

ESTRUCTURAS MIXTAS DE HORMIGÓN Y ACERO

CÓDIGO ESTRUCTURAL

Real Decreto 470/2021, de 29 de junio,
por el que se aprueba el Código Estructural

- Anejo 30 - Reglas generales para edificación
 - Anejo 31 - Reglas generales.
Proyecto de estructuras sometidas al fuego
 - Anejo 32 - Reglas para puentes

ESTRUCTURAS MIXTAS DE HORMIGÓN Y ACERO

Real Decreto 470/2021, de 29 de junio,
por el que se aprueba el Código Estructural

DAPP
Publicaciones
Jurídicas





ESTRUCTURAS MIXTAS DE HORMIGÓN Y ACERO

Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural

- **Anejo 30 - Reglas generales para edificación**
- **Anejo 31 - Reglas generales. Proyecto de estructuras sometidas al fuego**
- **Anejo 32 - Reglas para puentes**

DAPP
Publicaciones
Jurídicas

Todos los derechos han sido reservados. No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, por ningún medio, ya sea informático, electrónico, mecánico, fotocopia, grabación o cualquier otro, así como su préstamo, alquiler o cualquier otra forma de cesión de uso, sin previa autorización por escrito de los titulares de los derechos de propiedad.

Edita: DAPP Publicaciones Jurídicas, S.L.
Avda. Sancho el Fuerte, 33-bajo
31007 Pamplona

Internet: www.dappeditorial.es

E-mail: dapp@dappeditorial.es

I.S.B.N.: 978-84-09-38911-7

ÍNDICE GENERAL

ANEJO 30	25
----------------	----

Proyecto de estructuras mixtas hormigón-acero. Reglas generales para edificación

Contenido

1 GENERALIDADES.	25
1.1 ALCANCE.	
1.1.1 Alcance de los Anejos 30 a 32.	
1.1.2 Alcance del Anejo 30.	
1.2 NORMATIVA DE REFERENCIA.	
1.3 HIPÓTESIS.	
1.5 TÉRMINOS Y DEFINICIONES.	
1.5.1 Generalidades.	
1.5.2 Términos y definiciones de aplicación en este Anejo.	
1.5.2.1 Elemento mixto.	
1.5.2.2 Conexión.	
1.5.2.3 Comportamiento mixto.	
1.5.2.4 Viga mixta.	
1.5.2.5 Pilar mixto.	
1.5.2.6 Losa mixta.	
1.5.2.7 Pórtico mixto.	
1.5.2.8 Unión mixta.	
1.5.2.9 Elemento o estructura apeada.	
1.5.2.10 Elemento o estructura no apeada.	
1.5.2.11 Rigidez a flexión no fisurada.	
1.5.2.12 Rigidez a flexión fisurada.	
1.5.2.13 Pretensado.	
1.6 NOTACIÓN.	
2 BASES DE CÁLCULO.	37
2.1 REQUISITOS.	
2.2 PRINCIPIOS DEL CÁLCULO EN ESTADOS LÍMITE.	
2.3 VARIABLES BÁSICAS.	
2.3.1 Acciones y condiciones ambientales.	
2.3.2 Propiedades del material y producto.	
2.3.3 Clasificación de las acciones.	
2.4 COMPROBACIÓN POR EL MÉTODO DEL COEFICIENTE PARCIAL DE SEGURIDAD.	
2.4.1 Valores de cálculo.	
2.4.1.1 Valores de cálculo de las acciones.	
2.4.1.2 Valores de cálculo de las propiedades del material o del producto.	
2.4.1.3 Valores de cálculo de los parámetros geométricos.	
2.4.1.4 Resistencias de cálculo.	
2.4.2 Combinación de las acciones.	
2.4.3 Comprobación del equilibrio estático (EQU).	
3 MATERIALES.	39
3.1 HORMIGÓN.	
3.2 ACERO DE LA ARMADURA PASIVA.	
3.3 ACERO ESTRUCTURAL.	
3.4 DISPOSITIVOS DE CONEXIÓN.	
3.4.1 Generalidades.	
3.4.2 Pernos conectadores.	
3.5 CHAPAS DE ACERO NERVADAS PARA LOSAS MIXTAS EN EDIFICACIÓN.	
4 DURABILIDAD.	40
4.1 GENERALIDADES.	
4.2 CHAPAS DE ACERO NERVADAS PARA LOSAS MIXTAS EN EDIFICACIÓN.	

5	ANÁLISIS ESTRUCTURAL	40
5.1	MODELIZACIÓN ESTRUCTURAL PARA EL ANÁLISIS.	
5.1.1	<i>Modelización estructural e hipótesis básicas.</i>	
5.1.2	<i>Modelización de uniones.</i>	
5.1.3	<i>Interacción suelo estructura.</i>	
5.2	ESTABILIDAD ESTRUCTURAL.	
5.2.1	<i>Efectos de la geometría deformada de la estructura.</i>	
5.2.2	<i>Métodos de análisis para edificación.</i>	
5.3	IMPERFECCIONES.	
5.3.1	<i>Bases.</i>	
5.3.2	<i>Imperfecciones en edificación.</i>	
5.3.2.1	Generalidades.	
5.3.2.2	Imperfecciones globales.	
5.3.2.3	Imperfecciones de los elementos.	
5.4	CÁLCULO DE LOS EFECTOS DE LAS ACCIONES.	
5.4.1	<i>Método del análisis global.</i>	
5.4.1.1	Generalidades.	
5.4.1.2	Anchura eficaz de la alas para el arrastre por cortante.	
5.4.2	<i>Análisis elástico lineal.</i>	
5.4.2.1	Generalidades.	
5.4.2.2	Fluencia y retracción.	
5.4.2.3	Efactor de la fisuración del hormigón.	
5.4.2.4	Fases y proceso constructivo.	
5.4.2.5	Efactor térmicos.	
5.4.2.6	Pretensado por deformaciones impuestas controladas.	
5.4.3	<i>Análisis global no lineal.</i>	
5.4.4	<i>Análisis elástico lineal con redistribución limitada en edificación.</i>	
5.4.5	<i>Análisis global rígido-plástico en edificación.</i>	
5.5	CLASIFICACIÓN DE LAS SECCIONES.	
5.5.1	<i>Generalidades.</i>	
5.5.2	<i>Clasificación de secciones mixtas sin revestimiento de hormigón.</i>	
5.5.3	<i>Clasificación de secciones mixtas embebidas en edificación.</i>	
6	ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS	52
6.1	VIGAS.	
6.1.1	<i>Vigas en edificación.</i>	
6.1.2	<i>Ancho eficaz para la comprobación de secciones.</i>	
6.2	RESISTENCIAS DE LAS SECCIONES TRANSVERSALES DE VIGAS.	
6.2.1	<i>Resistencia a flexión.</i>	
6.2.1.1	Generalidades.	
6.2.1.2	Momento plástico resistente $M_{pl,Rd}$ de una sección mixta.	
6.2.1.3	Momento plástico resistente de secciones con conexiones parciales a rasante en edificación.	
6.2.1.4	Resistencia a flexión no lineal.	
6.2.1.5	Resistencia elástica a flexión.	
6.2.2	<i>Resistencia a cortante.</i>	
6.2.2.1	Alcance.	
6.2.2.2	Resistencia plástica a cortante.	
6.2.2.3	Resistencia a abolladura por cortante.	
6.2.2.4	Flexión y cortante.	
6.3	RESISTENCIA DE LAS SECCIONES DE VIGAS PARCIALMENTE EMBEBIDAS EN EDIFICACIÓN.	
6.3.1	<i>Alcance.</i>	
6.3.2	<i>Resistencia a flexión.</i>	
6.3.3	<i>Resistencia a cortante.</i>	
6.3.4	<i>Flexión y cortante.</i>	

