

INTRODUCCIÓN A LA CONSTRUCCIÓN

GRADO EN ARQUITECTURA . CURSO 1º

TEMA 2.4.2

TECNOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS: EL HORMIGÓN EN MASA Y ARMADO

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS
UNIVERSIDAD DE GRANADA



LA CONSTRUCCIÓN EN HORMIGÓN

- **EL HORMIGÓN**

 - ANTECEDENTES

 - CONCEPTOS. COMPOSICIÓN. TIPOS

 - CARÁCTERÍSTICAS Y PROPIEDADES. USOS

- **NORMATIVA**

 - INSTRUCCIÓN EHE-08 DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL

 - CTE DB-SE SEGURIDAD ESTRUCTURAL

 - CTE DB-SE-AE ACCIONES EN LA EDIFICACIÓN

 - INSTRUCCIÓN RC-16 PARA LA RECEPCIÓN DE CEMENTOS

- **CARÁCTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES**

 - CEMENTO. ÁRIDOS. ADITIVOS. ARMADURAS

- **FABRICACIÓN. PUESTA EN OBRA. CONTROL**

 - FABRICACIÓN. TRANSPORTE. PUESTA EN OBRA. CURADO

 - TRATAMIENTOS SUPERFICIALES

 - CONTROL DE MATERIALES. CONTROL DE EJECUCIÓN

- **ENCOFRADOS**

EL HORMIGÓN. ANTECEDENTES

ROMA

Piedra (bolos, cantos, sillares...) amasada con cemento natural (puzolana)
Muro romano.

1824

ASPDIN obtiene por primera vez un cemento artificial. Su producción industrial se inicia en 1840 con la fábrica de JOHNSON.

1847

COIGNET proyecta el primer encofrado para dar forma al hormigón en masa, reforzado con perfiles metálicos (terraza en Saint-Denis construida en 1852).

1848

LAMBOT proyecta una barca de hormigón armado que se construye en 1855.

1878

MONIER patenta la primera viga de hormigón armado. Antes ha construido jardineras y el primer depósito de agua.

1914

LE CORBUSIER proyecta la primera casa prefabricada de hormigón armado.

1928

FREYSSINET crea el hormigón pretensado.

EL HORMIGÓN. CONCEPTOS

- **DEFINICIÓN**

Conglomerado pétreo hidráulico, compuesto de arena y grava (áridos) aglomerados con cemento, activado mediante su mezcla con agua, a través de los procesos de fraguado y endurecimiento

- **COMPONENTES**

ÁRIDOS: Arena -FINOS-, grava y gravilla -GRUESOS-. (INERTES)

CEMENTO. (MATERIAL ACTIVO)

AGUA. Activa el proceso de fraguado

ADITIVOS. En pequeñas dosis provocan diferentes respuestas (acelerantes, retardantes, hidrófugos, plastificantes, colorantes, etc.)

ARMADURAS. En hormigón armado -PASIVAS- y pretensado -ACTIVAS-

- **TIPOS DE HORMIGÓN**

EN MASA (HM) . ARMADO (HA) . PRETENSADO (HP)

INTRODUCCIÓN A LA CONSTRUCCIÓN . GRADO EN ARQUITECTURA

TECNOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS: EL HORMIGÓN EN MASA Y ARMADO

TIPOS DE HORMIGÓN

Hormigón ordinario	También se suele referir a él denominándolo simplemente hormigón. Es el material obtenido al mezclar cemento portland, agua y áridos de varios tamaños, superiores e inferiores a 5 mm, es decir, con grava y arena. ¹⁷
Hormigón en masa	Es el hormigón que no contiene en su interior armaduras de acero. Este hormigón solo es apto para resistir esfuerzos de compresión. ¹⁷
Hormigón armado	Es el hormigón que en su interior tiene armaduras de acero, debidamente calculadas y situadas. Este hormigón es apto para resistir esfuerzos de compresión y tracción. Los esfuerzos de tracción los resisten las armaduras de acero. Es el hormigón más habitual. ¹⁷
Hormigón pretensado	Es el hormigón que tiene en su interior una armadura de acero especial sometida a tracción. ¹⁷ Puede ser pre-tensado si la armadura se ha tensado antes de colocar el hormigón fresco o post-tensado si la armadura se tensa cuando el hormigón ha adquirido su resistencia.
Mortero	Es una mezcla de cemento, agua y arena (árido fino), es decir, un hormigón normal sin árido grueso. ⁷
Hormigón ciclópeo	Es el hormigón que tiene embebidos en su interior grandes piedras de dimensión no inferior a 30 cm. ¹⁷
Hormigón sin finos	Es aquel que sólo tiene árido grueso, es decir, no tiene arena (árido menor de 5 mm). ¹⁷
Hormigón aireado o celular	Se obtiene incorporando a la mezcla aire u otros gases derivados de reacciones químicas, resultando un hormigón baja densidad. ¹⁷
Hormigón de alta densidad	Fabricados con áridos de densidades superiores a los habituales (normalmente barita, magnetita, hematita...) El hormigón pesado se utiliza para blindar estructuras y proteger frente a la radiación.

