

CÁLCULO ESTRUCTURAL: PROPUESTA DE ANEXOS NACIONALES AL EUROCÓDIGO 5

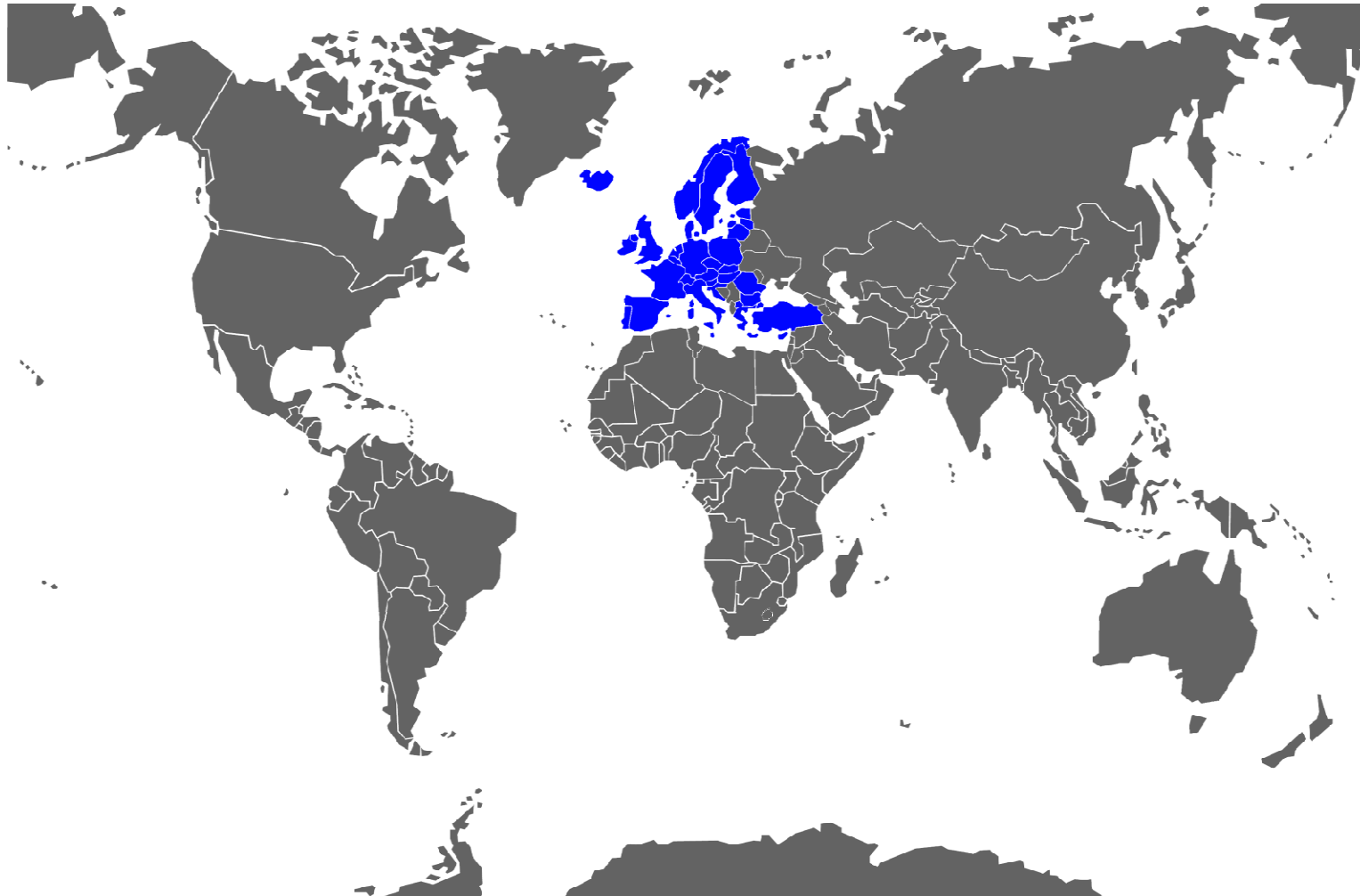
1. INTRODUCCIÓN

¿Qué son los
Eurocódigos?

