

# **Tema 1:** ***Introducción a las estructuras de hormigón***

## **CONTENIDO:**

1.	Introducción .....	2
2.	Estructuras de hormigón estructural .....	2
2.1	Tipos de elementos de hormigón estructural .....	3
2.1.1	Elementos de hormigón en masa .....	3
2.1.2	Elementos de hormigón armado .....	4
2.1.3	Elementos de hormigón pretensado .....	6
2.2	Un poco de historia .....	8
3.	Tipologías estructurales básicas .....	8
4.	La aptitud hormigón-acero .....	10
5.	Ventajas del hormigón armado .....	11
6.	Inconvenientes del hormigón armado .....	12
7.	Marco reglamentario .....	12
8.	Enlaces web de interés .....	15

## 1. INTRODUCCIÓN

En este tema se presentan las Estructuras de Hormigón Estructural, como una introducción al estudio de esta tecnología estructural. Se da respuesta a lo que se entiende por hormigón estructural, se justifica el por qué dos materiales tan distintos, como el hormigón y el acero, colaboran para formar uno de los materiales más utilizado en el ámbito estructural, y se estudian sus ventajas e inconvenientes. Se describen brevemente los sistemas estructurales más habituales en el ámbito de la edificación y, finalmente, se presenta el marco normativo de esta tecnología y algunos enlaces web de interés.

## 2. ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL

Podemos definir una **estructura** como el conjunto de elementos conectados entre sí, que dotan a la construcción de la resistencia necesaria para mantener su forma ante un conjunto de acciones durante un período de tiempo determinado.

Para las construcciones de la Figura 1a se muestra en la Figura 1b su correspondiente estructura.



Figura 1. Construcción y su estructura

Podemos definir un **sistema estructural** como el conjunto de estos elementos resistentes (estructura) y la forma en que se consideran que trabajan.

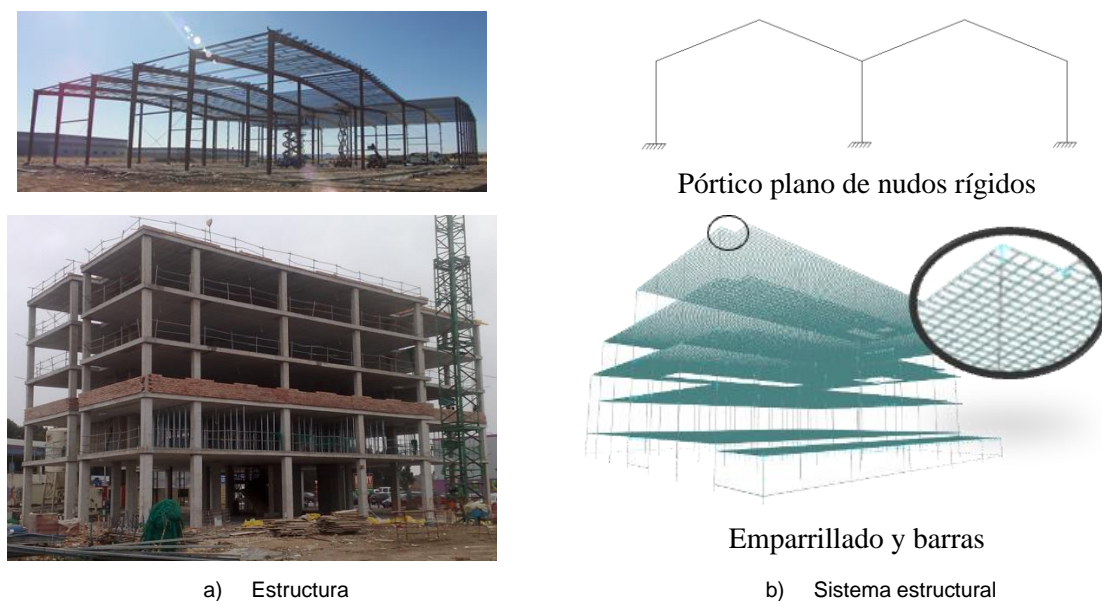


Figura 2. Estructura y uno de sus posibles sistemas estructurales

Recibe el nombre de **HORMIGÓN**, el material constituido por la mezcla, en proporciones convenientes, de **áridos**, **cemento** y **agua**. Opcionalmente, aunque actualmente es una práctica habitual, pueden utilizarse otros componentes minoritarios llamados aditivos y adiciones.

El hormigón recién fabricado, conocido como **hormigón fresco**, es un material pastoso que puede ser moldeado para adaptarse a casi cualquier geometría. Tras un proceso de **fraguado**<sup>1</sup>, que dura menos de 12 horas, el hormigón adquiere el estado sólido, conocido como **hormigón endurecido**. A partir de aquí el hormigón entra en una etapa de **endurecimiento**, siendo a los 28 días cuando se considera que ha adquirido la resistencia que se le requiere.

Hablamos de **HORMIGÓN ESTRUCTURAL** cuando nos referimos al hormigón utilizado para construir elementos estructurales, y a los elementos y a las estructuras construidas con él, los llamaremos **ELEMENTOS ó ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL**.



Figura 3. Componentes principales del hormigón: áridos, cemento y agua

## 2.1 Tipos de elementos de hormigón estructural

Los elementos de hormigón estructural se clasifican en:

- Elementos de hormigón en masa
- Elementos de hormigón armado
- Elementos de hormigón pretensado

### 2.1.1 Elementos de hormigón en masa

Los elementos estructurales construidos únicamente con hormigón reciben el nombre de elementos de **hormigón en masa** (HM).

Un elemento de hormigón en masa se obtiene vertiendo el hormigón, en estado pastoso, en el interior de un molde llamado **encofrado**, que suele ser, fundamentalmente, de madera o metálico. A este proceso se le conoce como **hormigonado**. La forma del encofrado va a depender del tipo de elemento que se desee construir.

*Otros materiales empleados en los encofrados pueden ser: el plástico, el propio hormigón, el poliestireno, la cerámica, la escayola, el fibrocemento, el cartón, etc.*



Figura 4. Hormigón en estado fresco, durante un proceso de Hormigonado.



Figura 5. Encofrado metálico de chapas plegadas

<sup>1</sup> El fraguado es el proceso por el cual el hormigón pasa del estado pastoso (hormigón fresco) al estado sólido (hormigón endurecido). Describiremos ésta, y otras propiedades del hormigón, en el tema 4 de este curso.