EL HORMIGÓN. CARACTERÍSTICAS

- **VENTAJAS**

RESISTENCIA

CARÁCTER FORMACEO

MONOLITISMO

ADHERENCIA

IMPERMEABILIDAD

CARÁCTER BÁSICO O ALCALINO

RESISTENCIA AL FUEGO

DURABILIDAD

ECONOMÍA



Inhibe la corrosión de armaduras

- **INCONVENIENTES**

TIEMPO necesario para su puesta en carga

CLIMA. Sensible a las temperaturas extremas para el fraguado

PESO especialmente en la fase de hormigón fresco

RETRACCIÓN HIDRÁULICA. Exige la disposición de juntas de hormigonado

EL HORMIGÓN. PROPIEDADES

- **PROPIEDADES HORMIGÓN FRESCO**

DOCILIDAD. Facilidad de transporte y colocación en obra

CONSISTENCIA. Resistencia a la deformación del hormigón fresco

Seca . Plástica . Blanda . Fluida . Líquida

COMPACTABILIDAD. Facilidad de la masa de rellenar los huecos

TAMAÑO MÁXIMO de árido

- **PROPIEDADES HORMIGÓN FRAGUADO Y ENDURECIDO**

RESISTENCIA MECÁNICA

DEFORMABILIDAD

PERMEABILIDAD

ADHERENCIA

- **USOS**

HORMIGÓN ESTRUCTURAL

HORMIGÓN NO ESTRUCTURAL

INTRODUCCIÓN A LA CONSTRUCCIÓN . GRADO EN ARQUITECTURA

TECNOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS: EL HORMIGÓN EN MASA Y ARMADO

EL HORMIGÓN. NORMATIVA: INSTRUCCIÓN EHE-08. HORMIGÓN ESTRUCTURAL

“La Instrucción de Hormigón Estructural, EHE-08, es el marco reglamentario por el que se establecen las exigencias que deben cumplir las estructuras de hormigón 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.

Las exigencias deben cumplirse en el proyecto y la construcción de las estructuras de hormigón, así como en su mantenimiento.

Esta Instrucción supone que el proyecto, construcción y control de las estructuras que constituyen su ámbito de aplicación son llevados a cabo por técnicos y operarios con los conocimientos necesarios y la experiencia suficiente. Además, se da por hecho que dichas estructuras estarán destinadas al uso para el que hayan sido concebidas y serán adecuadamente mantenidas durante su vida de servicio.” (del art. 1 Objeto, de la EHE-08).

Es de aplicación al proyecto, ejecución, control y mantenimiento de todas las estructuras y elementos de hormigón estructural. Se establecen algunas excepciones en su aplicación, entre las que merecen destacarse las siguientes:

- Estructuras y elementos estructurales mixtos de hormigón y acero estructural o de hormigón y cualquier otro material de distinta naturaleza y función resistente.

- Tuberías de hormigón para el transporte de fluidos.

- Las estructuras que vayan a estar expuestas normalmente a más de 70° C.

La Instrucción está compuesta por el articulado general y un conjunto de Anejos donde se formulan regulaciones de situaciones específicas (cálculos simplificados, tolerancias, aspectos constructivos de forjados unidireccionales y losas alveolares prefabricados, ...) y recomendaciones de uso (estructuras sujetas a acciones sísmicas, mejoras en las condiciones de protección ante el fuego y de durabilidad, elección del tipo de cemento para hormigones estructurales, ...).

EL HORMIGÓN. CARÁCTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

- **CEMENTO**

Conglomerante formado a partir de una mezcla calcinada de caliza y arcilla (CLINKER), molturada finamente y adicionada con sulfato cálcico (YESO), que endurece (fragua) en contacto con el agua (conglomerante hidráulico).

CUALIDADES.

Mezclado con agua se solidifica y endurece.

REGULACIÓN para su EMPLEO en CONSTRUCCIÓN.

Pliego de Recepción del Hormigón RC-16.

CLASIFICACIÓN por ENDURECIMIENTO - EHE-08.

Endurecimiento LENTO - 32.5 N

Endurecimiento NORMAL - 32.5 R / 42.5 N

Endurecimiento RÁPIDO - 42.5 R / 52.5 N / 52.5 R

EL HORMIGÓN. CARÁCTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

- **AGUA**

CARACTERÍSTICAS DEL AGUA A EMPLEAR.

Idénticas consideraciones a las realizadas para el agua del MORTERO.

- **ÁRIDOS**

Arenas y gravas de cantera, de machaqueo o escorias.

DENOMINACIÓN: d/D - IL - N

d/D – Tamaño mínimo y máximo del árido.

IL – Forma de presentación.

N – Naturaleza del árido

- **ADITIVOS Y ADICIONES**

**Permiten obtener o mejorar determinadas características del hormigón:
rapidez o retardado de fraguado, aspecto...**

Deben ser INORGÁNICOS.

Los aditivos deben ser < 5% del peso de cemento

Las adiciones las regulan los art. 29 y 30 de la EHE-08.

EL HORMIGÓN. CARÁCTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

• ARMADURAS PASIVAS

Armaduras normalizadas, elaboradas (ferralla) con misión estructural, puestas en obra en los moldes o encofrados (art. 33 EHE-08).

TIPOS

Barras rectas / Rollos de acero corrugado soldable / Alambre de acero corrugado o grafilado soldable / mallas electro-soldadas / Alambres lisos de acero soldable (sólo para conexión).

DIÁMETROS

6 / 8 / 10 / 12 / 14 / 16 / 20 / 25 / 32 / 40

DENOMINACIÓN: Tipo / f_y / Ductilidad

B - barras corrugadas

f_y - límite elástico: ≥ 400 ó 500 N/mm².