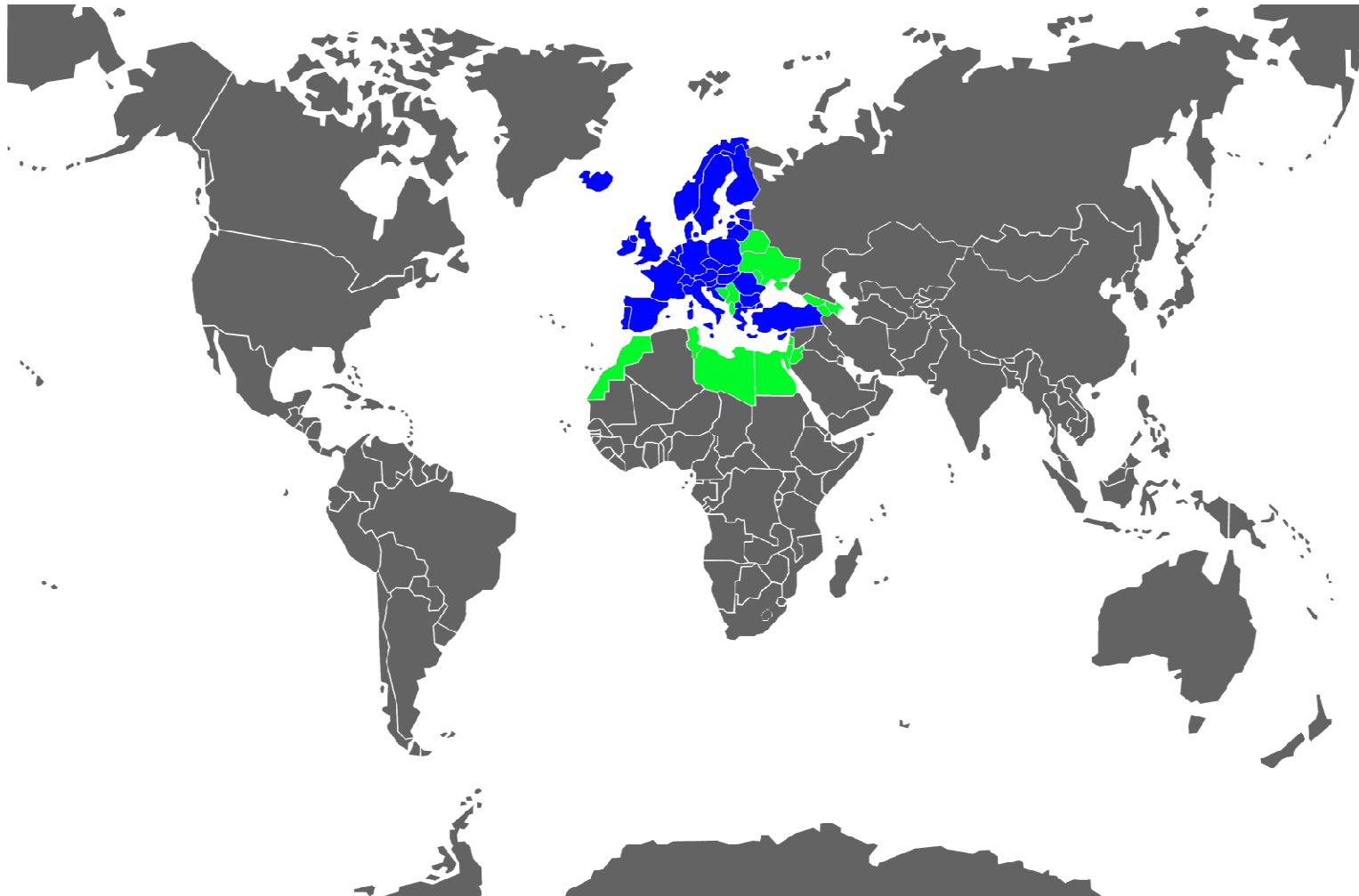
Conjunto de normas europeas que tienen por objetivo la eliminación de las barreras técnicas al comercio y la armonización de las especificaciones técnicas en las materias de diseño, cálculo y dimensionado de estructuras.



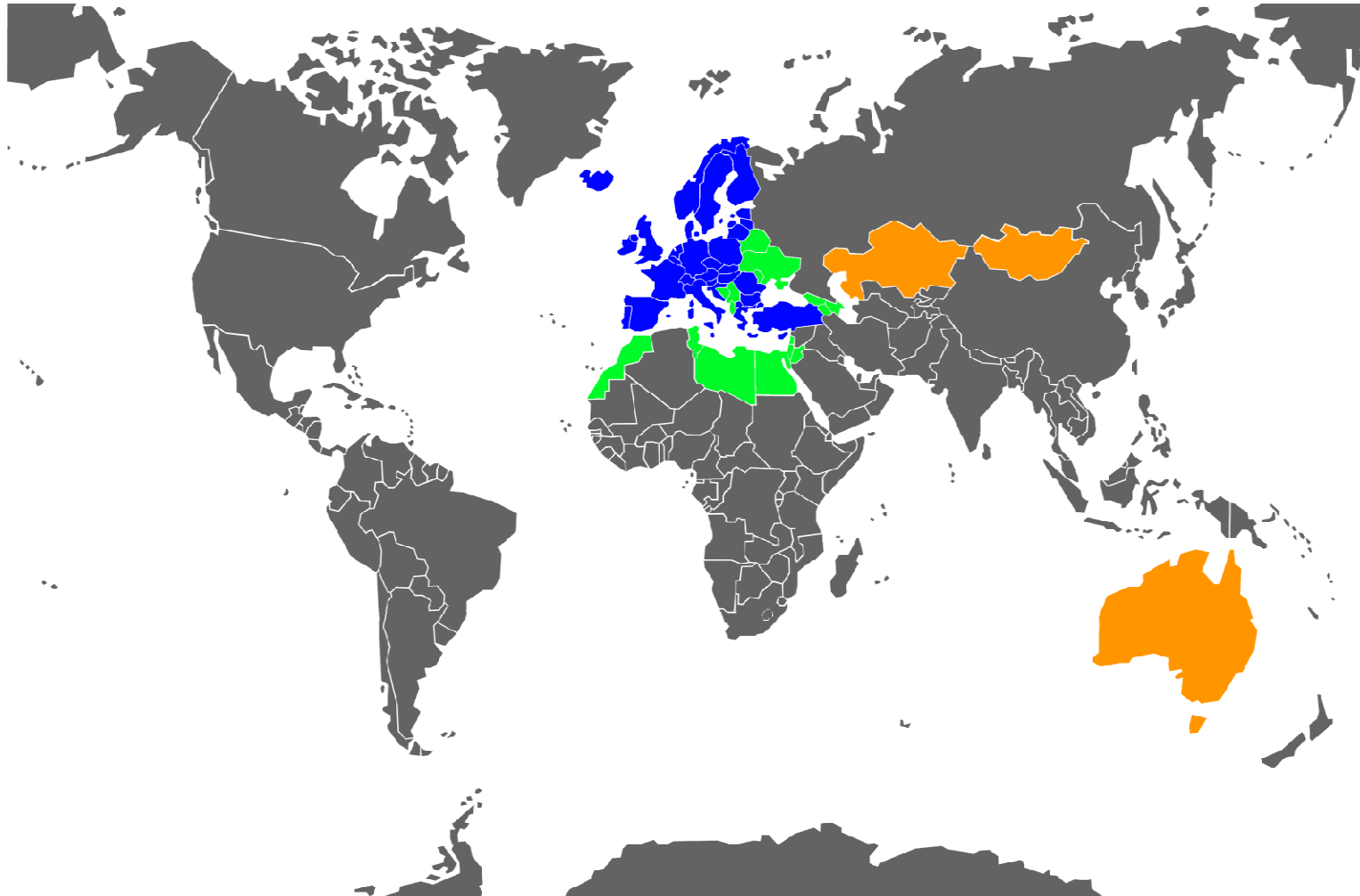
Elaborados por el Comité Europeo de Normalización (**CEN**)



