

CÓDIGO ESTRUCTURAL

Título 4. ESTRUCTURAS MIXTAS

Capítulo 27

Criterios generales para las estructuras mixtas hormigón-acero

Contenidos del capítulo

ARTÍCULO 109	ÁMBITO DE APLICACIÓN ESPECÍFICO RELATIVO A LAS ESTRUCTURAS MIXTAS HORMIGÓN-ACERO	3
ARTÍCULO 110	REQUISITOS ESPECÍFICOS DE LAS ESTRUCTURAS MIXTAS HORMIGÓN-ACERO	3

Artículo 109 Ámbito de aplicación específico relativo a las estructuras mixtas hormigón-acero

Este Título es aplicable a todas las estructuras y elementos mixtos, de hormigón y acero estructural, de edificación o de obra pública, de conformidad con lo indicado en el ámbito de aplicación general definido en el Artículo 2 y con las excepciones siguientes:

- aquellas cuyos elementos de hormigón presentan resistencias menores que 25 N/mm^2 , ni superiores a 60 N/mm^2 ;
- aquellas cuyos elementos de acero estructural presentan límites elásticos mayores que 460 N/mm^2 , salvo en elementos de unión (tornillos, bulones, etc.);
- cualquier otro tipo de estructura mixta compuesta por hormigón y otro material con función resistente de distinta naturaleza que el acero estructural;
- las estructuras que hayan de estar expuestas normalmente a temperaturas superiores a 70°C ;
- las estructuras mixtas realizadas con hormigones especiales no considerados explícitamente en este Código, tales como los pesados, los refractarios u otras sustancias análogas;
- las estructuras en las que la acción del pretensado se introduce mediante armaduras activas;
- las tuberías empleadas para la distribución de cualquier tipo de fluido.

Artículo 110 Requisitos específicos de las estructuras mixtas hormigón-acero

A los efectos de este Código, se definen como clases de exposición relativas a las estructuras mixtas, las recogidas en el Artículo 27 para los elementos de hormigón y en el Artículo 80 para los elementos de acero.

Capítulo 28

Propiedades tecnológicas de los materiales para las estructuras mixtas hormigón-acero

CÓDIGO ESTRUCTURAL

Capítulo 28. Propiedades tecnológicas de los materiales para las estructuras mixtas hormigón-acero

Contenidos del capítulo

ARTÍCULO 111	GENERALIDADES	3
ARTÍCULO 112	PROPIEDADES DE ELEMENTOS ESPECÍFICOS DE ESTRUCTURAS MIXTAS HORMIGÓN-ACERO	3
112.1	ELEMENTOS DE CONEXIÓN.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
112.2	CHAPA NERVADA PARA LOSAS MIXTAS EN EDIFICACIÓN	3

Artículo 111 Generalidades

Este capítulo prescribe los requisitos que deben cumplir los materiales utilizables en las estructuras mixtas hormigón-acero.

Los materiales y productos a emplear para las estructuras mixtas deberán ser conformes con lo indicado en este Código y, en particular, en los Capítulos 8 y 18 para los elementos de hormigón y de acero estructural, respectivamente.

Las propiedades de los elementos de conexión vienen definidas en el Artículo 112.

Artículo 112 Propiedades de elementos específicos de estructuras mixtas hormigón-acero

112.1 Pernos conectadores

Se denomina perno conectador al elemento metálico formado por un vástago, coronado por una cabeza cilíndrica de mayor diámetro, que soldado a piezas de acero estructural constituye la conexión de éstas con el hormigón circundante.

La altura total de los pernos conectadores no debe ser inferior, una vez soldados, a 3 veces su diámetro.

Las dimensiones de la cabeza deben cumplir que su diámetro sea mayor de 1,5 veces el diámetro del vástago y su altura 0,4 veces su diámetro.

Los pernos conectadores deberán cumplir los requisitos de la norma UNE-EN ISO 13918. Además, el acero de los mismos deberá cumplir las siguientes condiciones mecánicas, determinadas en ensayo de rotura a tracción, a temperatura ambiente, según la norma UNE-EN ISO 6892-1:

Límite elástico:	$f_{y,pernos} > 360 \text{ N/mm}^2$
Carga de rotura:	$f_{s,pernos} \geq 460 \text{ N/mm}^2$
Alargamiento en rotura:	$\epsilon_{u,pernos} > 15 \%$
Estricción:	$e > 50 \%$
Relación tensión de rotura y límite elástico:	$f_s / f_y \geq 1,20$

Además, el acero deberá haber superado satisfactoriamente el ensayo de calificación de aptitud a la soldadura, según ANSI/AWS D1.1.

