



# **Materiales de construcción**

1º de Grado en Ingeniería Civil

## **PRÁCTICAS DE LABORATORIO**

### ***SESIÓN 4***

- Dosificación y fabricación de un hormigón
- Consistencia del hormigón fresco
- Fabricación de probetas cilíndricas normalizadas de hormigón

## Dosificación y fabricación de hormigón

### 1.- Dosificación

El objetivo de la práctica es realizar la “*dosificación de un hormigón*”, para que presente una consistencia plástica y adquiera una resistencia media a los 28 días de 35 MPa.

El árido es procedente de cantera con un tamaño máximo de 20 mm. Las granulometrías son las siguientes:

Arena caliza				
TAMIZ	PESO RETENIDO [g]	P. R. ACUM [g]	% RETENIDO	% PASA
6,3	0	0	0	100
4	0,34	0,34	0,02	99,98
2	234,85	235,19	14,69	85,31
1	429,97	665,16	41,54	58,46
0,5	353,64	1018,8	63,63	36,37
0,25	250,1	1268,9	79,25	20,75
0,125	173,67	1442,57	90,1	9,9
0,063	110,3	1552,87	96,99	3,01
FONDO	48,22	1601,09	100	0

Peso Inicial: 1601,09 g

Grava caliza				
TAMIZ	PESO RETENIDO [g]	P. R. ACUM [g]	% RETENIDO	% PASA
20	0	0	0	100
16	1108,3	1108,3	33,32	66,68
14	1098,1	2206,4	66,33	33,67
12,5	566,7	2773,1	83,37	16,63
10	525,6	3298,7	99,17	0,83
8	9,4	3308,1	99,46	0,54
6,3	-	-	-	-
FONDO	18,1	3326,2	100	0

Peso Inicial: 3326,2 g

Gravilla caliza				
TAMIZ	PESO RETENIDO [g]	P. R. ACUM [g]	% RETENIDO	% PASA
12,5	-	-	0	100
10	468,8	468,8	26,26	73,74
8	697	1165,8	65,31	34,69
6,3	490,5	1656,3	92,78	7,22
4	120,9	1777,2	99,56	0,44
2	-	-	-	-
FONDO	7,9	1785,1	100	0

Peso Inicial: 1785,1 g

Suponer las densidades siguientes para cada uno de los componentes:

	Cemento I 42.5	Grava/Gravilla	Arena
Densidad relativa:	3.00	2.6	2.5
Densidad conjunto:	1.1	1.6	1.5

Dosificación seca para el hormigón:

	DOSIFICACIÓN SECA PARA 1 m <sup>3</sup>	DOSIFICACIÓN SECA PARA 50 l
GRAVA [kg]:		
GRAVILLA [kg]:		
ARENA CALIZA [kg]:		
CEMENTO [kg]:		
Agua [kg]:		
Aditivo [l]:		

## 2.- Amasado

Dada la dosificación calculada, el procedimiento de amasado deberá ser el siguiente:

En primer lugar, se comprueba el correcto funcionamiento de todos los equipos, necesarios para realizar la amasada, y se procede al pesaje de los áridos, por separado y con un error máximo de  $\pm 0,5$  %. Se pesa, a continuación, el cemento con un error máximo de  $\pm 0,2$  %. Seguidamente, se pesan los aditivos con un error del máximo  $\pm 0,1$  %. Finalmente, se pesa el agua con un error del máximo  $\pm 0,5$  %.



*Pesaje de los áridos en báscula de precisión.*

Una vez pesado cada uno de los componentes, por separado, se procede a mezclar los aditivos (si es el caso) con una pequeña cantidad del agua de amasado. En este proceso, el volumen de agua necesaria se sitúa entorno a 5 veces el volumen de los aditivos y tiene por objetivo recoger el material que pueda haber quedado adherido a la superficie del recipiente de pesaje por la alta viscosidad del aditivo.

Se humedece todo el interior de la hormigonera con agua (distinta de la de amasado) con la manguera procurando que no queden acumulaciones que puedan alterar la relación agua/cemento de la dosificación.

Se añaden, seguidamente, los áridos gruesos de mayor a menor: grava, escoria (si procede) y gravilla. En este proceso se añade una pequeña cantidad de agua de amasado y se dan 2 vueltas a la hormigonera para homogeneizar la mezcla. Se introducen, ahora, los áridos finos y cemento. En este momento se realiza un registro de la temperatura y la humedad ambiental.