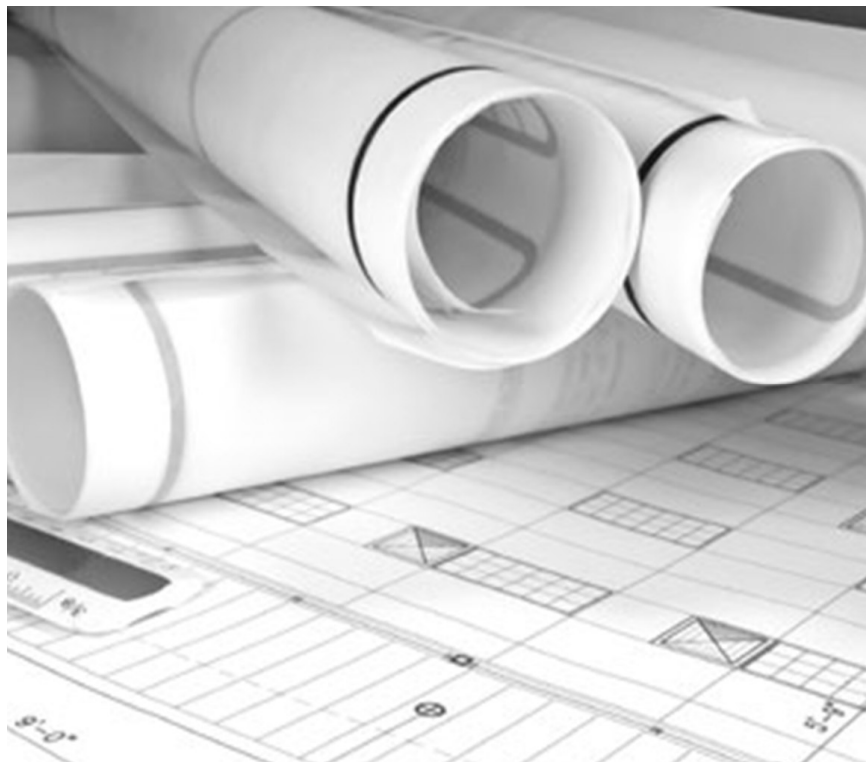
Elaborados por el Comité Europeo de Normalización (**CEN**)



Elaborados por el Comité Europeo de Normalización (CEN)



Lista de Eurocódigos



Eurocódigo 0 (EN 1990)

Bases de cálculo de estructuras

Eurocódigo 1 (EN 1991)

Eurocódigo 2 (EN 1992)

Eurocódigo 3 (EN 1993)

Eurocódigo 4 (EN 1994)

Eurocódigo 5 (EN 1995)

Eurocódigo 6 (EN 1996)

Eurocódigo 7 (EN 1997)

Eurocódigo 8 (EN 1998)

Eurocódigo 9 (EN 1999)

Lista de Eurocódigos



Eurocódigo 0 (EN 1990)

Eurocódigo 1 (EN 1991)

Acciones en estructuras

Eurocódigo 2 (EN 1992)

Eurocódigo 3 (EN 1993)

Eurocódigo 4 (EN 1994)

Eurocódigo 5 (EN 1995)

Eurocódigo 6 (EN 1996)

Eurocódigo 7 (EN 1997)

Eurocódigo 8 (EN 1998)

Eurocódigo 9 (EN 1999)

Lista de Eurocódigos



Eurocódigo 0 (EN 1990)

Eurocódigo 1 (EN 1991)

Eurocódigo 2 (EN 1992)

Proyecto de estructuras de hormigón

Eurocódigo 3 (EN 1993)

Eurocódigo 4 (EN 1994)

Eurocódigo 5 (EN 1995)

Eurocódigo 6 (EN 1996)

Eurocódigo 7 (EN 1997)

Eurocódigo 8 (EN 1998)