- 6.4 PANDEO LATERAL POR TORSIÓN EN VIGAS MIXTAS.
 - 6.4.1 *Generalidades.*
 - 6.4.2 *Comprobación a pandeo lateral por torsión de vigas mixtas continuas con secciones Clase 1, 2 o 3 en edificación.*
 - 6.4.3 *Comprobación simplificada sin cálculo directo en edificación.*
- 6.5 ESFUERZOS TRANSVERSALES EN ALMAS.
 - 6.5.1 *Generalidades.*
 - 6.5.2 *Pandeo inducido del alma por las alas.*
- 6.6 CONEXIONES A RASANTE.
 - 6.6.1 *Generalidades.*
 - 6.6.1.1 Bases de cálculo.
 - 6.6.1.2 Limitación en la utilización de conexiones parciales a rasante en vigas en edificación.
 - 6.6.1.3 Separación entre los conectadores en vigas para edificación.
 - 6.6.2 *Esfuerzo rasante en vigas de edificación.*
 - 6.6.2.1 Vigas en las que se utiliza la teoría elástica o no lineal para la resistencia de una o más secciones transversales.
 - 6.6.2.2 Vigas en las que se utiliza la teoría plástica para la resistencia de las secciones transversales.
 - 6.6.3 *Pernos conectadores en las losas macizas y el hormigón de revestimiento.*
 - 6.6.3.1 Resistencia de cálculo.
 - 6.6.3.2 Influencia de la tracción en la resistencia a rasante.
 - 6.6.4 *Resistencia de cálculo de los pernos utilizados con chapas nervadas en edificación.*
 - 6.6.4.1 Chapas nervadas paralelas a las vigas de apoyo.
 - 6.6.4.2 Chapas nervadas transversales a las vigas de apoyo.
 - 6.6.4.3 Cargas biaxiales en los conectadores.
 - 6.6.5 *Disposiciones constructivas de la conexión a rasante e influencia de la ejecución.*
 - 6.6.5.1 Resistencia a la separación.
 - 6.6.5.2 Recubrimiento y hormigonado en edificación.
 - 6.6.5.3 Armadura local de la losa.
 - 6.6.5.4 Nervios distintos de los constituidos por chapa nervada.
 - 6.6.5.5 Separación de los conectadores.
 - 6.6.5.6 Dimensiones del ala de acero.
 - 6.6.5.7 Pernos conectadores.
 - 6.6.5.8 Pernos conectadores en chapas nervadas en edificación.
 - 6.6.6 *Rasante en losas de hormigón.*
 - 6.6.6.1 Generalidades.
 - 6.6.6.2 Resistencia a rasante de cálculo.
 - 6.6.6.3 Armadura transversal mínima.
 - 6.6.6.4 Rasante y armadura transversal en vigas de edificación.
- 6.7 PILARES MIXTOS Y ELEMENTOS MIXTOS COMPRIMIDOS.
 - 6.7.1 *Generalidades.*
 - 6.7.2 *Método general de cálculo.*
 - 6.7.3 *Métodos simplificados de cálculo.*
 - 6.7.3.1 Generalidades y alcance.
 - 6.7.3.2 Resistencia de las secciones transversales.
 - 6.7.3.3 Resistencia eficaz a flexión, coeficiente de contribución del acero y esbeltez relativa.
 - 6.7.3.4 Métodos de análisis e imperfecciones de los elementos.
 - 6.7.3.5 Resistencia de los elementos comprimidos.
 - 6.7.3.6 Resistencia de los elementos sometidos a flexión compuesta.
 - 6.7.3.7 Flexión compuesta esviada.
 - 6.7.4 *Conexiones a rasante e introducción de cargas.*
 - 6.7.4.1 Generalidades.
 - 6.7.4.2 Introducción de las cargas.
 - 6.7.4.3 Rasante exterior al área de introducción de cargas.
 - 6.7.5 *Reglas para la definición de los detalles constructivos.*
 - 6.7.5.1 Recubrimiento de hormigón de perfiles de acero y armadura.
 - 6.7.5.2 Armadura transversal y longitudinal.
- 6.8 FATIGA.
 - 6.8.1 *Generalidades.*
 - 6.8.2 *Coefficientes parciales de seguridad para evaluaciones de la fatiga en edificación.*

6.8.3	<i>Resistencia a fatiga.</i>	
6.8.4	<i>Esfuerzos y cargas de fatiga.</i>	
6.8.5	<i>Tensiones.</i>	
6.8.5.1	Generalidades.	
6.8.5.2	Hormigón.	
6.8.5.3	Acero estructural .	
6.8.5.4	Armadura pasiva .	
6.8.5.5	Conexión rasante.	
6.8.6	<i>Rango de tensiones.</i>	
6.8.6.1	Acero estructural y armadura.	
6.8.6.2	Conexión a rasante.	
6.8.7	<i>Evaluación de la fatiga basada en los rangos de tensión nominal.</i>	
6.8.7.1	Acero estructural, armadura pasiva y hormigón.	
6.8.7.2	Conexión a rasante.	
7	ESTADO LÍMITE DE SERVICIO.	96
7.1	GENERALIDADES.	
7.2	TENSIONES.	
7.2.1	<i>Generalidades.</i>	
7.2.2	<i>Limitación de las tensiones en edificación.</i>	
7.3	DEFORMACIONES EN EDIFICACIÓN.	
7.3.1	<i>Flechas.</i>	
7.3.2	<i>Vibraciones.</i>	
7.4	FISURACIÓN DEL HORMIGÓN.	
7.4.1	<i>Generalidades.</i>	
7.4.2	<i>Armadura mínima.</i>	
7.4.3	<i>Control de la fisuración debida a cargas directas.</i>	
8	UNIONES MIXTAS EN PÓRTICOS DE EDIFICACIÓN.	102
8.1	ALCANCE.	
8.2	ANÁLISIS, MODELIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN.	
8.2.1	<i>Generalidades.</i>	
8.2.2	<i>Análisis elástico global.</i>	
8.2.3	<i>Clasificación de uniones.</i>	
8.3	MÉTODOS DE CÁLCULO.	
8.3.1	<i>Bases y alcance.</i>	
8.3.2	<i>Resistencia.</i>	
8.3.3	<i>Rigidez al giro.</i>	
8.3.4	<i>Capacidad de giro.</i>	
8.4	RESISTENCIA DE LOS COMPONENTES.	
8.4.1	<i>Alcance.</i>	
8.4.2	<i>Componentes básicos de la unión.</i>	
8.4.2.1	Armadura longitudinal de acero traccionada.	
8.4.2.2	Chapa de contacto comprimida .	
8.4.3	<i>Alma del pilar sometida a compresión transversal.</i>	
8.4.4	<i>Componentes de refuerzo.</i>	
8.4.4.1	Panel de alma del pilar a cortante.	
8.4.4.2	Alma de pilar sometida a compresión transversal.	
9	LOSAS MIXTAS CON CHAPA NERVADA EN EDIFICACIÓN.	107
9.1	GENERALIDADES.	
9.1.1	<i>Alcance.</i>	
9.1.2	<i>Definiciones.</i>	
9.1.2.1	Tipos de conexiones a rasante .	
9.1.2.2	Conexión completa total y parcial a rasante.	

- 9.2 DETALLES CONSTRUCTIVOS DE PROYECTO.
 - 9.2.1 *Espesor de la losa y armadura.*
 - 9.2.2 *Áridos.*
 - 9.2.3 *Requisitos de apoyo.*
- 9.3 ACCIONES Y SOLICITACIONES.
 - 9.3.1 *Situaciones de proyecto.*
 - 9.3.2 *Acciones sobre la chapa de acero nervada como encofrado.*
 - 9.3.3 *Acciones sobre la losa mixta.*
- 9.4 DETERMINACIÓN DE ESFUERZOS.
 - 9.4.1 *Chapas de acero nervadas actuando como encofrados.*
 - 9.4.2 *Análisis de la losa mixta.*
 - 9.4.3 *Anchura eficaz de la losa mixta para cargas puntuales concentradas y lineales.*
- 9.5 COMPROBACIÓN DE LA CHAPA DE ACERO NERVADA COMO ENCOFRADO EN ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS.
- 9.6 COMPROBACIÓN DE LA CHAPA DE ACERO NERVADA COMO ENCOFRADO EN ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO.
- 9.7 COMPROBACIÓN DE LAS LOSAS MIXTAS EN LOS ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS.
 - 9.7.1 *Criterios de proyecto.*
 - 9.7.2 *Flexión.*
 - 9.7.3 *Esfuerzo rasante en losas sin anclajes en los extremos.*
 - 9.7.4 *Esfuerzo rasante en losas con anclajes en los extremos.*
 - 9.7.5 *Cortante.*
 - 9.7.6 *Punzonamiento.*
- 9.8 COMPROBACIÓN DE LAS LOSAS MIXTAS EN ESTADO LÍMITE DE SERVICIO.
 - 9.8.1 *Control de la fisuración del hormigón.*
 - 9.8.2 *Flechas.*

APÉNDICE A	RECOMENDACIONES PARA DETERMINAR LA RIGIDEZ DE LOS COMPONENTES DE LA UNIÓN EN EDIFICACIÓN.	120
A.1	ALCANCE.	
A.2	COEFICIENTES DE RÍGIDEZ.	
A.3	DEFORMACIÓN DE LA CONEXIÓN A RASANTE.	
APÉNDICE B	ENSAYOS NORMALIZADOS RECOMENDADOS.....	124
B.1	GENERALIDADES.	
B.2	ENSAYOS DE LOS CONECTADORES.	
B.3	ENSAYO DE ALS LOSAS MIXTAS EN FORJADOS.	
APÉNDICE C	MÉTODOS RECOMENDADOS PARA ESTIMAR LA RETRACCIÓN DEL HORMIGÓN EN ESTRUCTURAS MIXTAS EN EDIFICACIÓN.	132

ANEJO 31 133

Proyecto de estructuras mixtas de acero y hormigón. Reglas generales Proyecto de estructuras sometidas al fuego

Contenido

1 GENERALIDADES.....	133
1.1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN.	
1.2 NORMATIVA DE REFERENCIA.	
1.3 CONSIDERACIONES.	
1.5 DEFINICIONES.	
1.5.1 <i>Términos particulares relacionados con el proyecto.</i>	
1.5.1.1 Distancia al eje.	
1.5.1.2 Parte de la estructura.	
1.5.1.3 Elementos protegidos.	
1.5.1.4 Pórtico arriostrado.	
1.5.2 <i>Términos relacionados con las propiedades de materiales y productos.</i>	
1.5.2.1 Tiempo de fallo de la protección.	
1.5.2.2 Material de protección frente al fuego.	
1.5.3 TÉRMINOS RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE LA TRANSFERENCIA TÉRMICA.	
1.5.3.1 Factor de forma.	
1.5.4 <i>Términos relacionados con el análisis del comportamiento mecánico.</i>	
1.5.4.1 Temperatura crítica del acero estructural.	
1.5.4.2 Temperatura crítica de la armadura pasiva.	
1.5.4.3 Sección transversal eficaz.	
1.5.4.4 Máximo nivel de tensión.	
1.6 SÍMBOLOS.	
2 BASES DE PROYECTO.	146
2.1 REQUISITOS.	
2.1.1 <i>Requisitos fundamentales.</i>	
2.1.2 <i>Exposición nominal al fuego.</i>	
2.1.3 <i>Exposición al fuego paramétrico.</i>	
2.2 ACCIONES.	
2.3 VALORES DE CÁLCULO DE LAS PROPIEDADES DE LOS MATERIALES.	
2.4 MÉTODOS DE COMPROBACIÓN.	
2.4.1 <i>Generalidades.</i>	
2.4.2 <i>Análisis por elementos aislados.</i>	
2.4.3 <i>Análisis de parte de la estructura.</i>	
2.4.4 <i>Cálculo estructural global.</i>	
3 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES.	151
3.1 GENERALIDADES.	
3.2 PROPIEDADES MECÁNICAS.	
3.2.1 <i>Propiedades de resistencia y deformación del acero estructural.</i>	
3.2.2 <i>Propiedades de resistencia y deformación del hormigón.</i>	
3.2.3 <i>Aceros para armaduras pasivas.</i>	
3.3 PROPIEDADES TÉRMICAS.	
3.3.1 <i>Aceros estructurales y para armaduras pasivas.</i>	
3.3.2 <i>Hormigón de peso normal.</i>	
3.3.3 <i>Hormigón ligero.</i>	
3.3.4 <i>Materiales de protección frente al fuego.</i>	
3.4 DENSIDAD.	
4 PROCEDIMIENTOS DE CÁLCULO.	163
4.1 INTRODUCCIÓN.	
4.2 VALORES TABULADOS.	
4.2.1 <i>Campo de aplicación.</i>	
4.2.2 <i>Viga mixta formada por una viga de acero parcialmente embebida en hormigón.</i>	