Se pone en marcha la hormigonera y el cronómetro y comienza a añadirse el agua de amasado. El proceso de vertido del agua de amasado debe tener una duración de, aproximadamente, 15 s.

Se amasa durante 3 minutos. Y se detiene la hormigonera. En este momento se registra la temperatura del hormigón y se deja reposar durante otros 3 minutos.

Se pone, de nuevo, en marcha la hormigonera y se añaden los aditivos previamente mezclados con cierta cantidad de agua de amasado. Se amasa, finalmente, durante 2 minutos más.

Una vez concluidos los 8 minutos de amasado (incluido el reposo) se detiene la mezcladora y se toma, de nuevo, la temperatura del hormigón fresco.

Llegado a este punto, el hormigón está listo para el análisis de su consistencia y posterior fabricación de probetas.

En la siguiente tabla queda resumido el procedimiento común de amasado.

*Resumen de la etapas de amasado.*

**PROCEDIMIENTO DE AMASADO**

- 1 Se pesan los áridos, el cemento, al agua y los aditivos por separados con un error máximo del  $\pm 0.5$  %.

---

- 2 Se añaden los áridos gruesos de mayor a menor tamaño junto con cierta cantidad de agua de amasado.

---

- 3 Se dan 2 vueltas a la amasadora.

---

- 4 Se añade la arena y el cemento.

---

- 5 Se pone en marcha la hormigonera y se pone en marcha el cronómetro.

---

- 6 Se añade el agua de amasado durante los 15 primeros segundos.

---

- 7 Se amasa durante 3 minutos.

---

- 8 Se detiene la hormigonera durante 3 minutos y se registra la temperatura.

---

- 9 Se pone en marcha la hormigonera y se amasa durante 2 minutos.

---

- 10 Se detiene la hormigonera y se registra la temperatura.

---

## Consistencia del hormigón fresco

La medida de la consistencia de un hormigón puede realizarse por diferentes métodos, el cono de Abrams, la mesa de sacudidas, el docilímetro de Iribarren, etc.

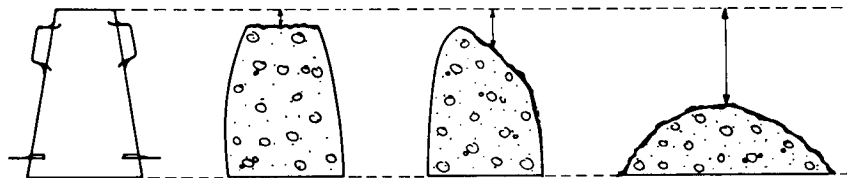
La medida de la consistencia de un hormigón fresco por medio del cono de Abrams es un ensayo muy sencillo de realizar en obra, no requiriendo equipo costoso ni personal especializado y proporcionando resultados satisfactorios, razones éstas que han hecho que este ensayo sea universalmente empleado aunque con ligeras variantes de unos países a otros. En este ensayo el hormigón se coloca en un molde metálico troncocónico de 30 cm de altura y de 10 y 20 cm de diámetros superior e inferior respectivamente.

### 1.- Procedimiento

1. Antes de llenar el molde es preciso humedecerlo interiormente para evitar el rozamiento del hormigón con las superficies del mismo.
2. El hormigón se vierte en *tres capas* que se compactan mediante 25 golpes efectuados con una barra de acero de 16 mm de diámetro terminada en una punta cónica rematada por un casquete esférico.
3. Durante la operación de llenado y picado con la barra, el molde debe mantenerse fuertemente apoyado contra una base plana lográndose esto por medio de unos soportes adosados al molde y sobre los que se apoyan las puntas de los pies del operario.
4. Una vez lleno y enrasada la cara superior del hormigón se eleva el molde verticalmente y con precaución, midiéndose el descenso experimentado por la cara superior del mismo.
5. Si éste desciende de una forma uniforme se tienen conos válidos, pero hay veces en que la mitad del cono desliza a lo largo de un plano inclinado obteniéndose un asiento oblicuo provocado por una deformación por cortante; en este caso debe repetirse el ensayo, y si se siguen obteniendo conos similares habrá que modificar la dosificación, debido a que estas deformaciones son sintomáticas de mezclas carentes de cohesión (Figura 1). El ensayo está descrito en la norma UNE 83.313.