112.2 Chapa nervada para losas mixtas en edificación

En el ámbito de este Código, se pueden emplear chapas nervadas fabricadas con uno de los siguientes materiales:

- acero, conforme con UNE-EN 10025,
- acero conformado en frío, conforme con UNE-EN 10149-2 o UNE-EN 10149-3,
o

CÓDIGO ESTRUCTURAL

Capítulo 28. Propiedades tecnológicas de los materiales para las estructuras mixtas hormigón-acero

c) acero galvanizado, conforme con UNE-EN 10346 o UNE-EN ISO 1461

La especificación de las características de la chapa será conforme con lo indicado en los Artículos 83 y 84 de este Código-

El valor mínimo del espesor nominal de las chapas será de 0,70 mm-

Las chapas se designarán de acuerdo con, al menos, las siguientes características:

- altura del nervio (h), que no deberá ser inferior a 45 mm,
- ancho útil (p) del nervio,
- paso o separación entre nervios (b), y
- espesor de la chapa (e).

Las chapas irán provistas de una serie de indentaciones o resaltes en su superficie de manera que el fabricante pueda garantizar su correcta adherencia al hormigón, durante su comportamiento en servicio. Dicha garantía podrá ser demostrada mediante los ensayos contemplados en el apartado B.3 del Apéndice B del Anejo 30, que permiten obtener los coeficientes a emplear en la comprobación a rasante de la sección, según el apartado 9 de dicho Anejo 30.

En el caso de que fuera necesario definirla geometría de la indentación o resalte, ésta vendrá definida por su geometría, para lo que se emplearán los siguientes parámetros:

- tamaño,
- intensidad de repetición en la chapa,
- posición en el perfil,
- longitud, y
- en su caso, orientación respecto al eje de la chapa.

Capítulo 29

Durabilidad de las estructuras mixtas hormigón-acero

Contenidos del capítulo

ARTÍCULO 113 BASES PARA LA CONSIDERACIÓN DE DURABILIDAD DE LAS ESTRUCTURAS MIXTAS HORMIGÓN-ACERO	3
--	---

Artículo 113 Bases para la consideración de durabilidad de las estructuras mixtas hormigón-acero

La durabilidad de una estructura mixta hormigón-acero es su capacidad para soportar, durante la vida útil para la que ha sido proyectada, las condiciones físicas y químicas a las que está expuesta, y que podrían llegar a provocar su degradación como consecuencia de efectos diferentes a las cargas y solicitaciones consideradas en el análisis estructural.

Una estructura mixta que sea durable debe conseguirse con una estrategia capaz de considerar todos los posibles factores de degradación de la estructura, tanto de sus elementos de hormigón, como los de acero estructural y actuar consecuentemente sobre cada una de las fases de proyecto, ejecución y uso de la estructura.

Una estrategia correcta para la durabilidad de una estructura mixta debe considerar lo establecido al efecto en los Capítulos 9 y 19, relativos a la durabilidad de los elementos de hormigón y de acero, respectivamente.

Capítulo 30
Estructuras mixtas
hormigón-acero.
Dimensionamiento y comprobación

Contenidos del capítulo

ARTÍCULO 114	COMPROBACIÓN Y DIMENSIONAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS MIXTAS HORMIGÓN-ACERO	3
ARTÍCULO 115	PROYECTO DE ESTRUCTURAS MIXTAS HORMIGÓN-ACERO FRENTE AL FUEGO	3
ARTÍCULO 116	PROYECTO DE ESTRUCTURAS MIXTAS HORMIGÓN-ACERO FRENTE AL SISMO.....	3

Artículo 114 Comprobación y dimensionamiento de las estructuras mixtas hormigón-acero

Para el análisis estructural, el dimensionamiento y la comprobación de las estructuras mixtas de hormigón-acero, el autor del proyecto empleará el conjunto de principios y reglas establecidos en los Anejos 30 a 32.

Artículo 115 Proyecto de estructuras mixtas hormigón-acero frente al fuego

En el caso de estructuras de acero que puedan estar sometidas a la acción del fuego, se estará a lo dispuesto en el Anejo 31.

Artículo 116 Proyecto de estructuras mixtas hormigón-acero frente al sismo

En el caso de estructuras mixtas de hormigón y acero que puedan estar sometidas a la acción del sismo, será de aplicación la correspondiente reglamentación específica.