Eurocódigo 9 (EN 1999)

Lista de Eurocódigos



Eurocódigo 0 (EN 1990)

Eurocódigo 1 (EN 1991)

Eurocódigo 2 (EN 1992)

Eurocódigo 3 (EN 1993)

Proyecto de estructuras de acero

Eurocódigo 4 (EN 1994)

Eurocódigo 5 (EN 1995)

Eurocódigo 6 (EN 1996)

Eurocódigo 7 (EN 1997)

Eurocódigo 8 (EN 1998)

Eurocódigo 9 (EN 1999)

Lista de Eurocódigos



Eurocódigo 0 (EN 1990)

Eurocódigo 1 (EN 1991)

Eurocódigo 2 (EN 1992)

Eurocódigo 3 (EN 1993)

Eurocódigo 4 (EN 1994)

Proyecto de estructuras mixtas

Eurocódigo 5 (EN 1995)

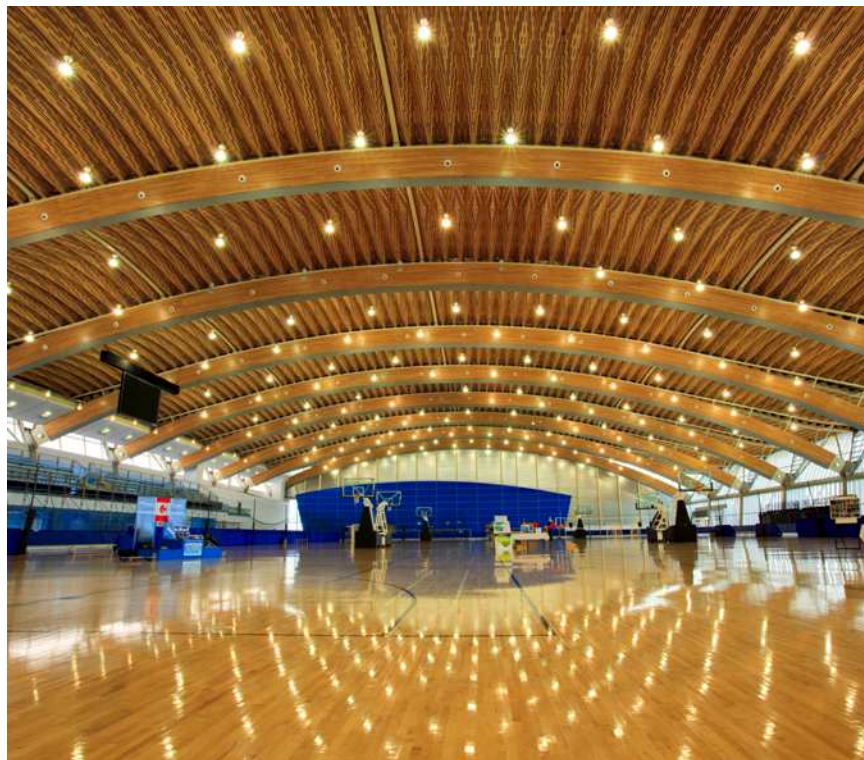
Eurocódigo 6 (EN 1996)

Eurocódigo 7 (EN 1997)

Eurocódigo 8 (EN 1998)

Eurocódigo 9 (EN 1999)

Lista de Eurocódigos



Eurocódigo 0 (EN 1990)

Eurocódigo 1 (EN 1991)

Eurocódigo 2 (EN 1992)

Eurocódigo 3 (EN 1993)

Eurocódigo 4 (EN 1994)

Eurocódigo 5 (EN 1995)

Proyecto de estructuras de madera

Eurocódigo 6 (EN 1996)

Eurocódigo 7 (EN 1997)

Eurocódigo 8 (EN 1998)

Eurocódigo 9 (EN 1999)

Lista de Eurocódigos



Eurocódigo 0 (EN 1990)

Eurocódigo 1 (EN 1991)

Eurocódigo 2 (EN 1992)

Eurocódigo 3 (EN 1993)

Eurocódigo 4 (EN 1994)

Eurocódigo 5 (EN 1995)

Eurocódigo 6 (EN 1996)

Proyecto de estructuras de fábrica

Eurocódigo 7 (EN 1997)

Eurocódigo 8 (EN 1998)

Eurocódigo 9 (EN 1999)

Lista de Eurocódigos



Eurocódigo 0 (EN 1990)

Eurocódigo 1 (EN 1991)

Eurocódigo 2 (EN 1992)

Eurocódigo 3 (EN 1993)

Eurocódigo 4 (EN 1994)

Eurocódigo 5 (EN 1995)

Eurocódigo 6 (EN 1996)

Eurocódigo 7 (EN 1997)

Proyecto geotécnico

Eurocódigo 8 (EN 1998)

Eurocódigo 9 (EN 1999)

Lista de Eurocódigos



Eurocódigo 0 (EN 1990)

Eurocódigo 1 (EN 1991)

Eurocódigo 2 (EN 1992)

Eurocódigo 3 (EN 1993)

Eurocódigo 4 (EN 1994)

Eurocódigo 5 (EN 1995)

Eurocódigo 6 (EN 1996)

Eurocódigo 7 (EN 1997)

Eurocódigo 8 (EN 1998)

Proyecto de estructuras sismorresistentes

Eurocódigo 9 (EN 1999)

Lista de Eurocódigos



Eurocódigo 0 (EN 1990)