Un elemento de hormigón en masa presenta una muy buena resistencia a compresión, pero muy baja a tracción, de tal forma que estos elementos estructurales serán adecuados únicamente para soportar solicitaciones de compresión.

Si un elemento de hormigón en masa se solicita a flexión, se producirá su rotura con un nivel de cargas bajo en relación con otros materiales de construcción (acero, madera, ...) a igualdad de sección, y además de forma frágil, con muy poca capacidad de deformarse antes de producirse la rotura y, por tanto, con nula capacidad de aviso antes de producirse la rotura del elemento estructural.

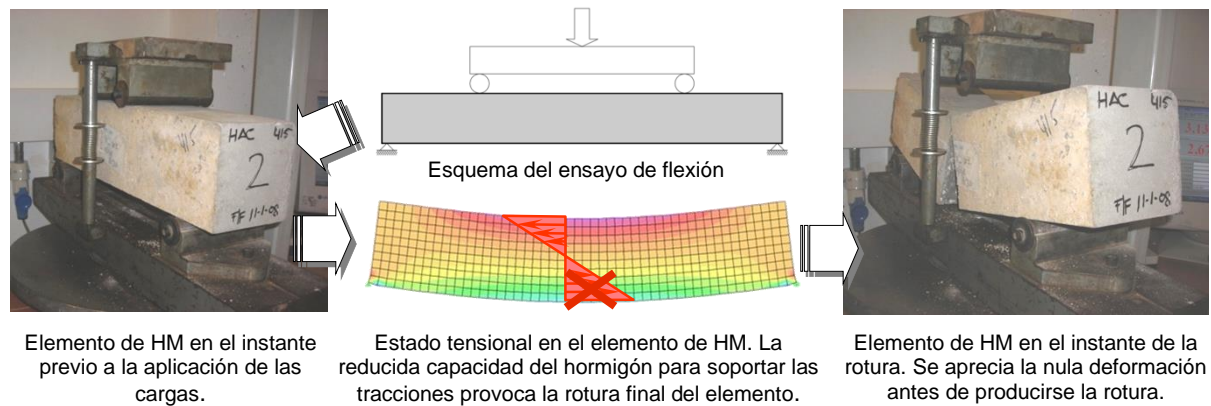


Figura 6. Ensayo de flexión de un elemento de hormigón en masa.

### 2.1.2 Elementos de hormigón armado

Con objeto de mejorar la resistencia a tracción se introducen en el hormigón barras de acero dispuestas de tal forma que absorban los esfuerzos de tracción. Estos aceros englobados en el hormigón reciben el nombre de **armaduras**.

Si las armaduras son introducidas en el hormigón sin ningún estado tensional previo se denominan **armaduras pasivas**, y los elementos estructurales construidos con hormigón y armaduras pasivas reciben el nombre de elementos de **hormigón armado (HA)**.

La construcción de un elemento de hormigón armado requiere, previo al hormigonado, de la colocación de las armaduras en el interior de los encofrados<sup>2</sup>.



Figura 7. Ejecución de un elemento de HA

En un elemento de hormigón armado las compresiones las soportará el hormigón<sup>3</sup> y las tracciones el acero, aspecto conocido como **DUALIDAD HORMIGÓN-ACERO**, obteniéndose elementos de mayor resistencia y ductilidad, con suficiente capacidad de deformarse antes de producirse la rotura y, por lo tanto, con capacidad de aviso antes de producirse la rotura del elemento estructural.

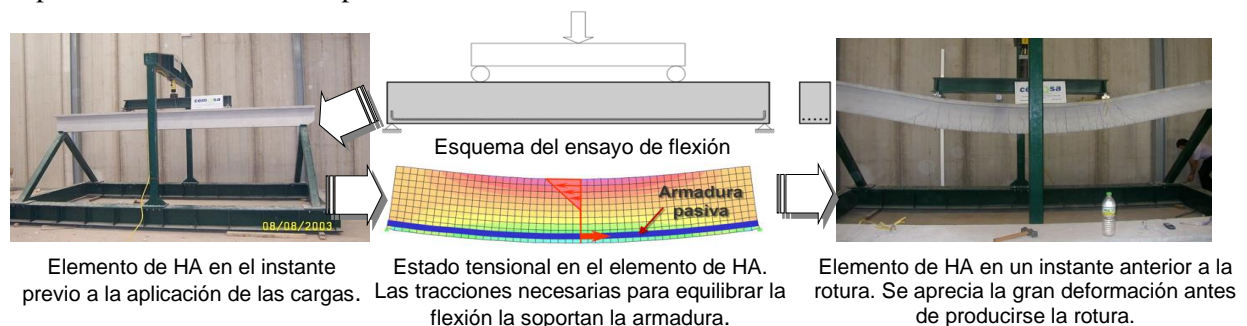


Figura 8. Ensayo de flexión de un elemento de hormigón armado.

<sup>2</sup> En algunos elementos, como los pilotes barrenados, la colocación de las armaduras se realiza posteriormente al hormigonado, cuando el hormigón está todavía en estado fresco.

<sup>3</sup> En general la compresión la podrá soportar tanto el hormigón como el acero, si también se dispone éste en la zona comprimida del elemento estructural.

Los aceros que se pueden utilizar para obtener las armaduras pasivas son:

- ❑ Barras rectas de acero corrugados
- ❑ Rollos de acero corrugados
- ❑ Alambres de acero liso, grafilado o corrugado

A partir un proceso industrial, de los aceros anteriores, se pueden obtener las armaduras normalizadas:

- ❑ Mallas electrosoldadas
- ❑ Armaduras básicas electrosoldadas en celosía

Finalmente, la armadura pasiva se obtiene tras los procesos de elaboración (enderezado, corte y doblado de las barras), armado (unión de la armadura elaborada mediante atado con alambre dúctil o soldadura) y montaje de las armaduras. Este producto final, ya colocado en obra, es la armadura pasiva.