Según el descenso de la superficie superior del hormigón, denominado “asiento”, se puede clasificar la consistencia del hormigón de acuerdo con los valores indicados en la siguiente tabla.

<i>Asiento (cm)</i>	<i>Consistencia</i>
0 - 2	Seca
2 - 5	Plástica
5 - 11	Blanda
11 - 20	Fluida



**Figura 1.** Medida del asiento utilizando el cono de Abrams.

## 2.- Consideraciones

El cono de Abrams es un medio de control en obra muy útil debido a que permite detectar fácilmente cambios entre diferentes masas, bien sean debidos a variaciones de agua de amasado, en humedad de los áridos e incluso en la granulometría de los áridos, especialmente de las arenas, siendo, por consiguiente, un ensayo que permite verificar la regularidad del material

El cono de Abrams da resultados poco indicativos en el caso de hormigones con asientos inferiores a 1 cm, en los excesivamente fluidos y en los reforzados con fibras; su sensibilidad es menor en hormigones de áridos machacados que en los de áridos de cantos rodados.

Este ensayo no es válido para hormigones cuyo árido sea de tamaño mayor de 40 mm; por ello, cuando se trate de estos hormigones se deberá realizar un cribado previo por un tamiz de 40 mm de luz de malla, haciendo la prueba con el material que pasa por él.



### 3.- Resultados

Muestra	Asiento (cm)	Consistencia
1		
2		
3		
4		
5		
6		

## Fabricación de probetas cilíndricas normalizadas

El llenado de las probetas se divide en un número de capas, éste es distinto según sea la probeta y el tipo de vibrado que se vaya a adoptar.

### 1.- Probetas para compactación por picado:

A continuación se muestra una tabla con el número de capas de llenado para las distintas probetas.

Cilindros		
De 300	3 iguales	100 mm
Más de 300	----	100 mm
Prismáticas	2 iguales	Mitad probeta
De 150 a 200	3 ó más	100 mm
Más de 200		

La compactación se realizará con barra metálica, repartiendo en cada una de las capas y uniformemente distribuidas en toda la superficie un número de golpes: El que se indica en la tabla 2 para probetas cilíndricas, o a razón de 1 golpe cada 1000 mm<sup>2</sup> para probetas prismáticas. Los golpes deben producirse de forma tal que cosan ligeramente cada una de las capas con la subyacente.

Diámetro de la probeta mm	Número de golpes capa
150	25
200	50
250	75

Si durante el picado de cada capa, quedarán marcadas las huellas de la barra, se deben golpear ligeramente los lados del molde con un mazo de goma, hasta que desaparezcan las citadas huellas.

## 2.- Probetas para compactación por vibrado:

Cuando la compactación se va a realizar por vibrado el número de capas estará de acuerdo con la tabla 3:

<b>Tabla 3</b> <b>Número de capas exigido por tipo de probeta</b> <b>Compactación por vibrado</b>		
<b>Tipo y altura en mm.</b>	<b>Número de capas</b>	<b>Altura máxima de cada capa</b>
Cilindros De 300 a 450 Más de 450	2 iguales 3 ó más	15/10 cm o menos
Prismáticas De 150 a 200 Más de 200	1 2 ó más	Altura probeta 200 mm.

Se vibrará hasta que el mortero que afluye a la superficie cubra las partículas del árido que se encuentran en la misma.

En caso de empleo de vibrador de aguja, se debe utilizar éste de forma tal que penetre centrado y rápidamente hasta aproximadamente 20 mm. del fondo del molde, sin tocar las paredes del mismo. Cuando la vibración sea de las capas intermedias, el vibrador penetrará en la capa inferior unos 20 mm. en el momento en que se alcance la compactación del hormigón se retirará el vibrador de forma suave, para evitar la producción de oquedades en el hormigón.

**3.- El procedimiento de fabricación de las probetas se describe a continuación:**

1. Impregnar el interior de los moldes de probetas de hormigón para el desmoldeo
2. Llenar el molde hasta 1/3
3. Compactar con 25 golpes
4. Llenar el molde hasta 2/3
5. Compactar con 25 golpes
6. Llenar el molde
7. Compactar con 25 golpes
8. Golpear lateralmente para sacar el aire
9. Cubrir los moldes con arpilleras húmedas
10. Guardar con molde entre 16 °C y 27 °C al menos 16 h y no más de 3 días

Transcurridas 24 h, desmontar el molde y almacenar la probeta en cámara húmeda.