4.2.3	<i>Pilares mixtos.</i>	
4.2.3.1	Generalidades.	
4.2.3.2	Pilares mixtos formados por perfiles de acero totalmente embebidos.	
4.2.3.3	Pilares mixtos formados por perfiles de acero parcialmente embebidos.	
4.2.3.4	Pilares mixtos formados por perfiles huecos rellenos de hormigón.	
4.3	MODELOS DE CÁLCULO SIMPLIFICADOS.	
4.3.1	<i>Reglas generales para losas mixtas y vigas mixtas.</i>	
4.3.2	<i>Losas mixtas sin protección.</i>	
4.3.3	<i>Losas mixtas protegidas.</i>	
4.3.4	<i>Vigas mixtas.</i>	
4.3.4.1	Comportamiento estructural.1	
4.3.4.1.1	Generalidades.	
4.3.4.1.2	Resistencia a flexión de las secciones transversales de vigas.	
4.3.4.1.3	Resistencia a esfuerzo cortante de las secciones transversales de vigas.	
4.3.4.1.4	Combinación de flexión y cortante.	
4.3.4.1.5	Resistencia a esfuerzo rasante.	
4.3.4.2	Vigas mixtas formadas por vigas de acero no embebidas en hormigón.	
4.3.4.2.1	Generalidades.	
4.3.4.2.2	Calentamiento de la sección transversal.	
4.3.4.2.3	Comportamiento estructural – modelo de la temperatura crítica.	
4.3.4.2.4	Comportamiento estructural – modelo del momento resistente.	
4.3.4.2.5	Comprobación de la resistencia a cortante de los pernos conectores.	
4.3.4.3	Vigas mixtas formadas por vigas de acero parcialmente embebidas en hormigón.	
4.3.4.3.1	Generalidades.	
4.3.4.3.2	Comportamiento estructural.	
4.3.4.3.3	Momento resistente positivo $M_{fi,Rd}^+$.	
4.3.4.3.4	Momento resistente negativo $M_{fi,Rd}^-$.	
4.3.4.4	Vigas de acero parcialmente embebidas en hormigón.	
4.3.5	<i>Pilares mixtos.</i>	
4.3.5.1	Comportamiento estructural.	
4.3.5.2	Perfiles de acero parcialmente embebidos en hormigón.	
4.3.5.3	Perfiles huecos sin protección rellenos de hormigón.	
4.3.5.4	Perfiles huecos protegidos rellenos de hormigón.	
4.4	MODELOS DE CÁLCULO AVANZADOS.	
4.4.1	<i>Bases del análisis.</i>	
4.4.2	<i>Respuesta térmica.</i>	
4.4.3	<i>Respuesta mecánica.</i>	
4.4.4	<i>Validación de los modelos de cálculo avanzados.</i>	
5	DETALLES CONSTRUCTIVOS.	186
5.1	INTRODUCCIÓN.	
5.2	VIGAS MIXTAS.	
5.3	PILARES MIXTOS.	
5.3.1	<i>Pilares mixtos con perfiles de acero parcialmente embebidos.</i>	
5.3.2	<i>Pilares mixtos de perfiles huecos rellenos de hormigón.</i>	
5.4	CONEXIONES ENTRE VIGAS Y PILARES MIXTOS.	
5.4.1	<i>Generalidades.</i>	
5.4.2	<i>Conexiones entre vigas mixtas y pilares mixtos formados por perfiles de acero embebidos en hormigón.</i>	
5.4.3	<i>Conexiones entre vigas mixtas y pilares mixtos formados por perfiles de acero parcialmente embebidos en hormigón.</i>	
5.4.4	<i>Conexiones entre vigas mixtas y pilares mixtos de perfiles huecos rellenos de hormigón.</i>	
APÉNDICE A	RELACIONES RECOMENDADAS PARA LA RELACIÓN TENSIÓN-DEFORMACIÓN DE ACEROS ESTRUCTURALES A ELEVADAS TEMPERATURA.	191
APÉNDICE B	RELACIONES RECOMENDADAS TENSIÓN-DEFORMACIÓN DE HORMIGONES CON ÁRIDOS SILÍCEOS A ELEVADAS TEMPERATURAS.	194

APÉNDICE C RELACIONES RECOMENDADAS PARA LA TENSIÓN-DEFORMACIÓN DEL HORMIGÓN ADAPTADAS A FUEGOS NATURALES CON UNA RAMA DE CALENTAMIENTO DESCENDENTE PARA USO EN MODELOS DE CÁLCULO AVANZADOS.. 196

APÉNDICE D MODELO RECOMENDADO PARA EL CÁLCULO DE LA RESISTENCIA AL FUEGO DE LOSAS MIXTAS SIN PROTECCIÓN EXPUESTAS AL FUEGO POR SU CARA INFERIOR DE ACUERDO CON LA CURVA NORMALIZADA TIEMPO-TEMPERATURA. 197

D.1 RESISTENCIA AL FUEGO EN FUNCIÓN DEL AISLAMIENTO TÉRMICO.
D.2 CÁLCULO DEL MOMENTO RESISTENTE POSITIVO $M_{Fi,Rd}^+$.
D.3 CÁLCULO DEL MOMENTO RESISTENTE NEGATIVO $M_{Fi,Rd}^-$.
D.4 ESPESOR EFICAZ DE UNA LOSA MIXTA.
D.5 CAMPO DE APLICACIÓN.

APÉNDICE E MODELO RECOMENDADO PARA EL CÁLCULO DE LOS MOMENTOS RESISTENTES POSITIVOS Y NEGATIVOS DE UNA VIGA DE ACERO CONECTADA A UNA LOSA DE HORMIGÓN Y EXPUESTA AL FUEGO POR LA CARA INFERIOR DE LA LOSA DE HORMIGÓN.205

E.1 CÁLCULO DEL MOMENTO RESISTENTE POSITIVO $M_{fi,Rd}^+$
E.2 CÁLCULO DEL MOMENTO RESISTENTE NEGATIVO $M_{Fi,Rd}^-$ EN EL APOYO INTERMEDIO (O EN UN APOYO EMPOTRADO).
E.3 RESISTENCIA LOCAL EN LOS APOYOS.
E.4 RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE.

APÉNDICE F MODELO RECOMENDADO PARA EL CÁLCULO DE LOS MOMENTOS RESISTENTES NEGATIVOS Y POSITIVOS DE UNA VIGA DE ACERO PARCIALMENTE EMBEBIDA, CONECTADA A UNA LOSA DE HORMIGÓN Y EXPUESTA AL FUEGO POR LA CARA INFERIOR DE LA LOSA DE HORMIGÓN DE ACUERDO CON LA CURVA NORMALIZADA TIEMPO-TEMPERATURA.209

F.1 SECCIÓN TRANSVERSAL REDUCIDA PARA EL MOMENTO RESISTENTE POSITIVO $M_{fi,Rd}^+$
F.2 SECCIÓN TRANSVERSAL REDUCIDA PARA EL MOMENTO RESISTENTE NEGATIVO $M_{fi,Rd}^-$
F.3 CAMPO DE APLICACIÓN.

APÉNDICE G MODELO RECOMENDADO DE CÁLCULO POR SUMA PONDERADA DE LA RESISTENCIA AL FUEGO DE LOS PILARES MIXTOS CON SECCIONES DE ACERO PARCIALMENTE EMBEBIDAS, EXPUESTOS AL FUEGO ALREDEDOR DE TODO EL PILAR SEGÚN LA CURVA NORMALIZADA TIEMPO-TEMPERATURA, EN EL CASO DE FLEXIÓN RESPECTO AL EJE DÉBIL.....215

G.1 INTRODUCCIÓN.
G.2 ALAS DEL PERFIL DE ACERO.
G.3 ALMA DEL PERFIL DE ACERO.
G.4 HORMIGÓN.
G.5 BARRAS PARA ARMADURAS PASIVAS.
G.6 CÁLCULO DE LA CARGA AXIL DE PANDEO A TEMPERATURAS ELEVADAS.7
G.7 CARGAS EXCÉNTRICAS.
G.8 CAMPO DE APLICACIÓN.

APÉNDICE H MÉTODO RECOMENDADO DE CÁLCULO PARA PERFILES TUBULARES DE ACERO RELLENOS DE HORMIGÓN EXPUESTOS AL FUEGO.224

APÉNDICE I RECOMENDACIONES PARA LA PLANIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS MODELOS EXPERIMENTALES.... 226

I.1 INTRODUCCIÓN.
I.2 ENSAYO PARA UNA EVALUACIÓN GLOBAL.
I.3 ENSAYO PARA LA INFORMACIÓN PARCIAL.