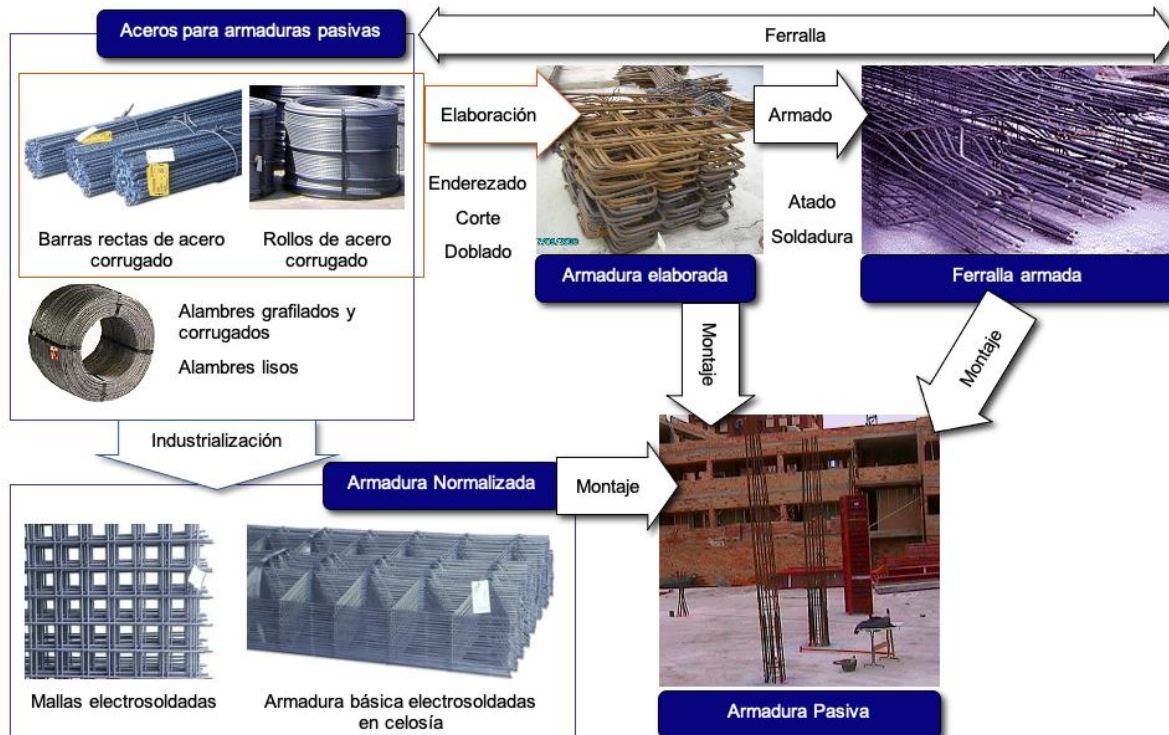


Figura 9. Tipos de aceros para armaduras pasivas.

Atendiendo a la disposición de la armadura dentro del elemento estructural se puede hacer la siguiente clasificación:

- ❑ Armaduras longitudinales: son aquellas que se disponen según el eje longitudinal de la pieza
- ❑ Armaduras transversales: son aquellas que se disponen en planos inclinados respecto al eje longitudinal de la pieza (normalmente formando un ngulo de 90° respecto al eje de la pieza).

En la Figura 10 se representa un esquema de armado habitual de una viga de hormigón armado, donde de color azul se ha representado la armadura longitudinal y de color rojo la armadura transversal, en este caso formada por cercos (en próximos temas veremos otros tipos de armaduras transversales).

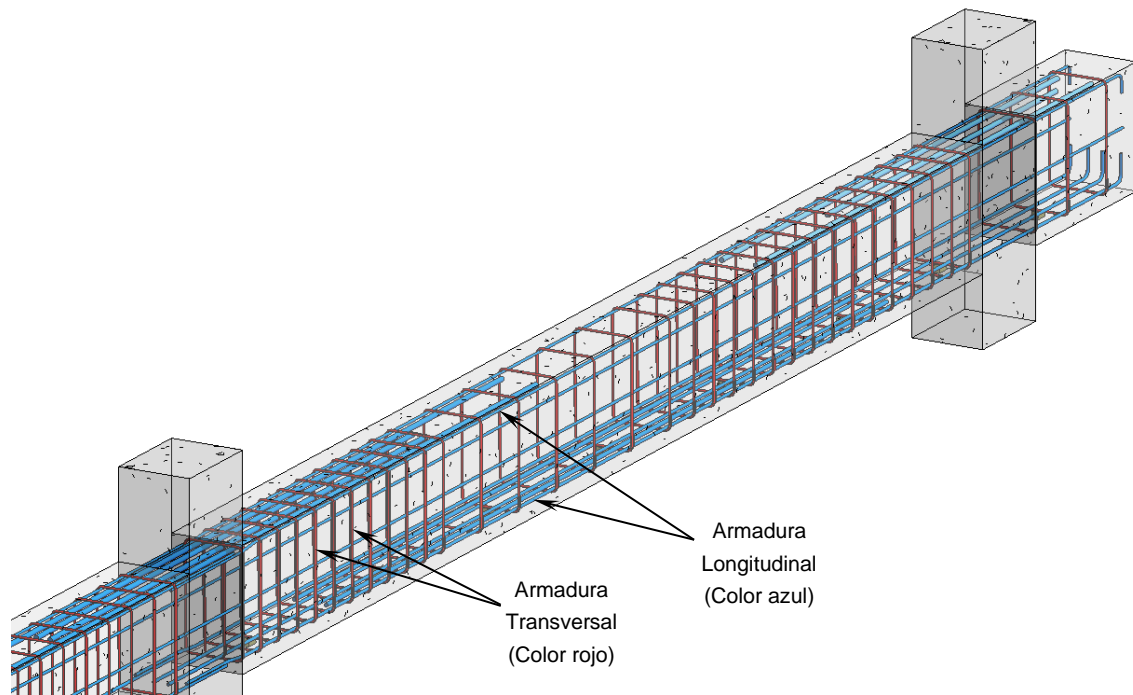


Figura 10. Clasificación de las armaduras pasivas (Vista 3D <https://skfb.ly/ovEtZ>)

### 2.1.3 Elementos de hormigón pretensado

Un posible problema que pueden presentar los elementos de hormigón armado es una excesiva fisuración. Para que las armaduras de acero dispuestas en el interior del hormigón absorban niveles de tensiones adecuados (próximos al límite elástico del acero) se tienen que producir niveles de deformación que el hormigón no puede soportar, produciéndose la fisuración de éste.