Eurocódigo 1 (EN 1991)

Eurocódigo 2 (EN 1992)

Eurocódigo 3 (EN 1993)

Eurocódigo 4 (EN 1994)

Eurocódigo 5 (EN 1995)

Eurocódigo 6 (EN 1996)

Eurocódigo 7 (EN 1997)

Eurocódigo 8 (EN 1998)

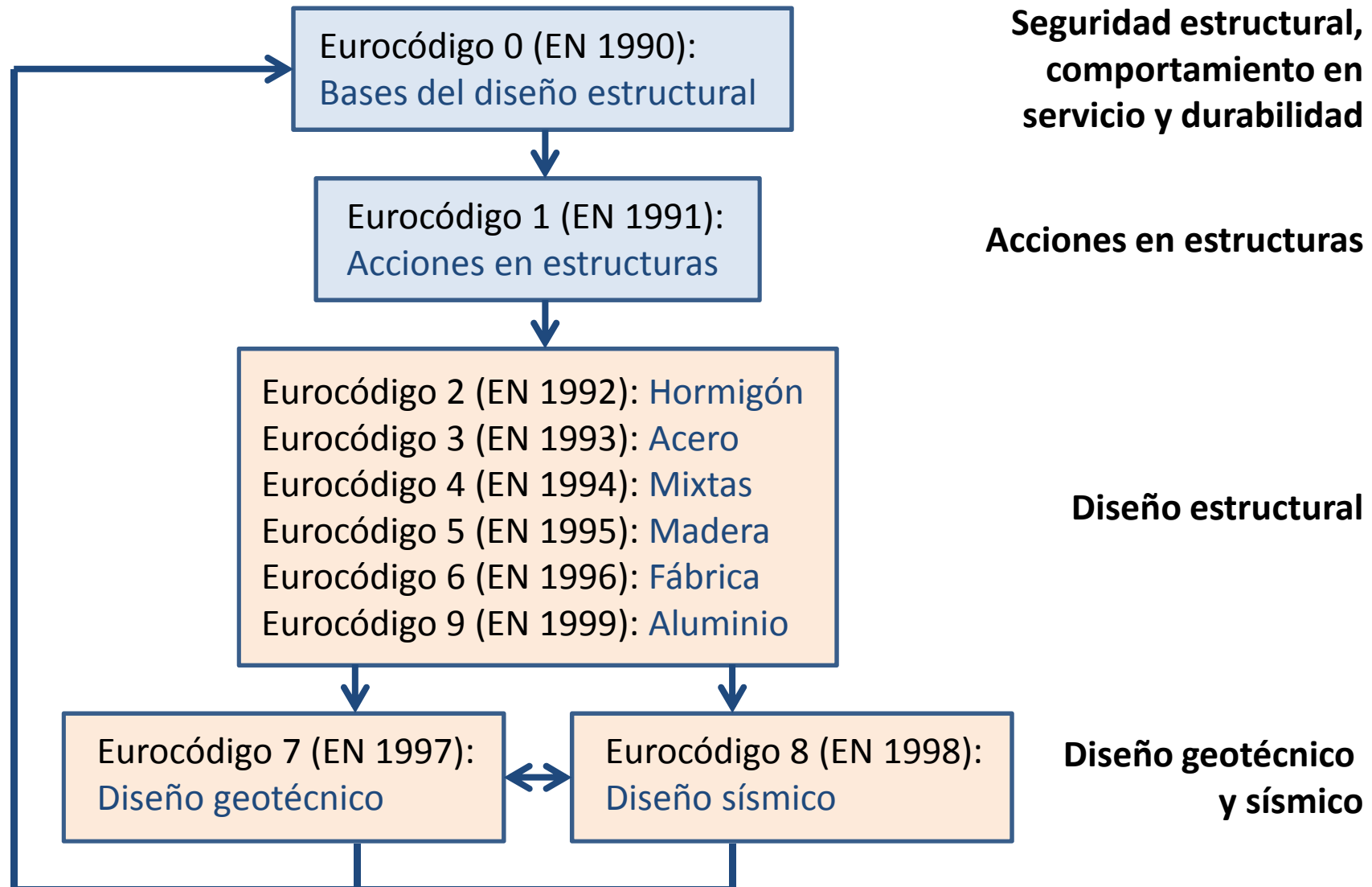
Eurocódigo 9 (EN 1999)

Proyecto de estructuras de aluminio

Proceso del diseño de una estructura

- Concepción de la estructura
- Elección de los materiales
- Planeamiento del sistema constructivo
- Establecimiento de las acciones
- Introducción de la seguridad
- Cálculo de las solicitaciones
- Dimensionado de los elementos
- Desarrollo de los detalles constructivos
- Elaboración de planos y memorias

Eurocódigos



¿Qué son los Anexos Nacionales?

Documentos técnicos, de aplicación nacional, que tienen por **objetivos** presentar los **parámetros de determinación nacional (NDP)** y, opcionalmente, **información complementaria no contradictoria (NCCI)**.

¿Qué son los Anexos Nacionales?

Documentos técnicos, de aplicación nacional, que tienen por **objetivos** presentar los **parámetros de determinación nacional (NDP)** y, opcionalmente, **información complementaria no contradictoria (NCCI)**.

Parámetros que quedan abiertos en los Eurocódigos para la elección de una opción nacional, bien porque se omitan en el Eurocódigo o bien porque dependan de forma directa del país.