Proyecto de estructuras mixtas hormigón-acero. Reglas para puentes

Contenido

1	GENERALIDADES.	227
1.1	ALCANCE DEL ANEJO.	
1.2	NORMATIVA DE REFERENCIA.	
1.3	HIPÓTESIS.	
1.5	TÉRMINOS Y DEFINICIONES.	
1.5.1	Generalidades.	
1.5.2	Términos y definiciones adicionales empleados en esta norma.	
1.5.2.1	Elemento mixto.	
1.5.2.2	Conectores.	
1.5.2.3	Acción mixta.	
1.5.2.4	Viga mixta.	
1.5.2.5	Pilar mixto.	
1.5.2.6	Losa mixta.	
1.5.2.7	Pórtico mixto.	
1.5.2.8	Unión mixta.	
1.5.2.9	Estructura o elemento apeado.	
1.5.2.10	Estructura o elemento no apeado.	
1.5.2.11	Rigidez a flexión no fisurada.	
1.5.2.12	Rigidez a flexión fisurada.	
1.5.2.13	Pretensado.	
1.5.2.14	Tablero con vigas de acero embebidas.	
1.5.2.15	Placa mixta.	
1.6	NOTACIÓN.	
2	BASES DE CÁLCULO.	238
2.1	REQUISITOS.	
2.2	PRINCIPIOS DEL CÁLCULO EN ESTADO LÍMITE.	
2.3	VARIABLES BÁSICAS.	
2.3.1	Acciones y condiciones ambientales.	
2.3.2	Propiedades de los materiales y productos.	
2.3.3	Clasificación de las acciones.	
2.4	COMPROBACIÓN POR EL MÉTODO DE LOS COEFICIENTES PARCIALES.	
2.4.1	Valores de cálculo.	
2.4.1.1	Valores de cálculo de las acciones.	
2.4.1.2	Valores de cálculo de las propiedades de los materiales o productos.	
2.4.1.3	Valores de cálculo de los parámetros geométricos.	
2.4.1.4	Resistencias de cálculo.	
2.4.2	Combinación de acciones.	
2.4.3	Comprobación del equilibrio estático (EQU).	
3	MATERIALES.	240
3.1	HORMIGÓN.	
3.2	ACERO PARA ARMADURA PASIVA PARA PUENTES.	
3.3	ACERO ESTRUCTURAL PARA PUENTES.	
3.4	DISPOSITIVOS DE CONEXIÓN.	
3.4.1	Generalidades.	
3.4.2	Pernos conectadores.	
3.5	ACERO Y DISPOSITIVOS DE PRETENSADO.	
3.6	CABLES Y TIRANTES DE ACERO.	
4	DURABILIDAD.	241
4.1	GENERALIDADES.	
4.2	PROTECCIÓN FRENTE A LA CORROSIÓN EN EL CONTACTO HORMIGÓN-ACERO EN PUENTES.	

5	ANÁLISIS ESTRUCTURAL	241
5.1	MODELOS ESTRUCTURALES PARA EL ANÁLISIS.	
5.1.1	Modelos estructurales e hipótesis básicas.	
5.1.2	Modelos para las uniones.	
5.1.3	Interacción suelo-estructura.	
5.2	ESTABILIDAD ESTRUCTURAL.	
5.2.1	Efectos de la geometría deformada de la estructura.	
5.2.2	Métodos de análisis para puentes.	
5.3	IMPERFECCIONES.	
5.3.1	Bases.	
5.3.2	Imperfecciones para puentes.	
5.4	CÁLCULO DE LOS EFECTOS DE LAS ACCIONES.	
5.4.1	Método de análisis global.	
5.4.1.1	Generalidades.	
5.4.1.2	Ancho eficaz de las alas para arrastre por cortante.	
5.4.2	Análisis elástico lineal.	
5.4.2.1	Generalidades.	
5.4.2.2	Retracción y fluencia.	
5.4.2.3	Efectos de la fisuración del hormigón.	
5.4.2.4	Fases y proceso constructivo.	
5.4.2.5	Efectos térmicos.	
5.4.2.6	Pretensado por deformaciones impuestas controladas.	
5.4.2.7	Pretensado mediante tendones.	
5.4.2.8	Elementos a tracción en puentes mixtos.	
5.4.2.9	Tableros de puentes con vigas de acero embebidas.	
5.4.3	Análisis global no lineal para puentes.	
5.4.4	Combinación de efectos de acciones globales y locales.	
5.5	CLASIFICACIÓN DE SECCIONES TRANSVERSALES.	
5.5.1	Generalidades.	
5.5.2	Clasificación de secciones mixtas no embebidas en hormigón.	
5.5.3	Clasificación de secciones para puentes con tablero de vigas de acero embebidas.	
6	ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS	252
6.1	VIGAS.	
6.1.1	Vigas en puentes. Generalidades.	
6.1.2	Ancho eficaz para la comprobación de secciones transversales.	
6.2	RESISTENCIA DE SECCIONES TRANSVERSALES DE VIGAS.	
6.2.1	Resistencia a flexión.	
6.2.1.1	Generalidades.	
6.2.1.2	Momento plástico resistente M_{pl} , M_{MM} de una sección mixta.	
6.2.1.3	Reglas adicionales para vigas en puentes.	
6.2.1.4	Resistencia a flexión no lineal.	
6.2.1.5	Resistencia elástica a flexión.	
6.2.2	Resistencia a cortante vertical.	
6.2.2.1	Alcance.49	
6.2.2.2	Resistencia plástica a cortante vertical.	
6.2.2.3	Resistencia a abolladura por cortante.	
6.2.2.4	Flexión y cortante vertical.	
6.2.2.5	Reglas adicionales para vigas de puentes.	
6.3	TABLEROS CON VIGAS DE ACERO EMBEBIDAS.	
6.3.1	Alcance.	
6.3.2	Generalidades.	
6.3.3	Momentos flectores.	
6.3.4	Cortante vertical.	
6.3.5	Resistencia y estabilidad de las vigas de acero durante la ejecución.	

- 6.4 PANDEO LATERAL POR TORSIÓN EN VIGAS MIXTAS.3
 - 6.4.1 Generalidades.3
 - 6.4.2 Vigas en puentes con secciones transversales de canto constante de Clase 1, 2 o 3.
 - 6.4.3 Métodos generales para pandeo de elementos y pórticos.
 - 6.4.3.1 Método general.
 - 6.4.3.2 Método simplificado.
- 6.5 ESFUERZOS TRANSVERSALES EN LAS ALMAS.
 - 6.5.1 Generalidades.
 - 6.5.2 Pandeo inducido en el alma por las alas.
- 6.6 CONEXIÓN A RASANTE.
 - 6.6.1 Generalidades.
 - 6.6.1.1 Bases de cálculo.
 - 6.6.1.2 Estados Límite Últimos distintos del de fatiga.
 - 6.6.2 Esfuerzo rasante en vigas para puentes.
 - 6.6.2.1 Vigas en las que se utilice la teoría elástica o no lineal para la resistencia de las secciones transversales.
 - 6.6.2.2 Vigas en puentes con secciones transversales de Clase 1 o 2.
 - 6.6.2.3 Efectos locales del esfuerzo rasante concentrado debido a la introducción de esfuerzos longitudinales.
 - 6.6.2.4 Efectos locales de los esfuerzos rasantes concentrados en cambios bruscos de sección transversal.
 - 6.6.3 Pernos conectadores en losas macizas y hormigón de revestimiento.
 - 6.6.3.1 Resistencia de cálculo.
 - 6.6.3.2 Influencia de la tracción en la resistencia a rasante.
 - 6.6.4 Pernos con cabeza que producen rotura en la dirección del espesor de la losa.
 - 6.6.5 Definición de los detalles constructivos de la conexión a rasante e influencia de la ejecución.1
 - 6.6.5.1 Resistencia a la separación.
 - 6.6.5.2 Recubrimiento y hormigonado de puentes.
 - 6.6.5.3 Armadura local de la losa.
 - 6.6.5.4 Nervios distintos de los constituidos por chapa nervada.
 - 6.6.5.5 Separación de los conectadores.
 - 6.6.5.6 Dimensiones del ala de acero.
 - 6.6.5.7 Pernos conectadores con cabeza.
 - 6.6.6 Rasante en losas de hormigón.
 - 6.6.6.1 Generalidades.
 - 6.6.6.2 Resistencia a rasante de cálculo.
 - 6.6.6.3 Armadura transversal mínima.
- 6.7 PILARES MIXTOS Y ELEMENTOS MIXTOS A COMPRESIÓN.
 - 6.7.1 Generalidades.
 - 6.7.2 Método general de cálculo.
 - 6.7.3 Método simplificado de cálculo.
 - 6.7.3.1 Generalidades y alcance.
 - 6.7.3.2 Resistencia de las secciones transversales.
 - 6.7.3.3 Resistencia a flexión efectiva, coeficiente de contribución del acero y esbeltez relativa.
 - 6.7.3.4 Métodos de análisis e imperfecciones de los elementos.
 - 6.7.3.5 Resistencia de elementos comprimidos.
 - 6.7.3.6 Resistencia de los elementos de flexión compuesta.
 - 6.7.3.7 Flexión compuesta esviada.
 - 6.7.4 Conexión a rasante e introducción de cargas.
 - 6.7.4.1 Generalidades.
 - 6.7.4.2 Introducción de las cargas.
 - 6.7.4.3 Rasante exterior al área de introducción de cargas.
 - 6.7.5 Disposiciones sobre la definición de los detalles constructivos.
 - 6.7.5.1 Recubrimiento de hormigón para perfiles de acero y armaduras.
 - 6.7.5.2 Armadura longitudinal y transversal.
- 6.8 FATIGA.
 - 6.8.1 Generalidades.
 - 6.8.2 Coeficientes parciales para la evaluación de la fatiga en puentes.
 - 6.8.3 Resistencia a fatiga.