Capítulo 31

Ejecución de estructuras mixtas hormigón-acero

Contenidos del capítulo

ARTÍCULO 117	FABRICACIÓN Y MONTAJE DE LA ESTRUCTURA METÁLICA	3
ARTÍCULO 118	ARMADURAS PASIVAS	3
ARTÍCULO 119	ELABORACIÓN, TRANSPORTE Y SUMINISTRO Y PUESTA EN OBRA DEL	
HORMIGÓN	3

Artículo 117 Fabricación y montaje de la estructura metálica

En relación a su ejecución, a los elementos de acero estructural de las estructuras mixtas hormigón-acero, les será de aplicación lo establecido en el Capítulo 21.

Artículo 118 Armaduras pasivas

Las armaduras pasivas que forman parte del hormigón estructural de las estructuras mixtas hormigón-acero se regirán, en materia de ejecución, por lo establecido en los artículos 48 y 49 del Capítulo 11.

Artículo 119 Elaboración, transporte y suministro y puesta en obra del hormigón

La elaboración, transporte y suministro y puesta en obra del hormigón utilizado en las estructuras mixtas hormigón-acero estará sujeta, en lo referente a su ejecución, a lo establecido en los artículos 51 a 54 del Capítulo 11.

Capítulo 32

Gestión de la calidad del proyecto de estructuras mixtas hormigón-acero

Contenidos del capítulo

ARTÍCULO 120	CRITERIOS ESPECÍFICOS PARA EL DESARROLLO DEL CONTROL DE PROYECTO DE ESTRUCTURAS MIXTAS HORMIGÓN-ACERO	3
120.1	NIVELES DEL CONTROL DE PROYECTO	3
120.2	DOCUMENTACIÓN DEL CONTROL DE PROYECTO.....	3

Artículo 120 Criterios específicos para el desarrollo del control de proyecto de estructuras mixtas hormigón-acero

120.1 Niveles del control de proyecto

Cuando la propiedad decida la realización del control de proyecto, independientemente del nivel de supervisión adoptado (supervisión normal o supervisión ampliada, acorde el apartado B.4 del Apéndice B del Anejo 18), elegirá uno de los siguientes niveles de control:

- control a nivel normal;
- control a nivel intenso.

La entidad de control identificará los aspectos que deben comprobarse y desarrollará, según el tipo de obra, una pauta de control adaptado, como la que, a título orientativo, se recoge en el Anejo 3.

La frecuencia de comprobación de los elementos mixtos compuestos por hormigón y acero, según el nivel de control adoptado, no debe ser menor que el indicado en el artículo 55.1, para los elementos de hormigón, y en el artículo 96.1, para los elementos de acero.

120.2 Documentación del control de proyecto

Cualquiera que sea el nivel de control aplicado, la entidad de control entregará a la propiedad un informe escrito y firmado por persona física, con indicación de su cualificación y cargo dentro de la entidad, cuyo contenido será equivalente al definido para las estructuras de hormigón en el apartado 55.2 de este Código.

Capítulo 33

Gestión de la calidad de los productos en estructuras mixtas hormigón-acero

CÓDIGO ESTRUCTURAL

Capítulo 33. Gestión de la calidad de los productos en estructuras mixtas hormigón-acero

Contenidos del capítulo

ARTÍCULO 121 CONTROL DE LOS PRODUCTOS EN ESTRUCTURAS MIXTAS HORMIGÓN-ACERO.....3

Artículo 121 Control de los productos en estructuras mixtas hormigón-acero

El control de la conformidad de los elementos de acero que forman parte de estructuras mixtas se realizará de conformidad con lo indicado en el Capítulo 23.

En el caso de los elementos de hormigón y elementos prefabricados, se estará a lo dispuesto en el Capítulo 13. Por su parte, para el control de los elementos conectadores se estará a lo dispuesto en el Anejo 30.

Capítulo 34

Gestión de la calidad de la ejecución de estructuras mixtas hormigón-acero

Contenidos del capítulo

ARTÍCULO 122	CRITERIOS PARA EL CONTROL DE LA CONFORMIDAD DE LA EJECUCIÓN	3
---------------------	--	----------

Artículo 122 Criterios para el control de la conformidad de la ejecución

El control de la conformidad de la ejecución de elementos de acero que forman parte de estructuras mixtas se realizará de conformidad con lo indicado en el Capítulo 24.

En el caso de los elementos de hormigón, se estará a lo dispuesto en el Capítulo 14.

Capítulo 35

Gestión de las estructuras mixtas hormigón-acero durante su vida de servicio

Contenidos del capítulo

Artículo 123 Evaluación de estructuras existentes mixtas hormigón-acero.....	3
--	---

Artículo 123 Evaluación de estructuras existentes mixtas hormigón-acero

De acuerdo con los principios establecidos en el Capítulo 6, la evaluación de estructuras existentes mixtas hormigón-acero persigue el objetivo de cuantificar los niveles de seguridad de las estructuras y estimar la vida útil residual.