¿Qué son los Anexos Nacionales?

Documentos técnicos, de aplicación nacional, que tienen por **objetivos** presentar los **parámetros de determinación nacional (NDP)** y, opcionalmente, **información complementaria no contradictoria (NCCI)**.

Parámetros que quedan abiertos en los Eurocódigos para la elección de una opción nacional, bien porque se omitan en el Eurocódigo o bien porque dependan de forma directa del país.

Ayuda al usuario a aplicar el Eurocódigo y los Anexos Nacionales.

2. PARÁMETROS DE DETERMINACIÓN NACIONAL

**Eurocódigo 5
(EN 1995):
Proyecto de
estructuras de
madera**

Parte 1-1: Reglas generales y
reglas para edificación

Parte 1-2: Proyecto de
estructuras sometidas a fuego

Parte 2: Puentes

EN 1995 – Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificación

2.3.1.2(2)P: Asignación de las cargas a las clases de duración de la carga

2.3.1.3(1)P: Asignación de estructuras a las clases de servicio

2.4.1.(1)P: Coeficientes parciales de las propiedades del material

6.4.3(8): Vigas a dos aguas, vigas curvas y curvas a dos aguas

7.2.(2): Valores límite para las deformaciones

7.3.3(2): Valores límite para las vibraciones

8.3.1.2(4): Uniones clavadas entre madera y madera – Reglas para clavos en la testa

8.3.1.2(7): Uniones clavadas entre madera y madera – Especies sensibles a la hienda

9.2.4.1(7): Método de cálculo para los diafragmas de muros

9.2.5.3(1): Factores de modificación de arriostramiento para vigas o sistemas de celosía

10.9.2(3): Montaje de cerchas con uniones mediante placas metálicas dentadas –
Máxima combadura

10.9.2(4): Montaje de cerchas con uniones mediante placas metálicas dentadas –
Máxima desviación

EN 1995 – Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificación

2.3.1.2(2)P: Asignación de las cargas a las clases de duración de la carga

2.3.1.3(1)P: Asignación de estructuras a las clases de servicio

2.4.1.(1)P: Coeficientes parciales de las propiedades del material

6.4.3(8): Vigas a dos aguas, vigas curvas y curvas a dos aguas

7.2.(2): Valores límite para las deformaciones

7.3.3(2): Valores límite para las vibraciones

8.3.1.2(4): Uniones clavadas entre madera y madera – Reglas para clavos en la testa

8.3.1.2(7): Uniones clavadas entre madera y madera – Especies sensibles a la hienda

9.2.4.1(7): Método de cálculo para los diafragmas de muros

9.2.5.3(1): Factores de modificación de arriostramiento para vigas o sistemas de celosía

10.9.2(3): Montaje de cerchas con uniones mediante placas metálicas dentadas –
Máxima combadura

10.9.2(4): Montaje de cerchas con uniones mediante placas metálicas dentadas –
Máxima desviación

EN 1995 – Parte 1-2: Proyecto de estructuras sometidas a fuego

2.1.3(2): Temperatura máxima alcanzada para la función de separación en exposición al fuego paramétrico

2.3(1)P: Coeficiente parcial de las propiedades del material

2.3(2)P: Coeficiente parcial de las propiedades del material

2.4.2(3): Coeficiente de reducción para las combinaciones de acciones

4.2.1(1): Método para determinar las propiedades de la sección transversal

Asignación de las cargas a las clases de duración de la carga

Clase de duración de la carga	Ejemplos de carga
Permanente	Peso propio, cargas permanentes (materiales de cubierta, cerramientos, terminaciones, revestimientos, tabiquería, pavimentos, instalaciones fijas), almacenamiento (categoría E).
Larga	Apuntalamientos de construcciones o terrenos, cargas en estructuras provisionales no itinerantes.
Media	Sobrecarga de uso en zonas de actividades domésticas y residenciales (categoría A), de oficinas (categoría B), de pública concurrencia (categoría C), comerciales (categoría D), de tráfico y estacionamiento de vehículos ligeros y medios (categorías F y G) y cubiertas accesibles con ocupación de a las categorías A a D (categoría I), encofrados.
Corta	Viento. Sobrecarga de uso en cubiertas no accesibles excepto para su mantenimiento normal y reparación (categoría H), zonas de escaleras, descansillos y rampas en categorías A y B.
Instantánea	Cargas accidentales tales como de impacto o explosión.

Asignación de las cargas a las clases de duración de la carga

Clase de duración de la carga	Ejemplos de carga
Permanente	Peso propio, cargas permanentes (materiales de cubierta, cerramientos, terminaciones, revestimientos, tabiquería, pavimentos, instalaciones fijas), almacenamiento (categoría E).
Larga	Apuntalamientos de construcciones o terrenos, cargas en estructuras provisionales no itinerantes.
Media	Sobrecarga de uso en zonas de actividades domésticas y residenciales (categoría A), de oficinas (categoría B), de pública concurrencia (categoría C), comerciales (categoría D), de tráfico y estacionamiento de vehículos ligeros y medios (categorías F y G) y cubiertas accesibles con ocupación de a las categorías A a D (categoría I), encofrados.
Corta	Viento. Sobrecarga de uso en cubiertas no accesibles excepto para su mantenimiento normal y reparación (categoría H), zonas de escaleras, descansillos y rampas en categorías A y B.
Instantánea	Cargas accidentales tales como de impacto o explosión.