6.8.4	Esfuerzos y cargas de fatiga.	
6.8.5	Tensiones.	
6.8.5.1	Generalidades.	
6.8.5.2	Hormigón.	
6.8.5.3	Acero estructural.	
6.8.5.4	Armadura pasiva.	
6.8.5.5	Conexión a rasante.	
6.8.5.6	Tensiones en las armaduras pasivas y activas de elementos pretensados mediante tendones adherentes.	
6.8.6	Rango de tensiones.	
6.8.6.1	Acero estructural y armadura.	
6.8.6.2	Conexión a rasante.	
6.8.7	Evaluación de la fatiga basada en rangos de tensión nominal.	
6.8.7.1	Acero estructural, armadura pasiva y hormigón.	
6.8.7.2	Conexión a rasante.	
6.9	ELEMENTOS A TRACCIÓN EN PUENTES MIXTOS.	
7	ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO.	292
7.1	GENERALIDADES.	
7.2	TENSIONES.	
7.2.1	Generalidades.	
7.2.2	Limitación de las tensiones en puentes.	
7.2.3	Respiración del alma.	
7.3	DEFORMACIONES EN PUENTES.	
7.3.1	Flechas.	
7.3.2	Vibraciones.	
7.4	FISURACIÓN DEL HORMIGÓN.	
7.4.1	Generalidades.	
7.4.2	Armadura mínima.	
7.4.3	Control de la fisuración producida por cargas directas.	
7.5	TABLEROS CON VIGAS DE ACERO EMBEBIDAS.	
7.5.1	Generalidades.	
7.5.2	Fisuración del hormigón.	
7.5.3	Armadura mínima.	
7.5.4	Control de la fisuración producida por cargas directas.	
8	LOSAS DE HORMIGÓN PREFABRICADO EN PUENTES MIXTOS.	298
8.1	GENERALIDADES.	
8.2	ACCIONES.	
8.3	CÁLCULO, ANÁLISIS Y DEFINICIÓN DE LOS DETALLES CONSTRUCTIVOS DE LAS LOSAS DE PUENTES.	
8.4	SUPERFICIE DE CONTACTO ENTRE LA VIGA DE ACERO Y LA LOSA DE HORMIGÓN.	
8.4.1	Sistemas de apoyo y tolerancias.	
8.4.2	Corrosión.	
8.4.3	Conexión a rasante y armadura pasiva transversal.	
9	PLACAS MIXTAS EN PUENTES.	300
9.1	GENERALIDADES.	
9.2	CÁLCULO DE EFECTOS LOCALES.	
9.3	CÁLCULO DE EFECTOS GLOBALES.	
9.4	CÁLCULO DE LOS CONECTADORES.	
APÉNDICE C	RECOMENDACIONES PARA LOS PERNOS CONECTADORES QUE GENERAN FUERZAS DE ROTURA EN LA DIRECCIÓN DEL ESPESOR DE LA LOSA.	303
C.1	RESISTENCIA DE CÁLCULO Y DEFINICIÓN DE LOS DETALLES CONSTRUCTIVOS.	
C.2	RESISTENCIA A FATIGA.	

PRESENTACIÓN

Las estructuras constituyen un elemento fundamental para conseguir la necesaria seguridad de las construcciones que en ellas se sustentan, tanto de edificación como de ingeniería civil, y, en consecuencia, la de los usuarios que las utilizan.

Entre los diferentes materiales que se emplean en su construcción, el hormigón y el acero son los más habituales, por lo que el proyecto y la construcción de estructuras tanto de hormigón, como de acero y mixtas (de hormigón y acero) cobra una especial relevancia en orden a la consecución de dicha seguridad.

La Instrucción de hormigón estructural (EHE-08), aprobada por Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, ha venido constituyendo, desde su entrada en vigor, el marco en el que se establecen los requisitos a tener en cuenta en el proyecto y ejecución de estructuras de hormigón, tanto de edificación como de ingeniería civil, con el objeto de lograr los niveles de seguridad adecuados a su finalidad.

Asimismo, la Instrucción de Acero Estructural (EAE), aprobada por Real Decreto 751/2011, de 27 de mayo, constituye el marco reglamentario por el que se establecen las exigencias que deben cumplir las estructuras de acero para satisfacer los requisitos de seguridad estructural y seguridad en caso de incendio, además de la protección del medio ambiente, proporcionando procedimientos que permiten demostrar su cumplimiento con suficientes garantías técnicas. Estas exigencias deben cumplirse en el proyecto y la construcción de las estructuras de acero, así como en su mantenimiento.

Sin embargo, no existe marco reglamentario para el proyecto y ejecución de estructuras mixtas de hormigón y acero

El nuevo Código Estructural que se aprueba por Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, es de carácter eminentemente técnico y adopta un enfoque prestacional, en línea con el empleado en otras instrucciones y códigos, como el Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, o las Instrucciones EHE-08 y EAE que quedan derogadas mediante la aprobación de este real decreto, lo que permite no limitar la gama de posibles soluciones y fomenta el uso de nuevos productos y técnicas innovadoras. En el Código se establecen y cuantifican unas exigencias de forma que puedan ser objeto de comprobación y cuyo cumplimiento acredita la satisfacción de los requisitos exigibles a las estructuras, y en especial el relativo a la seguridad. Se establecen y cuantifican unas exigencias de forma que puedan ser objeto de comprobación y cuyo cumplimiento acredita la satisfacción de los requisitos exigibles a las estructuras, y en especial el relativo a la seguridad.

La presente norma responde a la necesidad de actualizar la reglamentación vigente relativa a las estructuras de hormigón y a las estructuras de acero, de acuerdo a las novedades de carácter técnico y reglamentario que afectan al contenido de dicha reglamentación, así como incluir una nueva reglamentación para las estructuras mixtas de hormigón y acero.

En el Código Estructural se regulan las cuestiones relativas a bases de proyecto y análisis estructural, así como a los requisitos técnicos exigibles a los materiales componentes, a la durabilidad y vida útil de las estructuras, a la acción de incendio, al control y la ejecución de las estructuras, actualizando las Instrucciones EHE-08 y EAE que se derogan, conforme a las citadas novedades de carácter técnico y reglamentario.

Además, los principales aspectos incluidos en la nueva norma son:

- Regular las siguientes materias que no regula la reglamentación actual:
 1. La gestión de las estructuras existentes durante su vida útil, que actualmente quedan fuera del ámbito de aplicación de las Instrucciones de hormigón y acero.
 2. Los sistemas de protección, reparación y refuerzo de estructuras de hormigón.
 3. Las estructuras realizadas con acero inoxidable.
 4. Las estructuras mixtas de hormigón y acero.
- Evaluar la sostenibilidad de las estructuras considerando las características prestacionales, ambientales, sociales y económicas que aportan los agentes que participan en su proyecto y ejecución.
- Establecer recomendaciones para la utilización del hormigón proyectado estructural.
- Incorporar los aspectos más relevantes de la normativa europea para el cálculo de las estructuras, de acuerdo a los procedimientos establecidos en los Eurocódigos Estructurales.

En el nuevo Código Estructural se clarifican los requisitos exigibles a las estructuras de hormigón y de acero, además de incluir por primera vez los correspondientes a las estructuras mixtas de hormigón y acero.

Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural

BOE 10 de agosto de 2021

TEXTO ORIGINAL

DEROGA: Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08), y el Real Decreto 751/2011, de 27 de mayo, por el que se aprueba la Instrucción de Acero Estructural (EAE).

Directiva 89/106/CEE del Consejo, de 21 de diciembre de 1988

Las estructuras constituyen un elemento fundamental para conseguir la necesaria seguridad de las construcciones que en ellas se sustentan, tanto de edificación como de ingeniería civil, y, en consecuencia, la de los usuarios que las utilizan.

Entre los diferentes materiales que se emplean en su construcción, el hormigón y el acero son los más habituales, por lo que el proyecto y la construcción de estructuras tanto de hormigón, como de acero y mixtas (de hormigón y acero) cobra una especial relevancia en orden a la consecución de dicha seguridad.

La Instrucción de hormigón estructural (EHE-08), aprobada por Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, ha venido constituyendo, desde su entrada en vigor, el marco en el que se establecen los requisitos a tener en cuenta en el proyecto y ejecución de estructuras de hormigón, tanto de edificación como de ingeniería civil, con el objeto de lograr los niveles de seguridad adecuados a su finalidad.

Asimismo, la Instrucción de Acero Estructural (EAE), aprobada por Real Decreto 751/2011, de 27 de mayo, constituye el marco reglamentario por el que se establecen las exigencias que deben cumplir las estructuras de acero para satisfacer los requisitos de seguridad estructural y seguridad en caso de incendio, además de la protección del medio ambiente, proporcionando procedimientos que permiten demostrar su cumplimiento con suficientes garantías técnicas. Estas exigencias deben cumplirse en el proyecto y la construcción de las estructuras de acero, así como en su mantenimiento.

Sin embargo, no existe marco reglamentario para el proyecto y ejecución de estructuras mixtas de hormigón y acero.

El nuevo Código Estructural que se aprueba es de carácter eminentemente técnico y adopta un enfoque prestacional, en línea con el empleado en otras instrucciones y códigos, como el Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, o las Instrucciones EHE-08 y EAE que quedan derogadas mediante la aprobación de este real decreto, lo que permite no limitar la gama de posibles soluciones y fomenta el uso de nuevos productos y técnicas innovadoras. En el Código se establecen y cuantifican unas exigencias de forma que puedan ser objeto de comprobación y cuyo cumplimiento acredita la satisfacción de los requisitos exigibles a las estructuras, y en especial el relativo a la seguridad.

La presente norma responde a la necesidad de actualizar la reglamentación vigente relativa a las estructuras de hormigón y a las estructuras de acero, de acuerdo a las novedades de carácter técnico y reglamentario que afectan al contenido de dicha reglamentación, así como incluir una nueva reglamentación para las estructuras mixtas de hormigón y acero.