Ductilidad: S (normal) / SD (alta -sismo-) / T (baja)

• ARMADURAS ACTIVAS.

Acero de alta resistencia para tensar.

TIPOS

Alambres / Barras / Cordones.

REGULACIÓN

Art. 38 EHE-08.

EL HORMIGÓN. CARÁCTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

- **MEZCLA / HORMIGÓN FRESCO**

RESISTENCIA (art. 31.4 EHE-08)

≥ 20 N/mm² – Hormigones en masa

≥ 25 N/mm² – Hormigones armados

DOCILIDAD (art. 31.5 EHE-08)

Consistencia	Asiento en cono de Abrams (cm)	Compactación
Seca	0-2	Vibrado
Plástica	3-5	Vibrado
Blanda	6-9	Picado con barra
Fluida	10-15	Picado con barra
Líquida	16-20	Picado con barra



DURABILIDAD (art. 37 EHE-08)

La durabilidad de una estructura de hormigón 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 sollicitaciones consideradas en el análisis estructural.

EL HORMIGÓN. FABRICACIÓN, TRANSPORTE Y PUESTA EN OBRA

- **FABRICACIÓN**

EN OBRA: Amasado a mano / Amasado a máquina
EN CENTRAL

- **TRANSPORTE**

Discontinuo: Por CUBETAS (vertido por salida oblicua)
Continuo: Por CANALETA
Por CINTA TRANSPORTADORA
Por BOMBEO: NEUMÁTICO

- **PUESTA EN OBRA**

Picado y apisonado / vibrado / centrifugado
Por vacío / inyectado / proyectado -Gunitado- / bajo el agua / etc.

- **HORMIGONADO EN TIEMPO FRÍO O CALUROSO**

- **JUNTAS DE HORMIGONADO (Retracción hidráulica)**

- **CURADO DEL HORMIGÓN**

Por vapor: En cámara húmeda
Por agua: En piscina o por riego

EL HORMIGÓN. CONTROL DE CALIDAD

- **CONTROL DE CALIDAD DEL PROYECTO** (Art. 82. EHE-08)
Realizado por una ENTIDAD DE CONTROL
CONTROL A NIVEL NORMAL
CONTROL A NIVEL INTENSO
- **CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES** (Arts. 83-91. EHE-08)
CONTROL AL 100%
CONTROL ESTADÍSTICO
CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO
- **CONTROL DE LA EJECUCIÓN DE LA ESTRUCTURA** (Arts. 92-102. EHE-08)
ENSAYOS PREVIOS / ENSAYOS DE CONTROL / ENSAYOS DE INFORMACIÓN
Realizados por un LABORATORIO HOMOLOGADO
CONTROL DE LA EJECUCIÓN A NIVEL NORMAL
CONTROL DE LA EJECUCIÓN A NIVEL INTENSO
LOTES DE EJECUCIÓN
PRUEBA DE CARGA (Art. 101.2. EHE-08)
CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

EL HORMIGÓN. TRATAMIENTOS SUPERFICIALES. ENCOFRADOS

- **TRATAMIENTOS SUPERFICIALES DEL HORMIGÓN**

HORMIGÓN PARA REVESTIR

HORMIGÓN VISTO

CHORRO DE ARENA / RASCADO / PULIDO / LAVADO O ENGRAVILLADO

- **ENCOFRADOS**

CIMBRA + MOLDE

Resistente / Estanco / No adherente / De fácil desencofrado / De fácil montaje

MATERIALES: **Madera**
 Contrachapado
 Metálico

Especial: Túnel / Deslizante / Tubo / etc.

SOPORTE o CIMBRA: **Durmientes / puntales / sopandas**

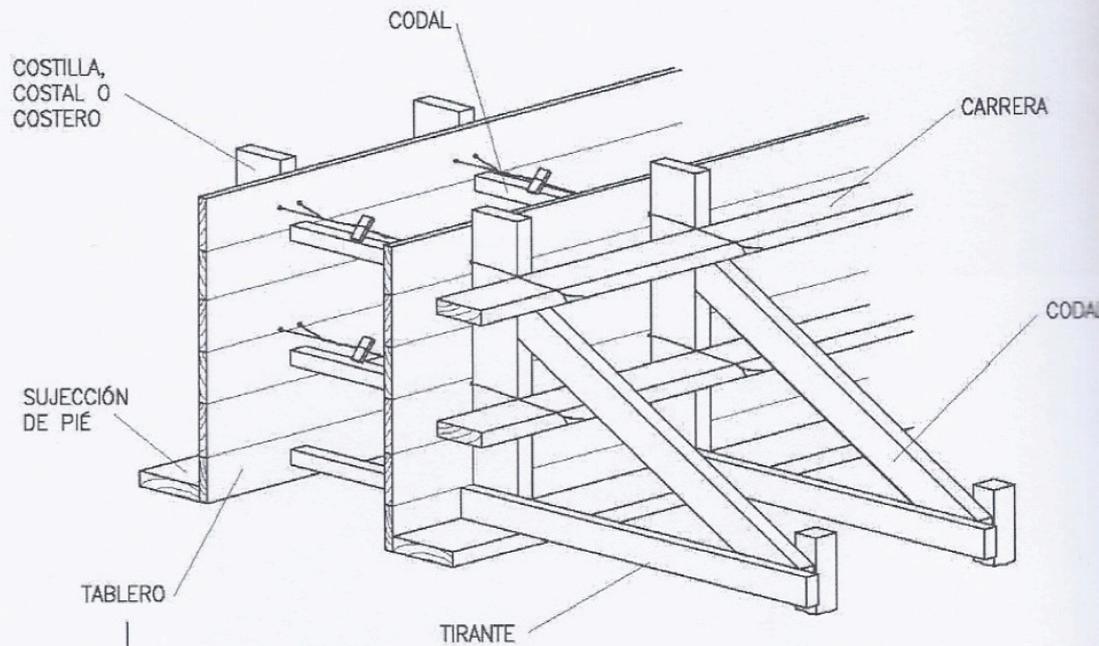
MOLDE o ENCOFRADO: **Fondo / Costero / Latiguillos**