Asignación de estructuras a las clases de servicio

Clase de servicio:

El Eurocódigo 5 define tres clases de servicio de manera de **modificar** los valores de **resistencia** y el cálculo de **deformaciones** bajo **condiciones ambientales** determinadas.



Asignación de estructuras a las clases de servicio

Clase de servicio	Tipo de construcción
2	Estructura de una cubierta cuyo espacio bajo techo solo es accesible para mantenimiento y no tiene calefacción. Por ejemplo: almacenes y buhardillas.
1	Estructura de una cubierta cuyo espacio bajo techo es habitable, está aislado térmicamente y suele contar con calefacción.
2	Estructura de piscinas climatizadas.
1	Forjados o entrepisos intermedios entre espacios habitables.
2	Forjados o entrepisos de planta baja sobre local o espacio sin calefacción. Por ejemplo: garajes sin calefacción y cámaras sanitarias bajo forjado de planta.

Asignación de estructuras a las clases de servicio

Clase de servicio	Tipo de construcción
1	Muros entramados interiores (situados dentro de la construcción).
1	Muros entramados de cerramiento de la construcción con revestimiento con la estructura en el interior del espacio aislado térmicamente.
2	Muros entramados de cerramiento de la construcción con revestimiento con la estructura al exterior del espacio aislado térmicamente.
2	Uso al exterior cuando la pieza está protegida de la caída directa del agua. Por ejemplo: cobertizos sin paredes.
3	Uso al exterior totalmente expuesto. Por ejemplo: pérgolas sin cubierta, puentes y andamios con la estructura expuesta directamente al agua de la lluvia).
3	Uso como encofrado de elementos de hormigón en masa, armado y pretensado.

Coeficientes parciales de las propiedades del material

	Control de calidad del material	Control de calidad de la ejecución	Valor del coeficiente de seguridad
Combinaciones fundamentales	Normal	Normal	1,60
		Intenso	1,45
	Intenso	Normal	1,45
		Intenso	1,30
Combinaciones accidentales	Normal	-	1,10
	Intenso	-	1,00

Coeficientes parciales de las propiedades del material

	Control de calidad del material	Control de calidad de la ejecución	Valor del coeficiente de seguridad
Combinaciones fundamentales	Normal	Normal	1,60
		Intenso	1,45
	Intenso	Normal	1,45
		Intenso	1,30
Combinaciones accidentales	Normal	-	1,10
	Intenso	-	1,00

Control de calidad del material: **certificación**

Control de calidad de la ejecución: **criterio del proyectista** (importancia de la obra, complejidad estructural)

Valores límite para las deformaciones

Criterio		Limitación	
Integridad de elementos constructivos	Elementos frágiles	$w_{act} \leq l/500$	
	Elementos ordinarios	$w_{act} \leq l/400$	
	Resto de los casos	Con cielo raso o falso techo de yeso o escayola	$w_{act} \leq l/300$
		Sin cielo raso o falso techo de yeso o escayola	$w_{act} \leq l/200$
Confort de los usuarios	Entrepiso y vigas de pisos	$w_{inst} \leq l/350$	
Apariencia de la obra		$w_{net,fin} \leq l/300$	

3. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA NO CONTRADICTORIA

**Eurocódigo 5
(EN 1995):
Proyecto de
estructuras de
madera**

Parte 1-1: Reglas generales y
reglas para edificación

Parte 1-2: Proyecto de
estructuras sometidas a fuego

Parte 2: Puentes

Normas uruguayas de aplicación



UNIT 33 (1991):

Cargas a utilizar
en el proyecto
de edificios

UNIT 50 (1984):

Acción del
viento sobre las
construcciones

UNIT 50 (1984): Acción del viento sobre las construcciones

Métodos propuestos

- 1) Convertir la **velocidad característica** del viento definida en la **UNIT 50** en la **velocidad básica** del viento definida en la **EN 1991-1-4** de forma de utilizar esta norma para determinar las acciones del viento.
- 2) Utilizar la UNIT 50:1984 para determinar las acciones del viento.

UNIT 50 (1984): Acción del viento sobre las construcciones

Métodos propuestos

- 1) Convertir la **velocidad característica** del viento definida en la **UNIT 50** en la **velocidad básica** del viento definida en la **EN 1991-1-4** de forma de utilizar esta norma para determinar las acciones del viento.
- 2) Utilizar la UNIT 50:1984 para determinar las acciones del viento.

$$v_b = 0,858 \cdot 0,676 \cdot 1,149 \cdot v_k = 0,667 \cdot v_k$$

UNIT 50 (1984): Acción del viento sobre las construcciones

Métodos propuestos

- 1) Convertir la **velocidad característica** del viento definida en la **UNIT 50** en la **velocidad básica** del viento definida en la **EN 1991-1-4** de forma de utilizar esta norma para determinar las acciones del viento.
- 2) Utilizar la UNIT 50:1984 para determinar las acciones del viento.

$$v_b = 0,858 \cdot 0,676 \cdot 1,149 \cdot v_k = 0,667 \cdot v_k$$

Rugosidad
del terreno

UNIT 50 (1984): Acción del viento sobre las construcciones

Métodos propuestos

- 1) Convertir la **velocidad característica** del viento definida en la **UNIT 50** en la **velocidad básica** del viento definida en la **EN 1991-1-4** de forma de utilizar esta norma para determinar las acciones del viento.
- 2) Utilizar la UNIT 50:1984 para determinar las acciones del viento.