Para que no se produzca esta fisuración, o se reduzca significativamente, es posible precomprimir el hormigón antes de su puesta en carga a través de unas armaduras denominadas ARMADURAS ACTIVAS. Esta precompresión se introduce mediante un proceso denominado PRETENSADO<sup>4</sup>.

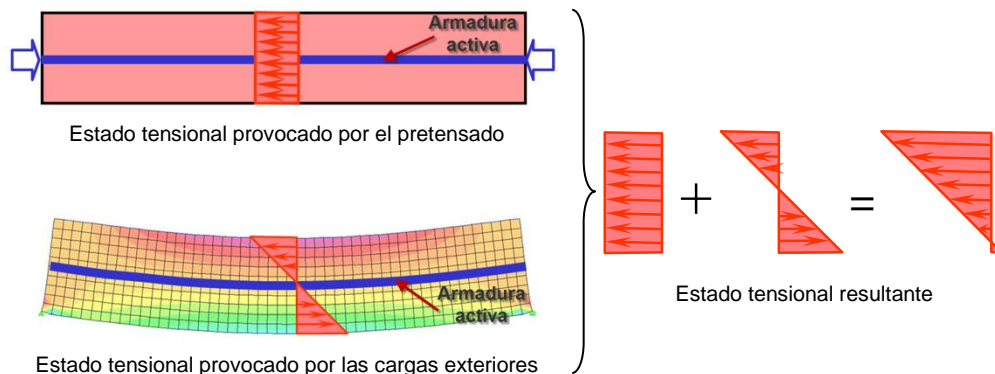


Figura 11. Esquema del estado tensional resultante del pretensado y las cargas exteriores

Los elementos estructurales construidos con hormigón y armaduras activas reciben el nombre de elementos de HORMIGÓN PRETENSADO (HP). En general, los elementos de hormigón pretensado suelen tener adicionalmente armaduras pasivas, por lo cual lo que caracteriza a un elemento de hormigón pretensado es la existencia de armadura activa.

Dependiendo del momento en el que se realiza el tesado respecto del hormigonado del elemento estructural, el pretensado puede ser:

- Con **armaduras pretesas**. El hormigonado se efectúa después de haber tesado y anclado provisionalmente las armaduras en elementos fijos (anclajes). Cuando el hormigón ha adquirido

<sup>4</sup> Se entiende por pretensado la aplicación controlada de una tensión al hormigón mediante el tesado de las armaduras activas o tendones.

suficiente resistencia, se liberan las armaduras de sus anclajes provisionales y, por adherencia, se transfiere al hormigón la fuerza previamente introducida en las armaduras.

El proceso sería el siguiente:

- ① Colocación, anclaje y tesado de armaduras, colocación del molde y, en su caso, colocación de la armadura pasiva.
- ② Hormigonado, compactación, curado y endurecimiento del hormigón.
- ③ Desmoldado.
- ④ Tras alcanzar el hormigón la resistencia suficiente, corte de armaduras activas y transferencia de la fuerza de pretensado a la pieza.

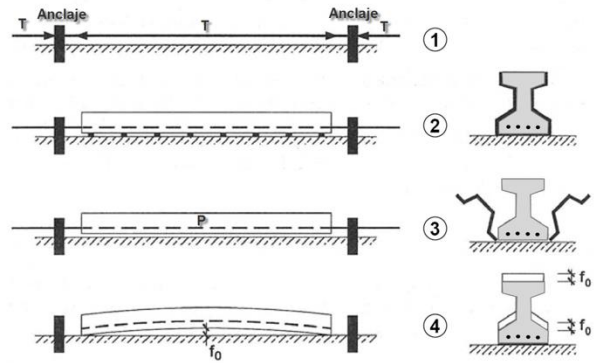


Figura 12. Fases del proceso de pretensado con armaduras pretesas

- Con **armaduras postesas**. El hormigonado se realiza antes del tesado de las armaduras activas, que normalmente se alojan en conductos o vainas. Cuando el hormigón ha adquirido suficiente resistencia se procede al tesado y anclaje de las armaduras.

El proceso sería el siguiente:



Figura 13. Proceso de tesado de las armaduras

- ① Colocación y fijación del molde.
- ② Colocación de armaduras pasivas y vainas.
- ③ Hormigonado, compactación y curado.
- ④ Envainado de tendones y desmoldado.
- ⑤ Tras alcanzar el hormigón la resistencia suficiente, tesado de armaduras.

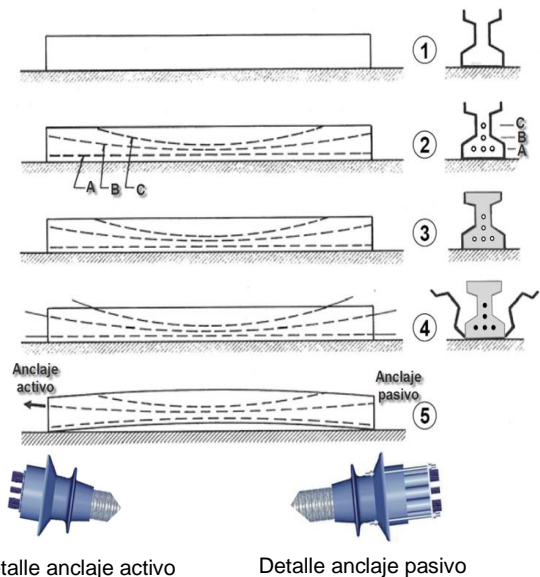


Figura 14. Fases del proceso de pretensado con armaduras postesas

Las armaduras activas pueden estar constituidas por:

- Alambres
- Barras
- Cordones (Figura 15)



Figura 15. Cordones

## 2.2 Un poco de historia

Aunque los romanos conocían ya un tipo de hormigón, en el que se utilizaba como conglomerante un cemento puzolánico de origen volcánico natural, el espectacular desarrollo de las construcciones de hormigón se inicia a mediados del siglo XIX, después del descubrimiento del cemento Portland por el francés J. Aspdin en 1824.