DESENCOFRANTES

INTRODUCCIÓN A LA CONSTRUCCIÓN . GRADO EN ARQUITECTURA

TECNOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS: EL HORMIGÓN EN MASA Y ARMADO

ENCOFRADOS . CIMIENTOS



SE PUEDE FORMAR CON TABLERO MACHIEMBRADO:

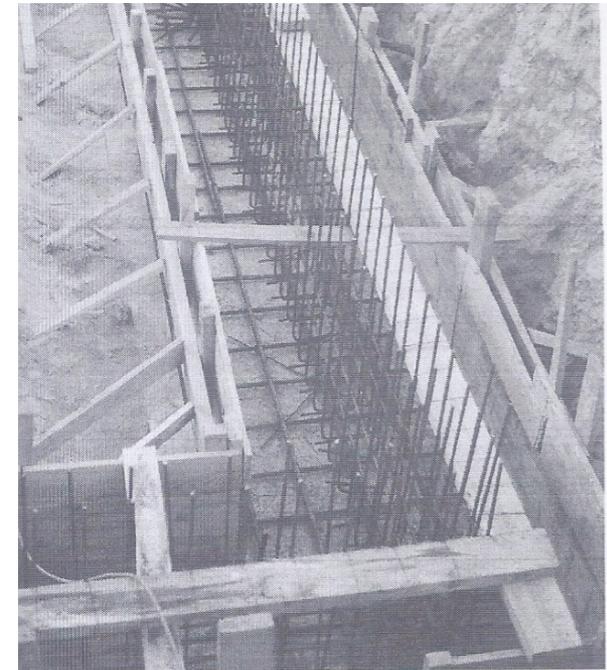
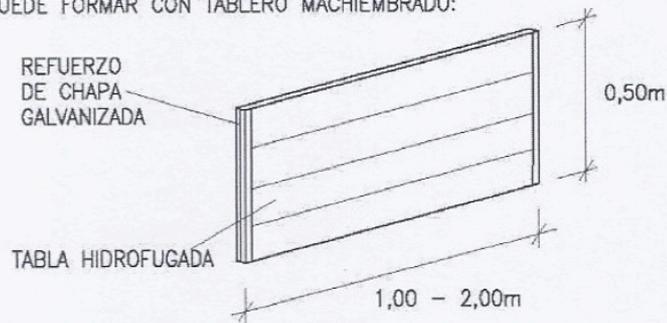


Figura 3.14. ZAPATA CORRIDA ENCOFRADA CON MADERA.

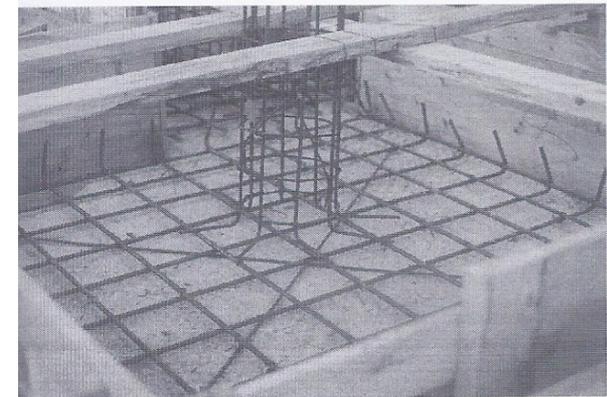


Figura 3.15. ZAPATA AISLADA ENCOFRADA CON MADERA.

INTRODUCCIÓN A LA CONSTRUCCIÓN . GRADO EN ARQUITECTURA

TECNOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS: EL HORMIGÓN EN MASA Y ARMADO