$$v_b = 0,858 \cdot 0,676 \cdot 1,149 \cdot v_k = 0,667 \cdot v_k$$

Rugosidad
del terreno

Intervalo
de muestreo

UNIT 50 (1984): Acción del viento sobre las construcciones

Métodos propuestos

- 1) Convertir la **velocidad característica** del viento definida en la **UNIT 50** en la **velocidad básica** del viento definida en la **EN 1991-1-4** de forma de utilizar esta norma para determinar las acciones del viento.
- 2) Utilizar la UNIT 50:1984 para determinar las acciones del viento.

$$v_b = 0,858 \cdot 0,676 \cdot 1,149 \cdot v_k = 0,667 \cdot v_k$$

Rugosidad
del terreno

Intervalo
de muestreo

Rugosidad
del terreno

Otros capítulos de información complementaria no contradictoria

- Acciones y combinaciones de acciones
- Definiciones para el cálculo de flechas de vigas
- Definiciones para el cálculo de desplazamientos horizontales
- Valores límite para las vibraciones



Diferencia entre reacción al fuego y resistencia al fuego



Reacción al fuego: índice de la capacidad del material para favorecer el desarrollo del incendio (fase inicial de desarrollo de un incendio)

Resistencia al fuego: tiempo durante el cual el elemento constructivo es capaz de seguir cumpliendo su función en una situación de incendio (segunda fase del incendio).

Resistencia al fuego de los elementos principales de la estructura

Uso del sector de incendio considerado	Plantas de sótano	Plantas sobre rasante - Altura de evacuación del edificio (h)		
		$h \leq 15 \text{ m}$	$15 \text{ m} < h \leq 28 \text{ m}$	$h > 28 \text{ m}$
Vivienda unifamiliar	R30	R30	-	-
Residencial vivienda, residencial público, docente, administrativo	R120	R60	R90	R120
Comercial, pública concurrencia, hospitalario	R120	R90	R120	R180
Aparcamiento (edificio de uso exclusivo o situado sobre otro uso)		R90		
Aparcamiento (situado bajo un uso distinto)		R120		

4. CONCLUSIONES

Se presenta una propuesta de Anexo Nacional uruguayo al Eurocódigo 5 que contiene los parámetros de determinación nacional e información complementaria no contradictoria.

4. CONCLUSIONES

Se presenta una propuesta de Anexo Nacional uruguayo al Eurocódigo 5 que contiene los parámetros de determinación nacional e información complementaria no contradictoria.

La propuesta no tiene como objetivo establecer una versión final, sino constituir un primer acercamiento que sirva de base para la elaboración de un Anexo Nacional con la participación de todas organizaciones e instituciones que correspondan.

4. CONCLUSIONES

Se presenta una propuesta de Anexo Nacional uruguayo al Eurocódigo 5 que contiene los parámetros de determinación nacional e información complementaria no contradictoria.

La propuesta no tiene como objetivo establecer una versión final, sino constituir un primer acercamiento que sirva de base para la elaboración de un Anexo Nacional con la participación de todas las organizaciones e instituciones que correspondan.

Se considera imprescindible la creación de un comité de evaluación que incluya, no sólo a profesionales de la madera estructural, sino también de otros materiales.

Líneas de investigación a futuro



- **Determinación del aplastamiento de la especie de madera uruguaya para el cálculo de uniones.**
- Determinación de la sensibilidad a la hienda de las especies procedentes de Uruguay.
- Definición de la velocidad de carbonización de las especies uruguayas.
- Determinación de las propiedades físicas y mecánicas de la madera aserrada y de los productos de ingeniería de la madera uruguaya. Presentación de los valores característicos en el marco de una norma UNIT.

Líneas de investigación a futuro



- Determinación del aplastamiento de la especie de madera uruguaya para el cálculo de uniones.
- **Determinación de la sensibilidad a la hienda de las especies procedentes de Uruguay.**
- Definición de la velocidad de carbonización de las especies uruguayas.
- Determinación de las propiedades físicas y mecánicas de la madera aserrada y de los productos de ingeniería de la madera uruguaya. Presentación de los valores característicos en el marco de una norma UNIT.

Líneas de investigación a futuro



- Determinación del aplastamiento de la especie de madera uruguaya para el cálculo de uniones.
- Determinación de la sensibilidad a la hienda de las especies procedentes de Uruguay.
- **Definición de la velocidad de carbonización de las especies uruguayas.**
- Determinación de las propiedades físicas y mecánicas de la madera aserrada y de los productos de ingeniería de la madera uruguaya. Presentación de los valores característicos en el marco de una norma UNIT.

Líneas de investigación a futuro



- Determinación del aplastamiento de la especie de madera uruguaya para el cálculo de uniones.
- Determinación de la sensibilidad a la hiena de las especies procedentes de Uruguay.
- Definición de la velocidad de carbonización de las especies uruguayas.
- **Determinación de las propiedades físicas y mecánicas de la madera aserrada y de los productos de ingeniería de la madera uruguaya. Presentación de los valores característicos en el marco de una norma UNIT.**

CÁLCULO ESTRUCTURAL: PROPUESTA DE ANEXOS NACIONALES AL EUROCÓDIGO 5