Las primeras construcciones de hormigón con armadura se realizaron en Francia a partir de 1855. En 1861 publicó F. Coignet las bases para construir con hormigón armado, y en 1902 Emilio Mörsch profesor de la Escuela Técnica Superior de Stuttgart, publicó un desarrollo sobre bases científicas del comportamiento del hormigón armado y, partiendo de resultados experimentales, la primera teoría para el dimensionamiento de secciones de hormigón armado. Desde esa fecha a la actualidad el progreso ha sido constante. Se puede afirmar que es el material de construcción más empleado en nuestros días.

## 3. TIPOLOGÍAS ESTRUCTURALES BÁSICAS

En este tema no se pretende realizar un estudio detallado de las distintas tipologías estructurales, sino únicamente introducirlas. El objeto es familiarizar al alumno con los elementos estructurales básicos de las estructuras de hormigón armado, que serán objeto de estudio a lo largo del curso.

En el ámbito de la edificación y las estructuras de hormigón, la tipología estructural básica es la que se muestra en la Figura 16, formado por tres tipos de elementos estructurales fundamentales:

- Elementos superficiales<sup>5</sup>, llamados forjados. Nos permite construir en horizontal, reciben las acciones exteriores (P) y las transmiten a los elementos de sustentación vertical.
- Elementos de sustentación vertical lineales, llamados pilares o soportes. Nos permiten construir en altura y transmiten las acciones a la cimentación.
- Elementos macizos que constituyen la cimentación<sup>6</sup>. Transmiten las acciones al terreno.

A grandes rasgos el funcionamiento resistente de este sistema es muy simple: los forjados reciben las cargas (P) y las transmite a los soportes, los cuales a su vez las transmiten a la cimentación, y ésta por último al terreno.

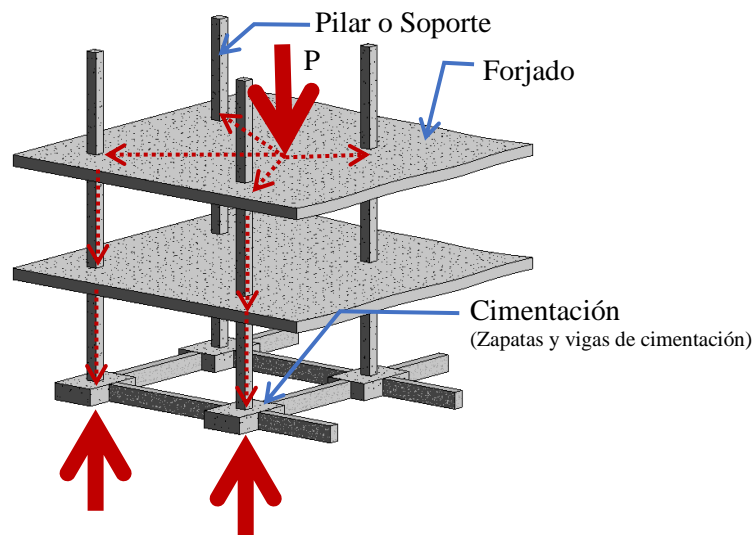


Figura 16. Sistema estructural básico (Modelo 3D <https://skfb.ly/oyD7s>)

El sistema estructural básico funciona muy bien mientras las cargas que tiene que soportar son fundamentalmente verticales. Cuando existen cargas horizontales<sup>7</sup> importantes actuando sobre los

<sup>5</sup> Formando parte de este tipo de elementos pueden existir otros elementos, como las vigas (o jácenas) o zunchos, ya sea su misión fundamental la resistente o la constructiva, los nervios, los ábacos...

<sup>6</sup> Se ha representado un tipo de cimentación de los muchos posibles, que suele ser habitual, formado por zapatas aisladas.

<sup>7</sup> Las cargas horizontales básicamente tienen como origen el viento y el sismo. Las estructuras reciben estas acciones a través de los forjados, bien directamente en el caso del sismo, o bien indirectamente, a través de los cerramientos, en el caso del viento.

forjados, fundamentalmente en edificios de altura, la rigidez horizontal de la estructura a base de soportes es insuficiente, y es necesario aumentarla introduciendo otros elementos verticales de mayor rigidez horizontal, como son las pantallas o conjuntos de pantallas denominados núcleos, según se muestra en la Figura 17. Estos últimos tienen como ventaja que se pueden disponer entorno a los huecos de escaleras o ascensores.

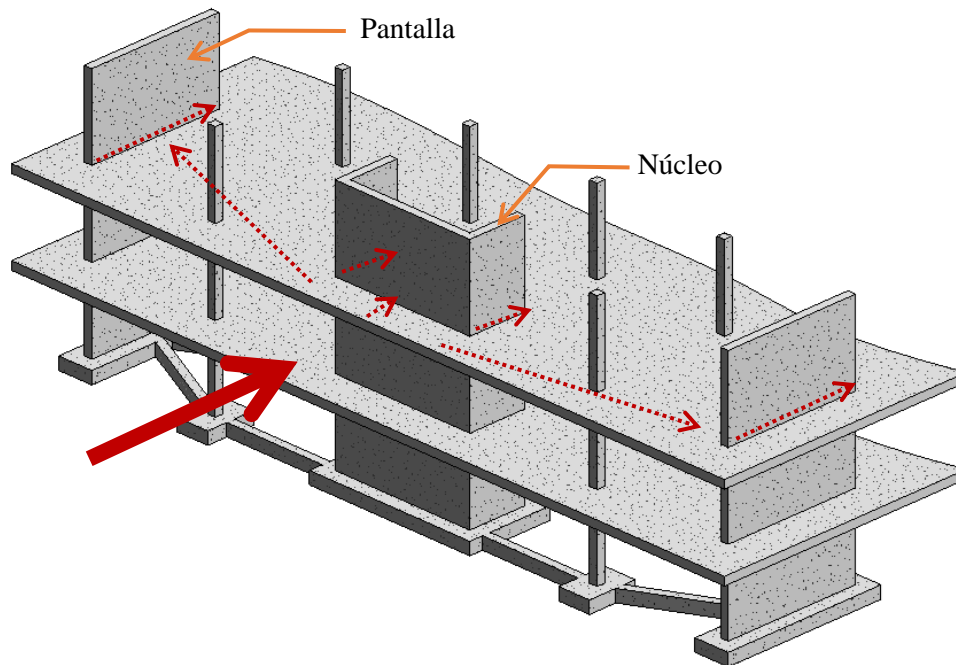


Figura 17. Sistema estructural con pantallas y núcleos (Modelo 3D <https://skfb.ly/oyDpZ>)

Otros elementos habituales en las estructuras de hormigón son los que se muestran en la Figura 18.