ENCOFRADOS . PILARES

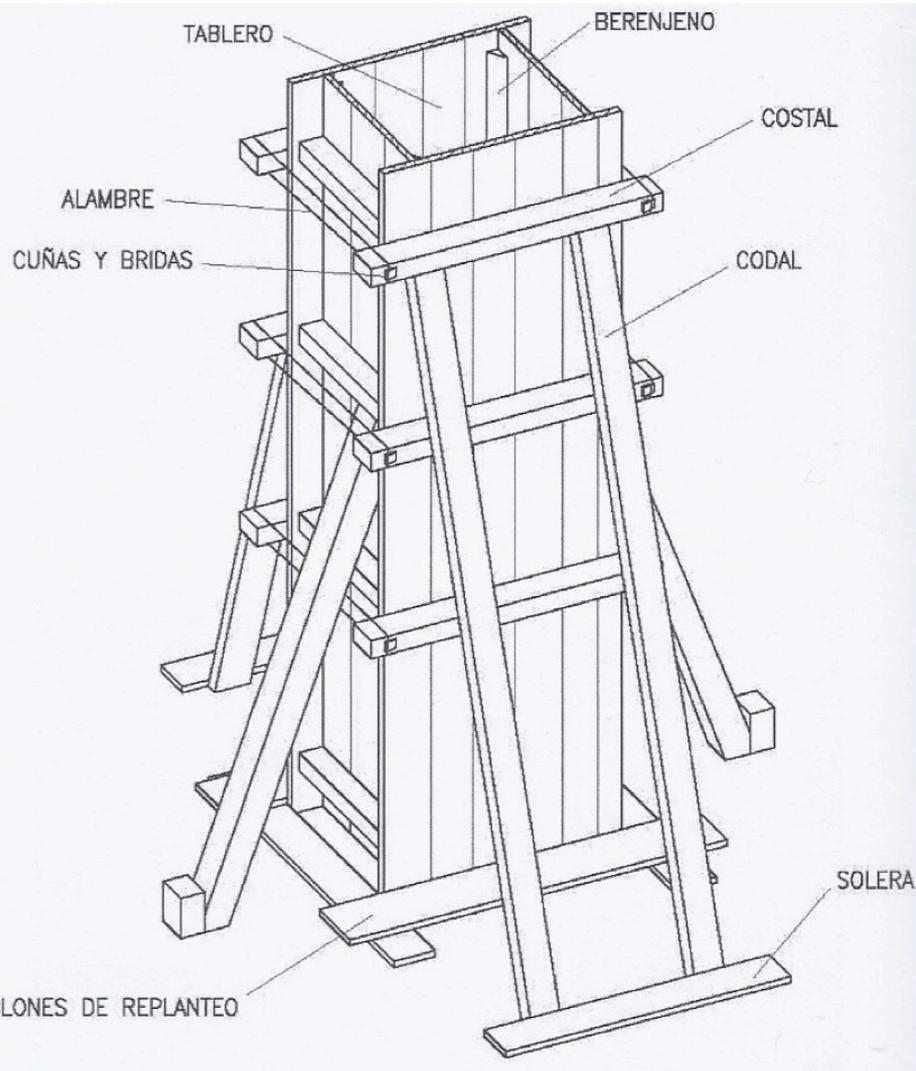
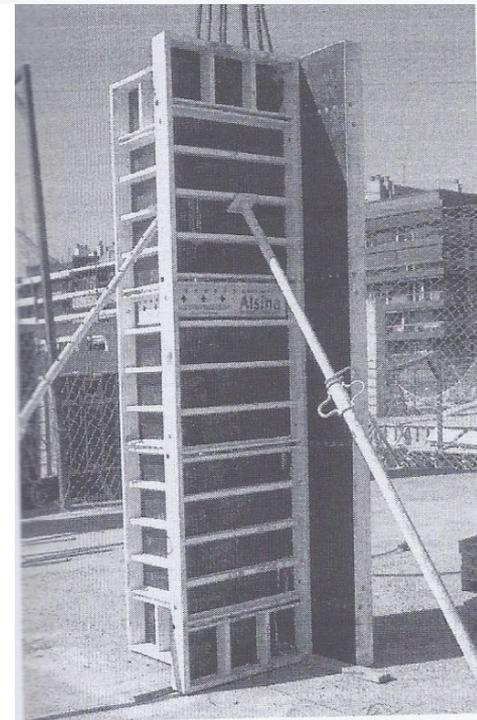


Figura 3.19. REGULACIÓN PARA LAS POSIBLES DIMENSIONES DEL PILAR.



INTRODUCCIÓN A LA CONSTRUCCIÓN . GRADO EN ARQUITECTURA

TECNOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS: EL HORMIGÓN EN MASA Y ARMADO

