo)

El Anexo E no se emplea directamente en las reglas de cálculo

Para la elección de  $\gamma_{M1} = 1,0$

- Deben garantizarse los valores estadísticos de las propiedades del material y de las dimensiones de las Tablas E1 y E2
- Deben utilizarse los valores de propiedades del material de las normas de producto en vez de los valores de la Tabla 5.1

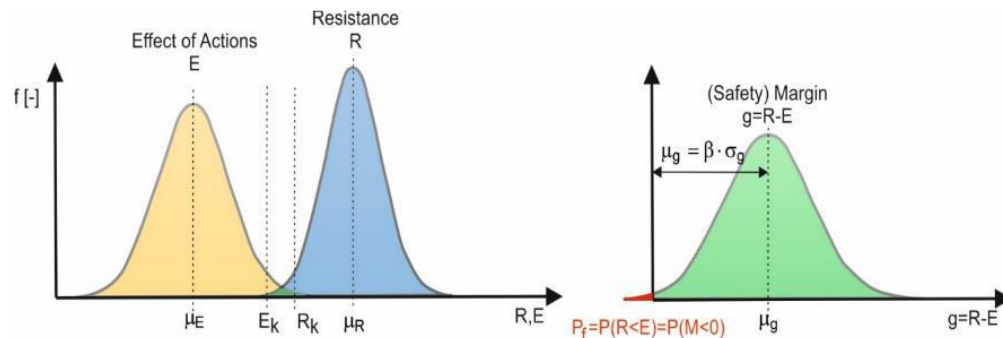


Table E.1 — Assumed variability of material properties

Parameter	Steel grade	Mean value $\bar{X}_m$	Coefficient of variation	Upper reference value $\bar{X}_{5\%}$	Lower reference value $\bar{X}_{0,12\%}$
Yield strength, $f_y$	S235, S275	$1,25 R_{eff,min}^a$	5,5 %	$1,14 R_{eff,min}^a$	$1,06 R_{eff,min}^a$
	S355, S420	$1,20 R_{eff,min}^a$	5,0 %	$1,11 R_{eff,min}^a$	$1,03 R_{eff,min}^a$
	S460	$1,15 R_{eff,min}^a$	4,5 %	$1,07 R_{eff,min}^a$	$1,00 R_{eff,min}^a$
	Above S460	$1,10 R_{eff,min}^a$	3,5 %	$1,04 R_{eff,min}^a$	$1,00 R_{eff,min}^a$
Ultimate tensile strength, $f_u$	S235, S275	$1,20 R_{m,min}^a$	5,0 %	$1,11 R_{m,min}^a$	$1,03 R_{m,min}^a$
	S355, S420	$1,15 R_{m,min}^a$	4,0 %	$1,08 R_{m,min}^a$	$1,02 R_{m,min}^a$
	S460 and above	$1,10 R_{m,min}^a$	3,5 %	$1,04 R_{m,min}^a$	$1,00 R_{m,min}^a$
Modulus of elasticity, $E$	All steel grades	210 000 N/mm <sup>2</sup>	3,0 %	200 000 N/mm <sup>2</sup>	192 000 N/mm <sup>2</sup>

<sup>a</sup>  $R_{eff,min}$  and  $R_{m,min}$  are the minimum yield strength  $R_{eff}$  and the lower bound of the ultimate tensile strength  $R_m$ , according to the applicable product standard, e.g. EN 10025 (all parts).

# Evolución de EN 1993-1-1

## Anexos Nacionales

### 5.2 Structural steel

#### 5.2.1 Material properties

(1) The nominal values of the yield strength  $f_y$  and the ultimate tensile strength  $f_u$  for structural steel should be obtained:

- a) either by adopting the values  $f_y = R_{eH}$  and  $f_u = R_m$  (as lower bound of the given range) directly from the product standard;
- b) or by using the values given in Table 5.1 for steel conforming to EN 10025 (all parts), EN 10210 (all parts) and EN 10219 (all parts), and in Table 5.2 for steel conforming to EN 10149 (all parts), and considering the availability of the material in the thickness range according to the product standard.

NOTE 1 The choice of the approach can be set by the National Annex considering the effects on partial factors and their calibration according to Annex E and EN 1990. In case of option b), the partial factor  $\gamma_{M1}$  needs to be increased.

NOTE 2 Rules for the use of the steels according to Table 5.1 and Table 5.2 can be set by the National Annex.

**Table 5.1 — Nominal values of yield strength  $f_y$  and ultimate tensile strength  $f_u$  for structural steels conforming to the following standards: EN 10025 (all parts), EN 10210 (all parts), and EN 10219 (all parts)**

# Evolución de EN 1993-1-1

## Anexos Nacionales



### 8 Ultimate limit states

#### 8.1 Partial factors

(1) The partial factors  $\gamma_{M_i}$  as defined in 4.4.5(1) should be applied to the characteristic values of the following resistances:

- resistance of cross-sections (whatever the class is):  $\gamma_{M0}$
- resistance of members to instability assessed by member checks:  $\gamma_{M1}$
- resistance of cross-sections in tension to fracture:  $\gamma_{M2}$
- resistance of joints: see EN 1993-1-8

NOTE 1B The partial factors  $\gamma_{M_i}$  for buildings are given below unless the National Annex gives different values:

$$\gamma_{M0} = 1,00$$

$$\gamma_{M1} = 1,00 \text{ (where option a) in 5.2.1(1) is adopted)}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

NOTE 2B Annex E provides information on the basis for the calibration of the partial factors  $\gamma_{M_i}$  for buildings.

NOTE 3 For structures other than buildings, values of partial factors  $\gamma_{M_i}$  are given in other parts of EN 1993 as relevant. For structures not covered by EN 1993-2 to EN 1993-7, the values of partial factors  $\gamma_{M_i}$  are given in EN 1993-2 unless the National Annex gives different values.

**Muchas gracias por su atención**

# **Los Eurocódigos Estructurales**

## **Jornada informativa**

**Eurocódigo 3 Estructuras de acero**

**8 de Junio de 2022**

**D. Enrique Mirambell**

*Catedrático de Universidad - UPC*

*Presidente UNE CTN140/SC3*