Eso permite también identificar las zonas más sensibles o de mayores riesgos y, consiguientemente, orientar las correspondientes actuaciones de reparación y refuerzo, en su caso.

En paralelo con el formato de proyecto y comprobación de estructuras de nueva construcción, se mantiene el método de los Estados Límite para la evaluación de estructuras existentes mixtas hormigón-acero.

Por otra parte, en el contexto general del mantenimiento de las estructuras descrito en el Artículo 24, la comprobación de los Estados Límites de Servicio (ELS) no precisa de evaluación analítica, puesto que puede deducirse de los resultados del conjunto de inspecciones que se haya llevado a cabo en la estructura (rutinarias, principales y, en su caso, especiales).

Por lo tanto, la evaluación de las estructuras existentes mixtas hormigón-acero se ciñe al ámbito de los Estados Límite Últimos (ELU). La satisfacción de cualquiera de los estados límite últimos obedece a la comprobación de la inecuación:

$$Ed \leq Rd$$

como en el proyecto de obra nueva. En caso contrario, salvo que se plantee otro criterio de análisis estructural, deberá plantearse una intervención de refuerzo.

Por su parte, la determinación de la vida útil residual de una construcción mixta hormigón-acero consistirá en deducir el período de tiempo, desde el instante de la evaluación, en el que la estructura o alguna de sus partes tarda en alcanzar alguno de los ELS o ELU identificados ya en la fase de proyecto o bien en el instante de evaluación. Los umbrales de aceptación, tanto en ELS como en ELU, están implícitos en las bases de proyecto y, en su caso, en el programa de inspección y mantenimiento, como se explicita en el Capítulo 6 de este Código Estructural.

Para la valoración del estado de las construcciones existentes mixtas hormigón-acero, se aplicarán los criterios definidos en los Artículos 74 y 104 para los elementos de hormigón y de acero estructural, respectivamente.

Por su parte, los criterios para su reparación o refuerzo, según el caso, serán los mismos que los indicados en los Artículos 75 y 76 para los elementos de hormigón y en los Artículos 105 y 106 para los elementos de acero.

Capítulo 36

Deconstrucción de estructuras mixtas hormigón-acero

Contenidos del capítulo

Artículo 124 Criterios para la demolición y deconstrucción de estructuras mixtas
hormigón-acero..... 3

Artículo 124 Criterios para la demolición y deconstrucción de estructuras mixtas hormigón-acero

A los efectos de este Código se entiende por demolición de una estructura de mixta hormigón-acero el conjunto de procesos de desmontaje o desmantelamiento de la estructura, en su totalidad o de una parte de misma, por decisión de la propiedad y como consecuencia de la finalización de su vida de servicio.

Se entiende por deconstrucción de la estructura mixta el proceso ordenado de demolición de la estructura, de acuerdo con el correspondiente proyecto y con la finalidad de optimizar la reutilización de los propios elementos estructurales, en su caso, así como la separación, recogida selectiva y reciclado de los residuos generados.

La propiedad será responsable de disponer de un proyecto específico para las actividades de demolición incluidas en este artículo, siempre que se den cualquiera de las siguientes circunstancias:

- se trate de la demolición de una estructura como consecuencia de un accidente, incendio o sismo;
- se trate de la demolición de una estructura que incluya elementos a flexión con luces de más de 10 m, o con elementos verticales a compresión con alturas entre niveles superiores a 10 m;
- en cualquier caso, cuando se trate de una estructura mixta que incluya elementos de hormigón pretensado;
- en cualquier caso, cuando se vaya a emplear explosivos.

Sin perjuicio de lo establecido en la legislación vigente que sea de aplicación, la demolición deberá ser objeto de un proyecto específico por parte de técnicos competentes con suficientes conocimientos estructurales, de forma que se garantice la seguridad durante los procesos de ejecución de la misma.

Se deberá cuidar especialmente la seguridad del personal involucrado en las tareas de demolición, especialmente en el caso de elementos estructurales que puedan ser especialmente frágiles (como por ejemplo, puede ser el caso de algunas cubiertas), o cuando la intervención sobre la estructura sea consecuencia de una circunstancia que haya podido disminuir especialmente su nivel de seguridad (como por ejemplo, un incendio, un sismo, etc.).

El manual de mantenimiento de la estructura entregado por el autor del proyecto a la propiedad deberá recoger aquellos criterios relacionados con la tipología y solución estructural adoptada que requieran, en su caso, de consideraciones especiales en el momento de su demolición.

Los criterios a aplicar en el ámbito de este artículo serán los mismos que los indicados en el Capítulo 16 para las estructuras de hormigón y en el Capítulo 26 para las estructuras de acero.