ENCOFRADOS . muros

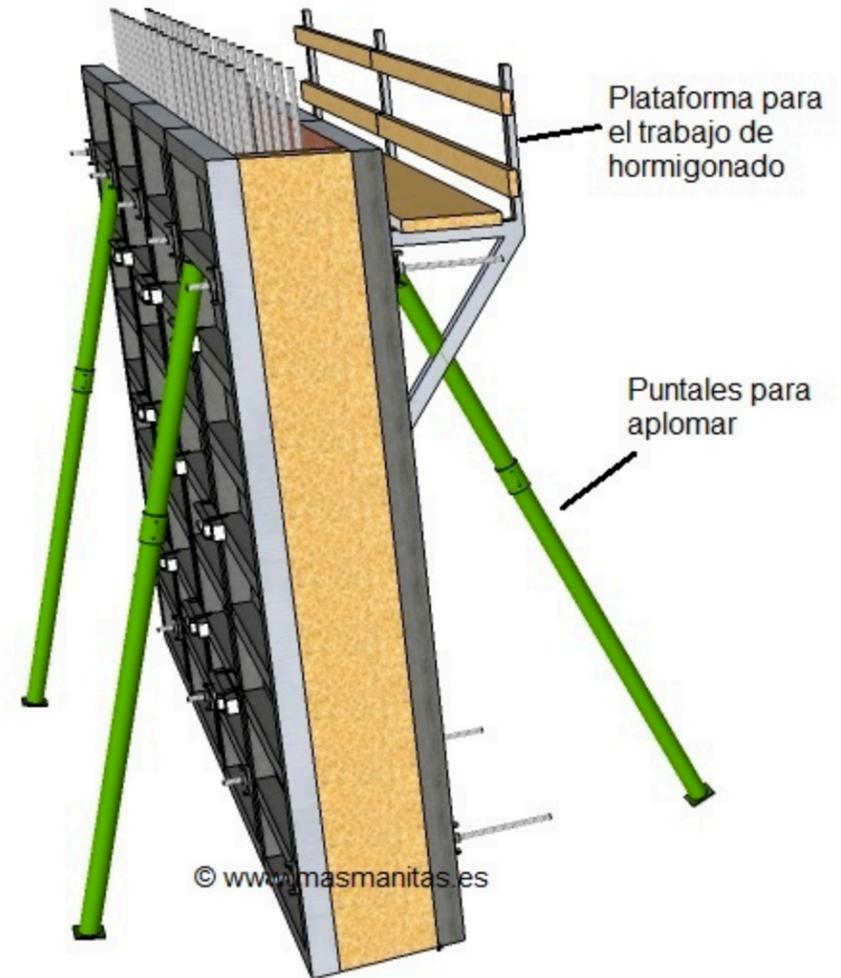