En el Código Estructural se regulan las cuestiones relativas a bases de proyecto y análisis estructural, así como a los requisitos técnicos exigibles a los materiales componentes, a la durabilidad y vida útil de las estructuras, a la acción de incendio, al control y la ejecución de las estructuras, actualizando las Instrucciones EHE-08 y EAE que se derogan, conforme a las citadas novedades de carácter técnico y reglamentario. Además, los principales aspectos incluidos en la nueva norma son:

a) Regular las siguientes materias que no regula la reglamentación actual:

1. La gestión de las estructuras existentes durante su vida útil, que actualmente quedan fuera del ámbito de aplicación de las Instrucciones de hormigón y acero.
2. Los sistemas de protección, reparación y refuerzo de estructuras de hormigón.
3. Las estructuras realizadas con acero inoxidable.
4. Las estructuras mixtas de hormigón y acero.

b) Modificar las menciones a la Directiva 89/106/CEE del Consejo, de 21 de diciembre de 1988, relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados miembros sobre los productos de construcción, que se contenían en la reglamentación vigente, sustituyéndolas por el Reglamento (UE) n.º 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2011, por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción y se deroga la Directiva 89/106/CEE del Consejo, cuya principal novedad es que desaparece el concepto de idoneidad al uso de los productos con marcado CE, y se sustituye por la presunción de veracidad de la expresión de los valores de las prestaciones de las características de los productos amparados por dicho marcado.

c) Evaluar la sostenibilidad de las estructuras considerando las características prestacionales, ambientales, sociales y económicas que aportan los agentes que participan en su proyecto y ejecución.

d) Establecer recomendaciones para la utilización del hormigón proyectado estructural.

e) Incorporar los aspectos más relevantes de la normativa europea para el cálculo de las estructuras, de acuerdo a los procedimientos establecidos en los Eurocódigos Estructurales.

Dado el carácter marcadamente técnico del contenido del Código Estructural, se adopta un real decreto para su aprobación, de conformidad con lo establecido en el fundamento jurídico 2.º de la Sentencia del Tribunal Constitucional 131/1996, de 11 de julio, donde se señala que se permite que, en ciertas circunstancias, se pueda regular por real decreto aspectos básicos de una determinada materia por cuanto que la ley formal no es el instrumento idóneo para regular exhaustivamente todos los aspectos básicos de la materia debido al «carácter marcadamente técnico» de los mismos.

Este real decreto se adecúa a los principios de necesidad, eficacia, proporcionalidad, seguridad jurídica, transparencia, y eficiencia establecidos en el artículo 129 de la Ley 39/2015, de 1 de octubre, del Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas.

Cumple con los principios de necesidad y eficacia, ya que la aplicación del nuevo Código Estructural representa, respecto a las reglamentaciones anteriores, una clarificación de los requisitos exigibles a las estructuras de hormigón y de acero, además de incluir por primera vez los correspondientes a las estructuras mixtas de hormigón y acero. El proyecto no distorsiona la competencia en el mercado, sino que la favorece al regular aspectos no recogidos en la reglamentación actual. Es acorde también con el principio de proporcionalidad, ya que la norma contiene la regulación imprescindible para atender la necesidad descrita anteriormente, sin que existan otras medidas menos restrictivas de derechos o que impongan menos obligaciones a los destinatarios, y con el principio de seguridad jurídica dada su

integración en el ordenamiento jurídico, con plena coherencia con la reglamentación nacional y europea vigente. Asimismo, cumple con el principio de transparencia, dado que se han cumplido todos los trámites de información indicados en la Ley 50/1997, de 27 de noviembre, del Gobierno, y se ha divulgado en el portal de transparencia del Gobierno de España. Por último, es coherente con el principio de eficiencia, siendo una norma que no supone un incremento de cargas administrativas ni un incremento de gasto público.

Este real decreto se dicta al amparo de lo dispuesto en la regla 13.ª del artículo 149.1 de la Constitución, que atribuye al Estado la competencia en materia de bases y coordinación de la planificación general de la actividad económica.

En la tramitación de este real decreto se han cumplido los trámites establecidos en la Ley 50/1997, de 27 de noviembre, del Gobierno, y en la Directiva (UE) 2015/1535 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de septiembre de 2015, por la que se establece un procedimiento de información en materia de reglamentaciones técnicas y de reglas relativas a los servicios de la sociedad de la información, así como en el Real Decreto 1337/1999, de 31 de julio, por el que se regula la remisión de información en materia de normas y reglamentaciones técnicas y reglamentos relativos a los servicios de la sociedad de la información.

Este real decreto se adopta a iniciativa de la Comisión Permanente del Hormigón y de la Comisión Interministerial Permanente de Estructuras de Acero.

En su virtud, a propuesta del Ministro de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana y de la Ministra de Industria, Comercio y Turismo, y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día 29 de junio de 2021,

DISPONGO:

Artículo único. Aprobación del Código Estructural.

Se aprueba el Código Estructural, que se inserta a continuación.

Disposición adicional primera. Normativa de prevención de riesgos laborales.

En lo relativo a los aspectos de prevención de riesgos laborales que deben tenerse en cuenta en el contenido del proyecto, en la ejecución de las estructuras y elementos estructurales de hormigón, de acero o mixtas de hormigón y acero, y en los trabajos de mantenimiento de la estructura y en su demolición o deconstrucción, se estará a lo dispuesto en la normativa específica de seguridad y salud sobre la materia y, en particular, a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, en el marco de lo dispuesto en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

Disposición adicional segunda. Sector público.

En los proyectos desarrollados para los órganos o entidades del sector público, como alternativa a las tres opciones previstas en el artículo 3 del Código Estructural para justificar que la estructura cumple las exigencias establecidas en dicho Código, se podrán adoptar soluciones técnicas de acuerdo con los procedimientos que contemplen los Eurocódigos estructurales, constituidos por las normas de la serie EN 1990 a 1999 que se refieran al ámbito de este Código y en la versión en vigor en el momento de aprobación de este Código, cuya aplicación puede considerarse un medio para demostrar el cumplimiento de las exigencias establecidas en el Código Estructural, respetando en cualquier caso su ámbito de aplicación. Cuando se publiquen actualizaciones de dichos Eurocódigos, podrán utilizarse una vez que sus correspondientes Anejos Nacionales estén publicados en la página web del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. Además, se cumplirán las prescripciones recogidas en este Código relativas a los materiales, la durabilidad, la ejecución, el control de calidad y el mantenimiento de la estructura.

Disposición transitoria única. Aplicación a proyectos y obras.

Lo dispuesto en este real decreto no será de aplicación a los proyectos cuya orden de redacción o de estudio, en el ámbito de las Administraciones públicas, o encargo, en otros casos, se hubiese efectuado con anterioridad a su entrada en vigor, ni a las obras de ellos derivadas, siempre que estas se inicien en un plazo no superior a un año para las obras de edificación, ni de tres años para las de ingeniería civil, desde dicha entrada en vigor, salvo que por el correspondiente órgano competente, o en su caso por el promotor, se acordase acomodar el proyecto al contenido del «Código estructural».

Disposición derogatoria única. Derogación normativa.

1. Quedan derogados el Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08), y el Real Decreto 751/2011, de 27 de mayo, por el que se aprueba la Instrucción de Acero Estructural (EAE).

2. Asimismo, quedan derogadas cuantas disposiciones de igual o inferior rango se opongan a lo dispuesto en este real decreto.

Disposición final primera. Título competencial.

Este real decreto se dicta al amparo de lo dispuesto en la regla 13.^a del artículo 149.1 de la Constitución, que atribuye al Estado la competencia en materia de bases y coordinación de la planificación general de la actividad económica.

Disposición final segunda. Desarrollo, ejecución y aplicación.

El titular del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana dictará las disposiciones necesarias para el desarrollo, ejecución y aplicación de este real decreto.

Disposición final tercera. Autorización para la actualización de la relación de normas del anejo 1.

Se autoriza al titular del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana para actualizar la relación de normas referenciada en el anejo 1 del Código Estructural cuando dicha actualización tenga por objeto acomodar su contenido al progreso de la técnica o a la normativa comunitaria.

Disposición final cuarta. Entrada en vigor.

El presente real decreto entrará en vigor a los tres meses de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado».

Dado en Madrid, el 29 de junio de 2021.

FELIPE R.

La Vicepresidenta Primera del Gobierno y Ministra de la Presidencia, Relaciones con las Cortes y Memoria Democrática,
CARMEN CALVO POYATO

ANEJO 30 - Reglas generales para edificación

1 Generalidades

1.1 Alcance

1.1.1 Alcance de los Anejos 30 a 32

(1) Los Anejos 30 a 32 son aplicables al proyecto de las estructuras mixtas y sus elementos mixtos en trabajos de edificación e ingeniería civil. Son conformes con los principios y requisitos relativos a la seguridad y la aptitud al servicio de las estructuras, establecidos en el Capítulo 3 del Código Estructural, así como en las bases de su cálculo y las comprobaciones dadas en el Anejo 18.

(2) Los Anejos 30 a 32 se ocupan únicamente de los requisitos de resistencia, aptitud al servicio, durabilidad y resistencia al fuego de estructuras mixtas. No se contemplan otros requisitos, como los relativos al aislamiento térmico o acústico.

(3) Los Anejos 30 a 32 están previstos ser utilizados conjuntamente con el resto de este Código Estructural.

NOTA: La numeración de los apartados de este Anejo en ocasiones no es consecutiva, a semejanza de la estructura de la correspondiente norma de Eurocódigo.

1.1.2 Alcance del Anejo 30

(1) Este anejo proporciona unas bases generales para los proyectos de estructuras mixtas junto con reglas específicas para edificación.