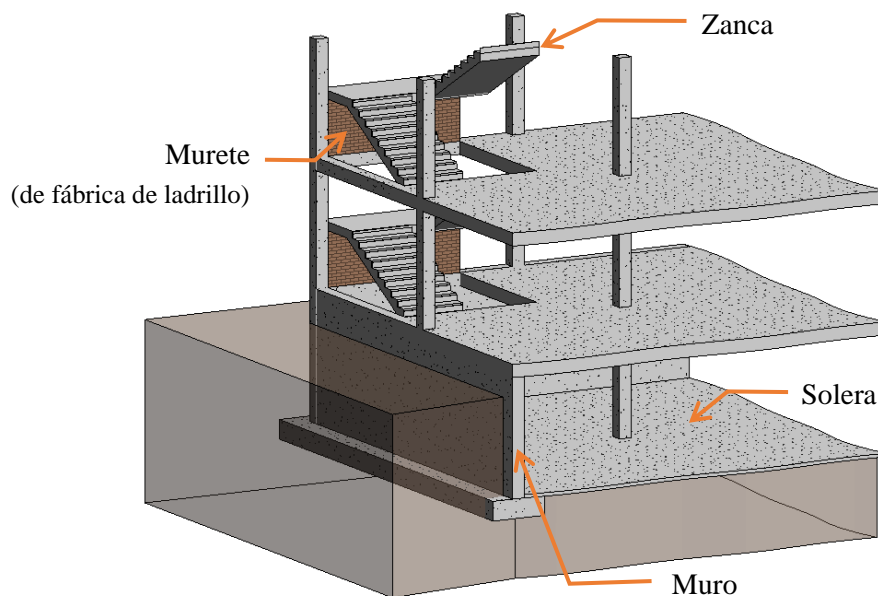


Figura 18. Otros elementos (Modelo 3D <https://skfb.ly/oyDpE>)

- ❑ Zancas. Son losas o vigas que permiten soportar las escaleras de las construcciones.
- ❑ Muros. Son elementos de contención que permiten edificar bajo el nivel de rasante del terreno, soportando los empujes de las tierras.
- ❑ Soleras. Son elementos macizos de hormigón que están directamente en contacto con el terreno y que constituyen el elemento estructural del primer nivel de piso de la construcción. Este primer

nivel puede construirse también con un forjado, dejando una cámara de aire entre el forjado y el terreno, e incluso con un elemento de cimentación maciza denominado losa de cimentación.

#### 4. LA APTITUD HORMIGÓN-ACERO

La unión de dos materiales, hormigón y acero, en el complejo denominado hormigón armado, tiene por finalidad la utilización en forma económica y racional de las características aprovechables de cada uno de ellos, eludiendo los inconvenientes que aisladamente presentan.

Las razones que han hecho posible que dos materiales tan dispares lleguen a trabajar conjuntamente con un resultado tan satisfactorio, son fundamentalmente las siguientes:

- La adherencia, que impide el deslizamiento relativo entre las barras de acero y el hormigón que las envuelve.

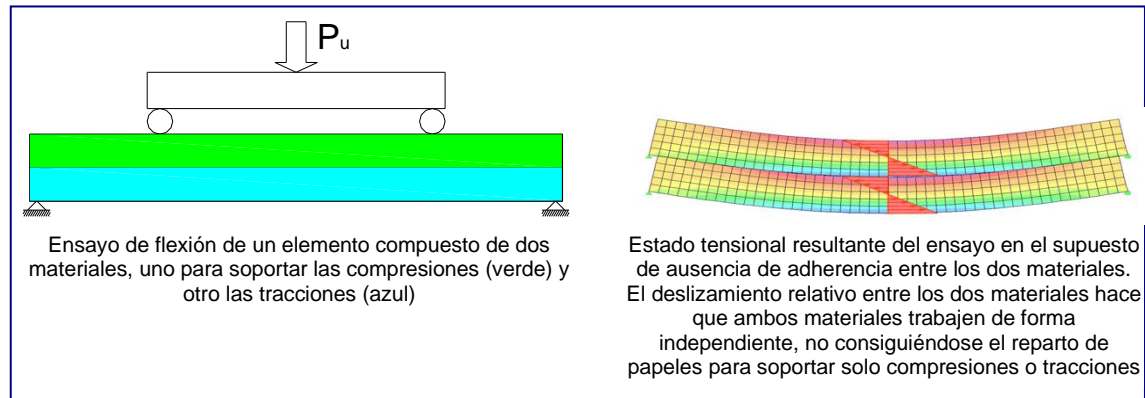


Figura 19. Ensayo a flexión de una pieza compuesta de dos materiales sin adherencia.

- La similitud entre los coeficientes de dilatación térmica del acero y del hormigón, que hace prácticamente despreciables las tensiones entre ambos materiales en los cambios de temperatura ambiente.