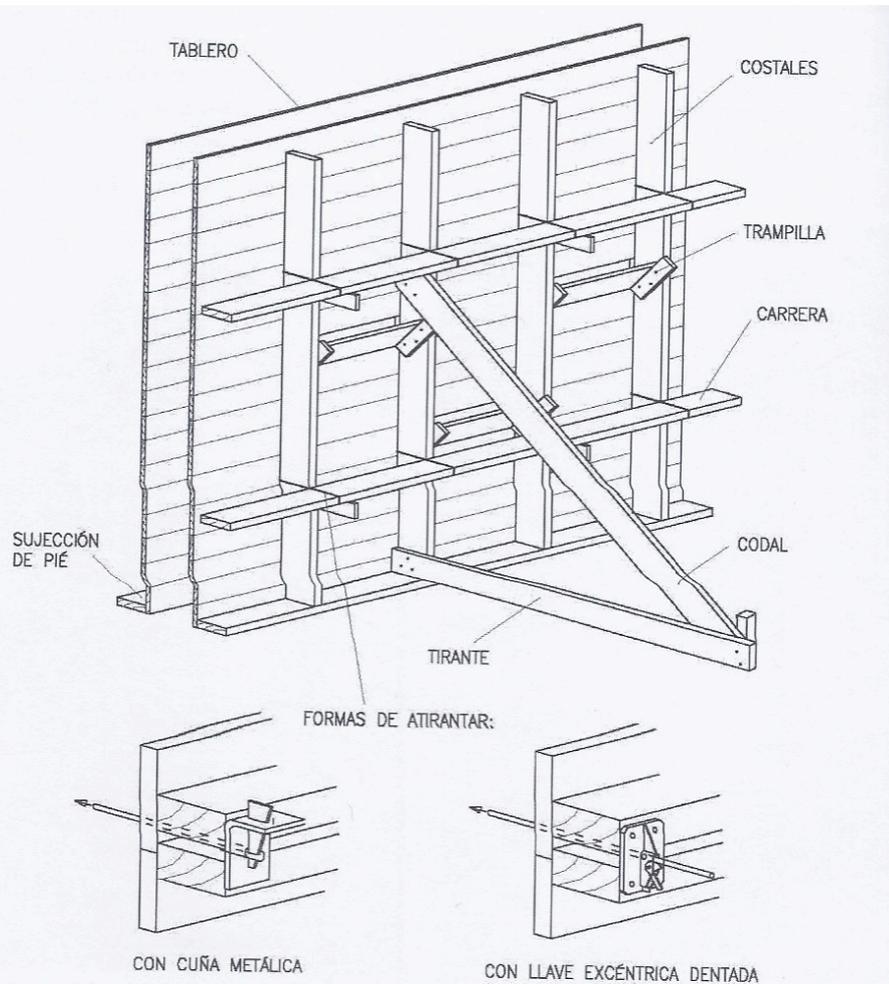
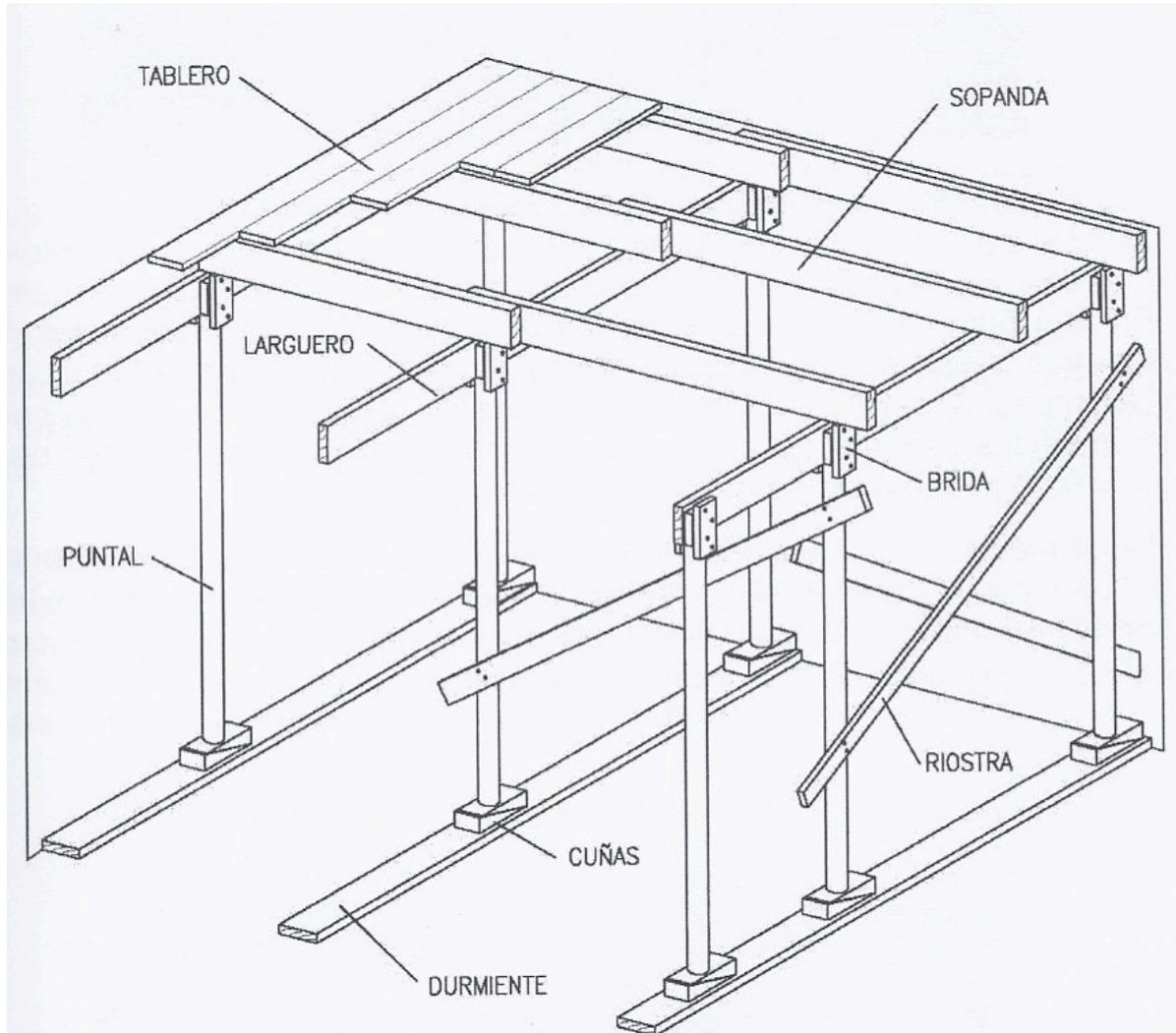