(2) En este anejo se tratan las siguientes materias:

Apartado 1: Generalidades

Apartado 2: Bases de cálculo

Apartado 3: Materiales

Apartado 4: Durabilidad

Apartado 5: Análisis estructural

Apartado 6: Estados Límite Últimos

Apartado 7: Estados Límite de Servicio

Apartado 8: Uniones mixtas en pórticos en edificación

Apartado 9: Losas mixtas con chapa nervada en edificación

1.2 Normativa de referencia

Las normas citadas en este Anejo deben utilizarse en la versión indicada en el Anejo 1 del Código Estructural.

1.3 Hipótesis

(1) Además de las hipótesis generales del Anejo 18, se aplicarán aquellas dadas en el apartado 1.3 de los Anejos 19 y 22.

1.5 Términos y definiciones

1.5.1 Generalidades

(1) Son de aplicación los términos y definiciones dados en el apartado 1.5 de los Anejos 18, 19 y 22.

1.5.2 Términos y definiciones de aplicación en este Anejo

1.5.2.1 Elemento mixto

Elemento estructural con componentes de hormigón y de acero estructural o conformado en frío, unidos por conectadores para limitar el desplazamiento longitudinal entre hormigón y acero y la separación de un componente respecto al otro.

1.5.2.2 Conexión

Interconexión entre los componentes de hormigón y de acero de un elemento mixto que tenga la suficiente resistencia y rigidez para que los dos componentes puedan calcularse como partes de un único elemento estructural.

1.5.2.3 Comportamiento mixto

Comportamiento que aparece después de que la conexión se haga efectiva debido al endurecimiento del hormigón.

1.5.2.4 Viga mixta

Elemento mixto sometido principalmente a flexión.

1.5.2.5 Pilar mixto

Elemento mixto sometido principalmente a compresión o a flexión compuesta.

1.5.2.6 Losa mixta

Losa en la que se utilizan inicialmente las chapas de acero perfilado como encofrado perdido y posteriormente se combinan estructuralmente con el hormigón endurecido, actuando como armadura traccionada en el forjado terminado.

1.5.2.7 Pórtico mixto

Estructura en entramado en la que alguno o todos los elementos son perfiles mixtos y la mayoría de los elementos restantes son de acero estructural.

1.5.2.8 Unión mixta

Unión entre un elemento mixto y otro elemento mixto, de acero u hormigón armado, en el que se tiene en cuenta el armado en el cálculo de la resistencia y la rigidez de la unión.

1.5.2.9 Elemento o estructura apeada

Elemento o estructura en el que el peso de los elementos de hormigón se aplica sobre los elementos de acero, que están apoyados a lo largo de la luz, o que se soporta independientemente hasta que los elementos de hormigón son capaces de resistir los esfuerzos.

1.5.2.10 Elemento o estructura no apeada

Elemento o estructura en el que el peso de los elementos de hormigón se aplica sobre los elementos de acero sin que estos estén apoyados a lo largo del vano.

1.5.2.11 Rigidez a flexión no fisurada

Rigidez $E_a I_1$ de la sección transversal de un elemento mixto donde I_1 es el momento de inercia de la sección eficaz equivalente de acero, calculada bajo la hipótesis de que el hormigón traccionado no está fisurado.

1.5.2.12 Rigidez a flexión fisurada

Rigidez $E_a I_2$ de la sección transversal de un elemento mixto donde I_2 es el momento de inercia de la sección eficaz equivalente de acero despreciando el hormigón traccionado pero incluyendo la armadura pasiva.

1.5.2.13 Pretensado

El proceso de aplicar un esfuerzo de compresión a la parte de hormigón de un elemento mixto, por medio de tendones o por deformaciones impuestas.

1.6 Notación

Para este anejo se aplicarán los siguientes símbolos:

Letras latinas mayúsculas

A	Área de la sección transversal eficaz mixta despreciando el hormigón traccionado
A_a	Área de la sección transversal de acero estructural
A_b	Área de la armadura transversal inferior
A_{bh}	Área de la armadura transversal inferior en un nervio
A_c	Área de la sección transversal de hormigón
A_{ct}	Área de la sección transversal de hormigón traccionado
A_{fc}	Área de la sección transversal del ala comprimida
A_p	Área de la sección transversal de la chapa de acero perfilado
A_{pe}	Área eficaz de la sección transversal de la chapa de acero perfilado
A_s	Área de armadura pasiva
A_{sf}	Área de armadura transversal
$A_{s,r}$	Área de armadura en la fila r
A_t	Área de armadura transversal superior
A_v	Área de cortante de una sección de acero estructural
A_l	Área cargada bajo la cartela
E_a	Módulo de elasticidad del acero estructural
$E_{c,eff}$	Módulo de elasticidad eficaz del hormigón
E_{cm}	Módulo de elasticidad secante del hormigón

E_s	Valor de cálculo del módulo de elasticidad del acero de la la armadura pasiva
$(EI)_{eff}$	Rigidez eficaz a flexión para el cálculo de la esbeltez relativa
$(EI)_{eff,II}$	Rigidez eficaz a flexión para su uso en el análisis de segundo orden
$(EI)_2$	Rigidez a flexión fisurada para el ancho unitario de la losa de hormigón o mixta
$F_{c,wc,c,Rd}$	Valor de cálculo de la resistencia a compresión transversal del revestimiento de hormigón del alma de un pilar
F_l	Esfuerzo longitudinal de cálculo por perno
F_t	Esfuerzo transversal de cálculo por perno
F_{ten}	Esfuerzo de tracción de cálculo por perno
G_a	Módulo de elasticidad transversal del acero estructural
G_c	Módulo de elasticidad transversal del hormigón
I	Momento de inercia de la sección mixta eficaz despreciando el hormigón traccionado
I_a	Momento de inercia de la sección de acero estructural
I_{at}	Módulo de torsión de Saint Venant de la sección de acero estructural
I_c	Momento de inercia de la sección de hormigón no fisurado
I_{ct}	Módulo de torsión de Saint Venant de un revestido de hormigón no fisurado
I_s	Momento de inercia de la armadura pasiva
I_1	Momento de inercia de la sección eficaz homogeneizada de acero suponiendo que el hormigón traccionado no está fisurado
I_2	Momento de inercia de la sección eficaz homogeneizada de acero despreciando el hormigón traccionado pero incluyendo la armadura
$K_e, K_{e,II}$	Coefficientes de corrección para utilizar en el cálculo de pilares mixtos
K	Rigidez relacionada con la conexión
K_β	Parámetro
K_0	Coefficiente de calibración a utilizar en el dimensionamiento de pilares mixtos
L	Longitud; luz; luz eficaz
L_e	Luz equivalente
L_i	Luz
L_0	Longitud del voladizo
L_p	Distancia del centro de una carga puntual al apoyo más cercano
L_s	Luz de cortante
L_x	Distancia de una sección transversal al apoyo más cercano
M	Momento flector
M_a	Contribución de la sección de acero estructural al momento plástico resistente de cálculo de la sección mixta
$M_{a,Ed}$	Momento flector de cálculo aplicado a la sección de acero estructural

$M_{b,Rd}$	Valor de cálculo del momento resistente a pandeo de una viga mixta
$M_{c,Ed}$	Parte del momento flector de cálculo que actúa sobre la sección mixta
M_{cr}	Momento elástico crítico para el pandeo lateral de una viga mixta
M_{Ed}	Momento flector de cálculo
$M_{Ed,i}$	Momento flector de cálculo aplicado a una unión mixta i
$M_{Ed,max,f}$	Momento flector máximo o esfuerzo interno debido a cargas de fatiga
$M_{Ed,min,f}$	Momento flector mínimo debido a cargas de fatiga
$M_{el,Rd}$	Valor de cálculo del momento elástico resistente de la sección mixta
$M_{max,Rd}$	Valor máximo de cálculo del momento resistente en presencia de una fuerza de compresión simple
M_{perm}	Momento flector más desfavorable para la combinación característica
M_{pa}	Valor de cálculo del momento plástico resistente de la sección transversal eficaz de la chapa de acero perfilado
$M_{pl,a,Rd}$	Valor de cálculo del momento plástico resistente de la sección de acero estructural
$M_{pl,N,Rd}$	Valor de cálculo del momento plástico resistente de la sección mixta teniendo en cuenta la fuerza de compresión simple
$M_{pl,Rd}$	Valor de cálculo del momento plástico resistente de la sección mixta con conexión total
$M_{pl,y,Rd}$	Valor de cálculo del momento plástico resistente en el eje $y - y$ de la sección mixta con conexión total
$M_{pl,z,Rd}$	Valor de cálculo del momento plástico resistente en el eje $z - z$ de la sección mixta con conexión total
M_{pr}	Momento plástico resistente reducido de la chapa de acero perfilado
M_{Rd}	Valor de cálculo del momento resistente de una sección mixta o unión
M_{Rk}	Valor característico del momento resistente de la sección o unión
$M_{y,Ed}$	Momento flector de cálculo aplicado a la sección mixta en el eje $y - y$
$M_{z,Ed}$	Momento flector de cálculo aplicado a la sección mixta en el eje $z - z$
N	Fuerza de compresión normal; número de ciclos de carga-descarga; número de conectadores
N_a	Valor de cálculo de la fuerza normal en la sección de acero estructural de una viga mixta
N_c	Valor de cálculo de la fuerza de compresión normal en el ala de hormigón
$N_{c,f}$	Valor de cálculo de la fuerza de compresión normal en el ala de hormigón con conexión total a rasante
$N_{c,el}$	Fuerza de compresión normal en el ala de hormigón correspondiente a $M_{el,Rd}$
$N_{cr,eff}$	Carga crítica elástica de un pilar mixto correspondiente a la rigidez eficaz a flexión
N_{cr}	Fuerza normal crítica elástica