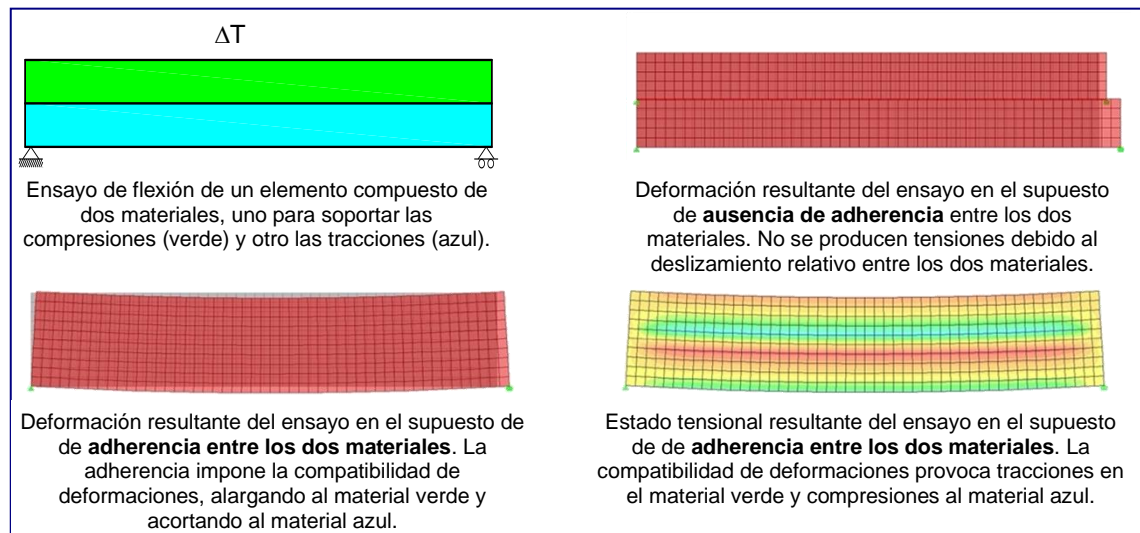


Figura 20. Ensayo donde se somete a un incremento térmico una pieza compuesta de dos materiales.

- La composición del hormigón, que protege perfectamente al acero frente a la oxidación, siempre que se recubran suficientemente las armaduras de hormigón y no se rebasen unos límites de fisuración establecidos experimentalmente, todo ello en función del tipo de agresión ambiental. La escasez de recubrimiento del acero o la excesiva fisuración puede provocar la oxidación de las armaduras comprometiéndose de esta forma la durabilidad de la estructura.



Figura 21. Oxidación de armaduras en distintos elementos estructurales por escasez de recubrimiento de las armaduras  
Para dotar de recubrimiento a las armaduras se utilizan los separadores o calzos.

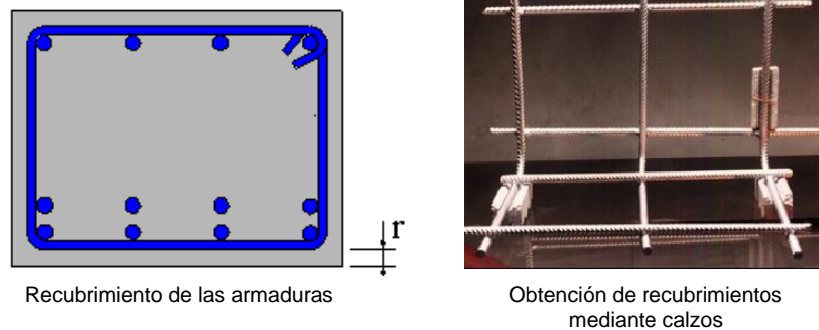


Figura 22. Uso de separadores para garantizar el recubrimiento de las armaduras

## 5. VENTAJAS DEL HORMIGÓN ARMADO

Algunas ventajas del hormigón armado frente a otros materiales podrían ser las siguientes:

- Es fácilmente moldeable. El hormigón fresco se adapta a cualquier forma de encofrado. Las armaduras pueden disponerse siguiendo las trayectorias de los esfuerzos internos. Es posible realizar así construcciones con las formas más variadas, como la cubierta del Oceanográfico de Valencia (Figura 23).
- Es el material ideal para construcciones monolíticas, sin juntas ni enlaces, proporcionando una múltiple indeterminación estática, una gran reserva de capacidad portante y un elevado grado de seguridad.
- Es resistente al fuego. El hormigón es mal conductor del calor y su coeficiente de dilatación térmica es sensiblemente igual al del acero. Es posible colocar en servicio, después de reparaciones superficiales, una obra de hormigón incendiada, si el incendio no es demasiado violento, mientras que una construcción metálica sometida al mismo siniestro no podrá, en la mayor parte de los casos, ser utilizada de nuevo.
- Es resistente a los efectos climáticos y al desgaste mecánico.



Figura 23. Cubierta de HA en forma de paraboloides hiperbólicos del Oceanográfico de Valencia (Félix Candela, 2003)

- e) Es económico (los áridos suelen ser baratos) y los gastos de mantenimiento son prácticamente nulos.
- f) Permite la obtención de elementos prefabricados. Esta característica, más que una ventaja, es que ya hoy en día no es un inconveniente con la consolidación de la tecnología de la prefabricación en hormigón (Figura 24).



Figura 24. Estructura con todos sus elementos prefabricados (pilares, vigas y correas)

## 6. INCONVENIENTES DEL HORMIGÓN ARMADO

Como todos los materiales, el hormigón presenta ciertos inconvenientes. Entre los principales podemos citar los siguientes:

- a) Elevado peso propio de la estructura, y, por consiguiente, cimentaciones más importantes, de costo más elevado que las estructuras de otros materiales, como por ejemplo las de acero o madera
- b) Limitaciones de ejecución, debidas a los siguientes hechos:
  - ❑ La fabricación del encofrado representa un trabajo de carpintería importante y costoso. Además, el encofrado permanece inmovilizado hasta que el hormigón no alcanza la resistencia adecuada (Figura 25a).
  - ❑ La armadura debe colocarse con precisión (Figura 25b).
  - ❑ El hormigón es un material "delicado" durante y después de la puesta en obra. Hay que tomar precauciones para protegerlo de las heladas o de una desecación excesivamente rápida (Figura 25c).



a) Trabajos de carpintería para la construcción de encofrados



b) Colocación de armaduras



c) Curado del hormigón

Figura 25. Limitaciones de ejecución

- c) Lo súbito de los accidentes. El hormigón, por su carácter pétreo, es un material poco dúctil, por lo que los elementos de Hormigón en Masa rompen bruscamente sin avisar, como sucede con la rotura de la pieza de la Figura 6. Los elementos de Hormigón Armado y Pretensados, si están correctamente dimensionados, por el contrario, pueden ser suficientemente dúctiles, como sucede con la rotura de la pieza de la Figura 8.
- d) Las modificaciones y la demolición de una obra de hormigón son dificultosas y caras.

## 7. MARCO REGLAMENTARIO

La Ley de Ordenación de la Edificación (LOE, Nov-99) establece los REQUISITOS<sup>8</sup> BÁSICOS de la edificación para garantizar la seguridad de las personas, el bienestar de la sociedad y la protección del medio ambiente, relativos a:

- ❑ **FUNCIONALIDAD:** Utilización; accesibilidad; acceso a los servicios de telecomunicación, audiovisuales y de la información; facilitación para el acceso de los servicios postales.
- ❑ **SEGURIDAD:** Estructural; en caso de incendio; utilización.