Figura 3.25. ENCOFRADO DE MURO POR EL SISTEMA TRADICIONAL, A DOS CARAS.

ENCOFRADOS . FORJADO



a 3.38. ENCOFRADO DE FORJADO POR EL SISTEMA TRADICIONAL, CON MADERA

INTRODUCCIÓN A LA CONSTRUCCIÓN . GRADO EN ARQUITECTURA

TECNOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS: EL HORMIGÓN EN MASA Y ARMADO

ENCOFRADOS . VIGAS

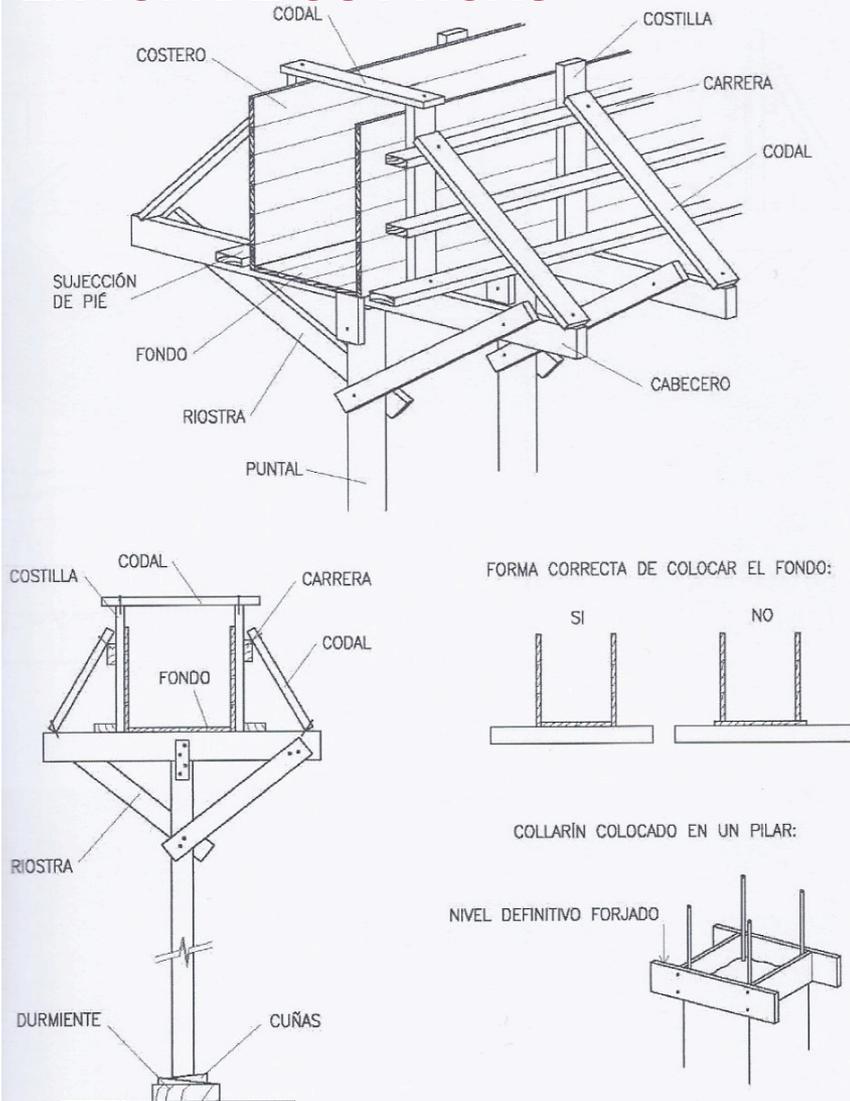


Figura 3.33. ENCOFRADO DE VIGAS POR EL SISTEMA TRADICIONAL.

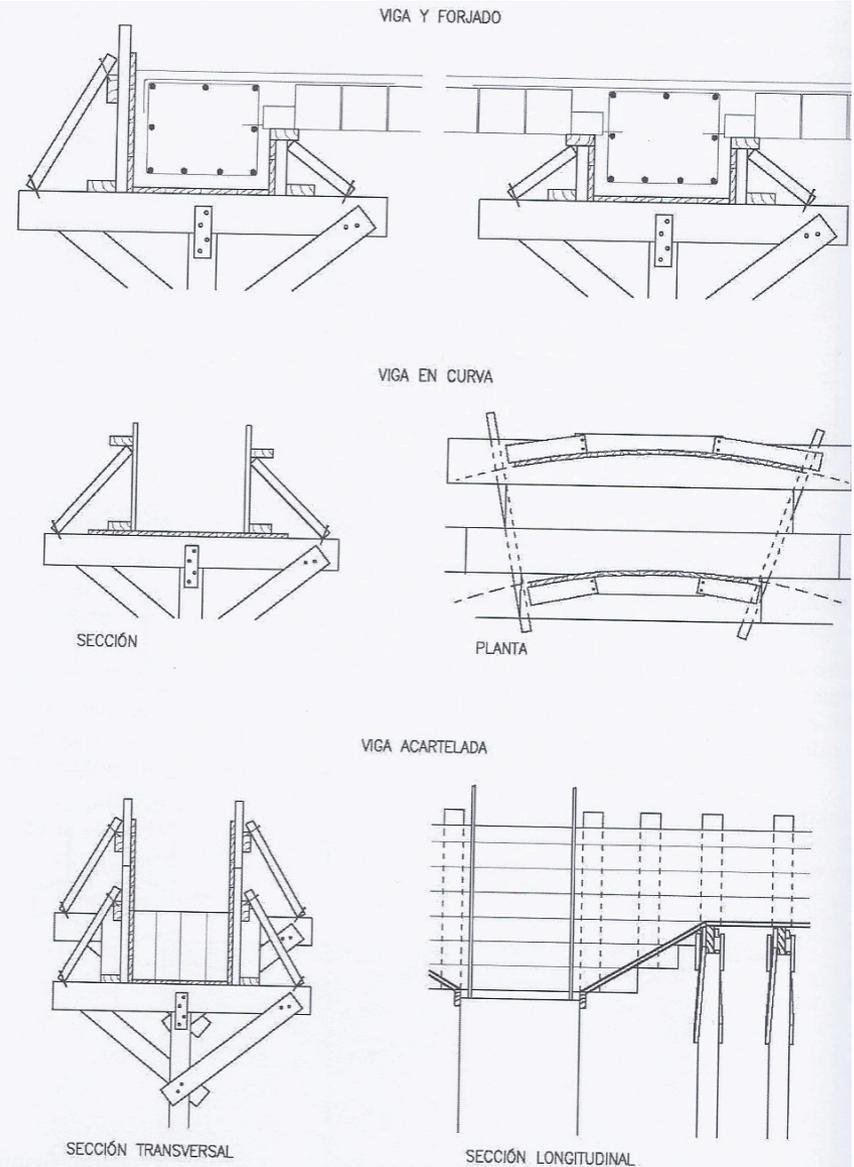


Figura 3.34. DIFERENTES CASOS DE ENCOFRADOS EN MADERA DE VIGAS.

EL HORMIGÓN. ESPECIFICACIONES

- **HORMIGÓN DE USO ESTRUCTURAL**

REGULACIÓN: Art. 39 EHE-08

DENOMINACIÓN: T – R / C / TM / A

T, indicativo del tipo, HM (Hormigón en masa), HA (Hormigón armado) y HP (Hormigón pretensado)

R, Resistencia característica, expresada en N/mm². Es recomendable utilizar una de las resistencias características según la siguiente serie:

20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 70, 80, 90, 100

C, letra inicial del tipo de consistencia, definida en 30.6

TM, tamaño máximo del árido en mm, definido en 28.2

A, designación del ambiente, según 8.2.1

- **HORMIGÓN DE USO NO ESTRUCTURAL**

REGULACIÓN: Anejo 18 EHE-08

TIPOS: HL - Hormigón de limpieza

(Dosificación: cemento 150 Kg/m³ / árido < 30 mm)

HNE - Hormigón no estructural (Resistencia > 15 kN/mm²)