N_{cl}	Valor de cálculo de la fuerza de compresión normal calculada para la introducción de una carga
N_{Ed}	Valor de cálculo de la fuerza de compresión normal
$N_{G,Ed}$	Valor de cálculo de la parte permanente de la fuerza de compresión normal
N_p	Valor de cálculo de la resistencia plástica de una chapa de acero perfilado a una fuerza normal
$N_{pl,a}$	Valor de cálculo de la resistencia plástica de la sección de acero estructural a la fuerza normal
$N_{pl,Rd}$	Valor de cálculo de la resistencia plástica de la sección mixta a la fuerza de compresión normal
$N_{pl,Rk}$	Valor característico de la resistencia plástica de la sección mixta a la fuerza de compresión normal
$N_{pm,Rd}$	Valor de cálculo de la resistencia del hormigón a la fuerza de compresión normal
N_R	Número de ciclos carga-descarga
N_s	Valor de cálculo de la resistencia plástica de la armadura de acero a la fuerza normal
N_{sd}	Valor de cálculo de la resistencia plástica de la armadura de acero a la fuerza normal de tracción
$P_{l,Rd}$	Valor de cálculo de la resistencia a cortante de un conector aislado correspondiente a F_l
$P_{pb,Rd}$	Valor de cálculo de la capacidad de carga a cortante de un conector
P_{Rd}	Valor de cálculo de la resistencia a cortante de un conector aislado
P_{Rk}	Valor característico de la resistencia a cortante de un conector aislado
$P_{t,Rd}$	Valor de cálculo de la resistencia a cortante de un conector aislado correspondiente a F_t
R_{Ed}	Valor de cálculo de la reacción de un apoyo
S_j	Rígidez al giro de una unión
$S_{j,ini}$	Rígidez al giro inicial de una unión
$V_{a,Ed}$	Valor de cálculo de la fuerza cortante que actúa sobre la sección de acero estructural
$V_{b,Rd}$	Valor de cálculo de la resistencia a la abolladura por cortante de un alma de acero
$V_{c,Ed}$	Valor de cálculo del esfuerzo cortante que actúa sobre el revestimiento de hormigón armado del alma
V_{Ed}	Valor de cálculo del esfuerzo cortante que actúa sobre la sección mixta
V_{ld}	Valor de cálculo de resistencia del anclaje en un extremo
$V_{l,Rd}$	Valor de cálculo de la resistencia a cortante
$V_{pl,Rd}$	Valor de cálculo de la resistencia plástica de la sección mixta a cortante
$V_{pl,a,Rd}$	Valor de cálculo de la resistencia plástica de la sección de acero estructural a cortante

$V_{p,Rd}$	Valor de cálculo de la resistencia de la losa mixta a punzonamiento
V_{Rd}	Valor de cálculo de la resistencia de la sección mixta a cortante
V_t	Reacción en el apoyo
$V_{v,Rd}$	Valor de cálculo de la resistencia de una losa mixta a cortante
$V_{wp,c,Rd}$	Valor de cálculo de la resistencia a cortante de la sección de hormigón de un pilar mixto
W_t	Valor medio de la carga de rotura
Letras latinas minúsculas	
a	Separación entre vigas paralelas; diámetro o ancho; distancia
b	Ancho del ala de la sección de acero; ancho de la losa
b_b	Ancho del fondo del nervio de hormigón
b_c	Ancho del revestimiento de la sección de acero
b_{eff}	Ancho total eficaz
$b_{eff,1}$	Ancho eficaz en el centro de un vano apoyado a ambos extremos
$b_{eff,2}$	Ancho eficaz en el apoyo interior
$b_{eff,c,wc}$	Ancho eficaz del alma de la columna comprimida
b_{ei}	Ancho del ala de hormigón a cada lado de su alma
b_{em}	Ancho eficaz de la losa de hormigón
b_f	Ancho del ala de la sección de acero
b_i	Ancho geométrico del ala de hormigón a cada lado del alma
b_m	Ancho de la losa de hormigón sobre la que se distribuye la carga
b_p	Longitud de la carga lineal concentrada
b_r	Ancho del corrugado de la chapa de acero perfilado
b_s	Distancia entre centros de corrugas de la chapa de acero perfilado
b_0	Distancia entre centros de conectadores exteriores media del ancho del nervio de hormigón (mínimo ancho para chapas nervadas cuya fibra inferior forma un ángulo obtuso con el nervio); ancho del nervio
c	Ancho del lado exterior del ala de acero; perímetro efectivo de las barras de armadura
c_y, c_z	Espesor del recubrimiento de hormigón
d	Altura libre del alma de la sección de acero estructural; diámetro del vástago de un perno conectador; diámetro total de una sección circular hueca de acero; diámetro mínimo transversal de un pilar
d_{do}	Diámetro del anillo de soldadura de un perno conectador
d_p	Distancia entre el centro de gravedad de una chapa de acero perfilado y la fibra extrema de la losa mixta comprimida

d_s	Distancia entre la armadura de acero traccionada a la fibra extrema de la losa mixta comprimida; distancia entre la armadura longitudinal traccionada y el centro de gravedad de la sección de la viga de acero
e	Excentricidad de la carga; distancia entre el centro de gravedad de la chapa de acero perfilado y la fibra extrema de la losa mixta traccionada
e_D	Distancia al borde
e_g	Distancia entre la armadura y la chapa en un extremo en un pilar mixto
e_p	Distancia de la fibra neutra plástica de la chapa de acero perfilado a la fibra extrema de la losa mixta traccionada
e_s	Distancia de la armadura pasiva traccionada a la fibra extrema traccionada de la losa mixta
f	Frecuencia propia
f_{cd}	Valor de cálculo de la resistencia a compresión del hormigón en probeta cilíndrica
f_{ck}	Valor característico de la resistencia a compresión del hormigón en probeta cilíndrica a 28 días
f_{cm}	Valor medio de la resistencia a compresión del hormigón en probeta cilíndrica
$f_{ct,eff}$	Valor medio de la resistencia eficaz a tracción del hormigón
$f_{ct,0}$	Resistencia de referencia a tracción del hormigón
f_{1ctm}	Valor medio de la resistencia a tracción del hormigón ligero
f_{sd}	Valor de cálculo del límite elástico de la armadura pasiva
f_{sk}	Valor característico del límite elástico de la armadura pasiva
f_u	Resistencia última a tracción especificada
f_{ut}	Resistencia última a tracción real de una probeta de ensayo
f_y	Valor nominal del límite elástico del acero estructural
f_{yd}	Valor de cálculo del límite elástico del acero estructural
$f_{yp,d}$	Valor de cálculo del límite elástico de una chapa de acero perfilado
f_{ypm}	Valor medio del límite elástico de una chapa de acero perfilado
f_1, f_2	Coefficientes de reducción para los momentos flectores en los apoyos
h	Canto total; espesor
h_a	Canto de la sección de acero estructural
h_c	Espesor del hormigón de revestimiento de una sección de acero; espesor del ala de hormigón; espesor de la losa de hormigón situada por encima de la cara superior de los nervios de la chapa de acero perfilado
h_f	Espesor del hormigón de las alas; espesor de los acabados
h_n	Profundidad de la fibra neutra
h_p	Canto total de la chapa de acero perfilado excluyendo resaltos

h_s	Distancia entre los centros de las alas de la sección de acero estructural; distancia entre la armadura pasiva traccionada y el centro de la compresión
h_{sc}	Altura nominal de un perno conector
h_t	Espesor total de una probeta de ensayo
k	Coefficiente de amplificación para efectos de segundo orden, coeficiente; coeficiente empírico para la resistencia a cortante de cálculo
k_c	Coefficiente
k_i	Coefficiente de rigidez
$k_{i,c}$	Incremento del coeficiente de rigidez k_i debido al revestimiento de hormigón
k_l	Coefficiente reductor para la resistencia de los pernos utilizados en chapas de acero perfilado paralelas a la viga
k_s	Rigidez al giro; coeficiente
k_{sc}	Rigidez del conector
k_{slip}	Coefficiente de reducción de la rigidez debido a la deformación de la conexión a rasante
$k_{s,r}$	Coefficiente de rigidez de una fila r de armadura longitudinal traccionada
k_t	Coefficiente de reducción de la resistencia de pernos utilizados en chapas de acero perfilado transversales a la viga
$k_{wc,c}$	Coefficiente que tiene en cuenta el efecto de tensión de compresión longitudinal en la resistencia transversal del alma de un pilar
k_ϕ	Parámetro
k_1	Rigidez a flexión del hormigón fisurado o de una losa mixta
k_2	Rigidez a flexión del alma
l	Longitud de la viga en flexión negativa medida desde el apoyo; longitud de la losa en ensayos de compresión simple
l_{bc}, l_{bs}	Longitudes de apoyos
l_0	Longitud de introducción de la carga
m	Pendiente de la curva de resistencia a fatiga; coeficiente empírico para el cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante
n	Relación de módulos; número de conectadores
n_f	Número de conectadores de conexión total a rasante
n_L	Relación de módulos dependiente del tipo de carga
n_r	Número de conectadores en una costilla o nervio
n_0	Módulo de homogeneización para cargas a edad temprana
r	Relación entre momentos de los extremos
s	Separación longitudinal entre ejes de conectadores; desplazamiento
s_t	Separación entre ejes de conectadores

ESTRUCTURAS MIXTAS DE HORMIGÓN Y ACERO

CÓDIGO ESTRUCTURAL

Real Decreto 470/2021, de 29 de junio,
por el que se aprueba el Código Estructural

- Anejo 30 - Reglas generales para edificación
 - Anejo 31 - Reglas generales.
Proyecto de estructuras sometidas al fuego
 - Anejo 32 - Reglas para puentes

DAPP Publicaciones
Jurídicas

Apdo. Correos 4004 del CP 31080
dapp@dappeditorial.es
dappeditorial.es