<sup>8</sup> Objetivos derivados de la demanda social de calidad de los edificios y cuya consecución debe procurarse tanto en el proyecto como en la construcción, mantenimiento y conservación de los mismos.

El requisito de seguridad estructural trata de asegurar que no se produzcan en el edificio, o partes del mismo, daños que tengan su origen o afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio.

- ❑ **HABITABILIDAD:** Higiene, salud y protección del medio ambiente; protección contra el ruido; ahorro de energía y aislamiento térmico; otros aspectos funcionales.

El Código Técnico de la Edificación (CTE, Mar-06) establece las **EXIGENCIAS<sup>9</sup> BÁSICAS** para cumplimentar los **REQUISITOS BÁSICOS** de seguridad y habitabilidad:

- ❑ relativos a la seguridad

- ⌘ **SE:** Seguridad estructural.

- Exigencia básica SE 1: Resistencia y estabilidad.

La resistencia y la estabilidad serán las adecuadas para que no se generen riesgos indebidos, de forma que se mantenga la resistencia y la estabilidad frente a las acciones e influencias previsibles durante las fases de construcción y usos previstos de los edificios, y que un evento extraordinario no produzca consecuencias desproporcionadas respecto a la causa original y se facilite el mantenimiento previsto.

- Exigencia básica SE 2: Aptitud al servicio.

La aptitud al servicio será conforme con el uso previsto del edificio, de forma que no se produzcan deformaciones inadmisibles, se limite a un nivel aceptable la probabilidad de un comportamiento dinámico inadmisibles y no se produzcan degradaciones o anomalías inadmisibles.

- ⌘ **SI:** Seguridad en caso de incendio<sup>10</sup>.

- Exigencia básica SI 1 - Propagación interior.
    - Exigencia básica SI 2 - Propagación exterior.
    - Exigencia básica SI 3 – Evacuación de ocupantes.
    - Exigencia básica SI 4 - Instalaciones de protección contra incendios.
    - Exigencia básica SI 5 - Intervención de bomberos.
    - Exigencia básica SI 6 – Resistencia al fuego de la estructura.

- ⌘ **SU:** Seguridad de utilización.

- ❑ relativos a la habitabilidad.

- ⌘ **HS:** Salubridad. Higiene, salud y protección medioambiental.

- ⌘ **HR:** Protección contra el ruido.

- ⌘ **HE:** Ahorro de energía.



9 Características genéricas, funcionales y técnicas de los edificios que permiten satisfacer los requisitos básicos de la edificación.

10 La **estructura portante** mantendrá su **resistencia al fuego** durante el **tiempo necesario** para que puedan cumplirse las anteriores exigencias básicas.

**DOCUMENTOS BÁSICOS:**

Establecen **reglas** y **procedimientos** que permitan cumplir las exigencias básicas. La correcta aplicación del DB supone que se satisface el correspondiente requisito básico.

**SEGURIDAD ESTRUCTURAL:**

- DB-SE: Bases de cálculo.
- DB-SE-AE: Acciones en la edificación.
- DB-SE-C: Cimientos.
- DB-SE-A: Acero.
- DB-SE-F: Fábrica.
- DB-SE-M: Madera.
- DB-SI: Seguridad en caso de incendio.



Describen las bases y los principios para el **cálculo** de las estructuras. La **ejecución**, la **utilización**, la **inspección** y el **mantenimiento** se tratan en la medida en la que afectan a la elaboración del proyecto.

Además, deberán tenerse en cuenta las especificaciones de la normativa siguiente:

- NCSR 02. Norma de Construcción Sismorresistente: Parte general y edificación.
- EHE 08: Queda derogada por el CODIGO ESTRUCTURAL.
- CÓDIGO ESTRUCTURAL: Entra en vigor en noviembre de 2021.



Nov-21

Y a nivel europeo:

- **EUROCÓDIGOS.**

- Eurocódigo 1. Bases de proyecto y acciones sobre las estructuras.
- Eurocódigo 2. Proyecto de estructuras de hormigón.
- Eurocódigo 3. Proyecto de estructuras de acero.
- Eurocódigo 4. Proyecto de estructuras mixtas de hormigón y acero.
- Eurocódigo 5. Proyecto de estructuras de madera.
- Eurocódigo 6. Proyecto de estructuras de mampostería.
- Eurocódigo 7. Proyecto geotécnico.
- Eurocódigo 8. Reglas de proyecto para la resistencia al sismo de las estructuras.
- Eurocódigo 9. Proyecto de estructuras de aluminio.



- **Código Modelo CEB-FIB para hormigón estructural.**



## 8. ENLACES WEB DE INTERÉS



**CPH.** Comisión Permanente del Hormigón.

<https://www.mitma.gob.es/organos-colegiados/comision-permanente-del-hormigon/cph>.



**ACHE.** Asociación Científico-Técnica del Hormigón Estructural.

[www.e-ache.net](http://www.e-ache.net).



**IECA.** Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones.

[www.ieca.es](http://www.ieca.es).



**ANEFHOP.** Asociación Nacional Española Fabricantes de Hormigón Preparado.

[www.anefhop.com](http://www.anefhop.com).



**ANDECE.** Asociación Nacional de la Industria del Prefabricado de Hormigón

<https://www.andece.org>.



**ACIES.** Asociación de Consultores de Estructuras de Edificación.

<https://www.acies.es>.

Asociación de Consultores de Estructuras de Edificación

### BIBLIOGRAFÍA:

- ❑ EHE-08. Instrucción de Hormigón Estructural.
- ❑ CÓDIGO ESTRUCTURAL.
- ❑ CTE. Código Técnico de la Edificación.
- ❑ DB-SE: Bases de cálculo.
- ❑ DB-SE-AE: Acciones en la edificación.
- ❑ DB-SE-C: Cimientos.
- ❑ DB-SI: Seguridad en caso de incendio.
- ❑ Calavera, J. “Proyecto y Cálculo de Estructuras de Hormigón (en masa, armado y pretensado)”. INTEMAC.
- ❑ Jiménez Montoya y otros. “Hormigón armado”. GG.
- ❑ Calavera, J. “Cálculo, construcción patología y rehabilitación de forjados de edificación”. INTEMAC.