

CONSTRUCCIÓN I

Plan de Estudios 2002

**hormigones y
morteros**

CONSTRUCCIÓN I

Plan de Estudios 2002

**hormigones y
morteros**

CONSTRUCCIÓN I

Plan de Estudios 2002

**hormigones y
morteros**

el hormigón

- a. introducción: el diseño de arquitectura con hormigón
- b. el hormigón en estado endurecido
- c. el hormigón: material formáceo
- d. el hormigón en estado fresco
- e. componentes del hormigón**
- f. diseño del hormigón

el hormigón

e. componentes del hormigón

e. componentes del hormigón

- los aglomerantes
- **los áridos**
- el agua
- los aditivos

e. componentes del hormigón

áridos

los áridos en el hormigón

hormigón

material aglomerado resultante de la unión de áridos (grueso y fino), un aglomerante (cemento portland), agua y, a veces, aditivos (más aire arrastrado)

los áridos en el hormigón

áridos:

- ✓ grueso (grava)
- ✓ fino (arena)

los áridos en el hormigón

árido grueso:
retenido por el tamiz
4,76 mm

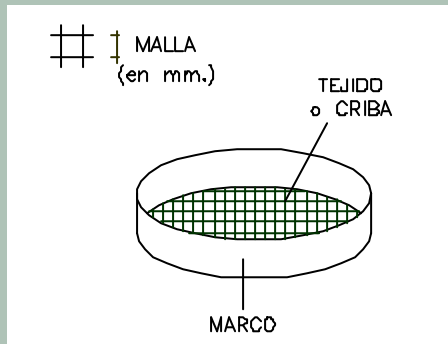
gravas:
pedregullo, piedra partida, canto rodado

los áridos en el hormigón

árido fino:
pasa por el tamiz
4,76 mm

arenas

TAMIZ:



los áridos en el hormigón

	designación	pasa por el tamiz UNIT	retenido por el tamiz UNIT
árido fino	polvo impalpable	74	74
	polvo	149	149
	arena fina	500	500
	arena media	2 000	2 000
árido grueso	arena gruesa	4 760	4 760
	gravilla	9 520	9 520
	grava fina	26 880	26 880
	grava media	53 760	53 760
	grava gruesa	76 160	76 160

según norma UNIT 44-46

ARENA:

PEDREGULLO:



los áridos en el hormigón

los áridos colaboran con la resistencia final, aumentan la masa y reducen la retracción

los áridos en el hormigón

los áridos son materiales inertes: se oponen a la retracción del hormigón

los áridos en el hormigón

- los áridos en su estado natural contienen impurezas
- estas impurezas son perjudiciales para el hormigón
- deben eliminarse mediante el lavado

los áridos en el hormigón

los áridos en su estado natural contienen impurezas:

- **salinidad**
produce eflorescencias
(manchas no destructivas)
- **arcillas**
reducen la adherencia de la mezcla

los áridos en el hormigón

- el origen de los áridos (gruesos y finos) es por desintegración natural o artificial de rocas
- son preferibles los áridos de tipo cuarzoso o silíceo, de partículas duras y densas

los áridos en el hormigón

algunos tipos disponibles en el mercado:

- **Carrasco**
granulometría fina, buena calidad, puede contener sales
- **arroyo**
heterogénea, puede contener arcillas
- **Santa Lucía**
granulometría gruesa, calidad aceptable, con posibilidad de arcillas y/o salinidad
- **terciada**
granulometría continua, mayor compacidad

los áridos en el hormigón

análisis granulométrico

los áridos en el hormigón

análisis granulométrico

es el estudio de los tamaños de las partículas de los áridos de acuerdo con procedimientos normalizados

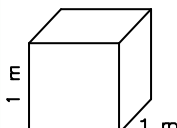
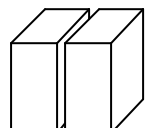
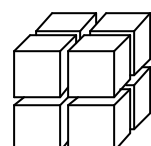
los áridos en el hormigón

análisis granulométrico

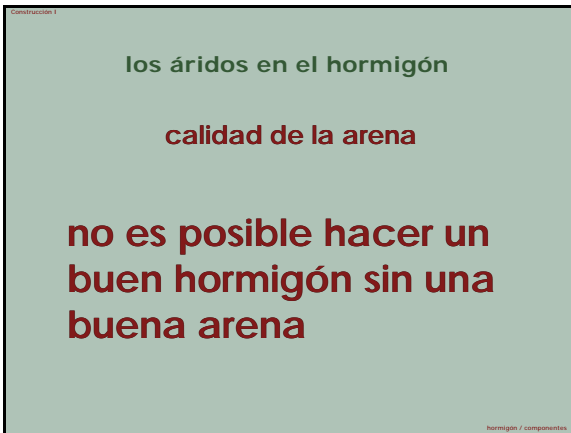
objetivo:

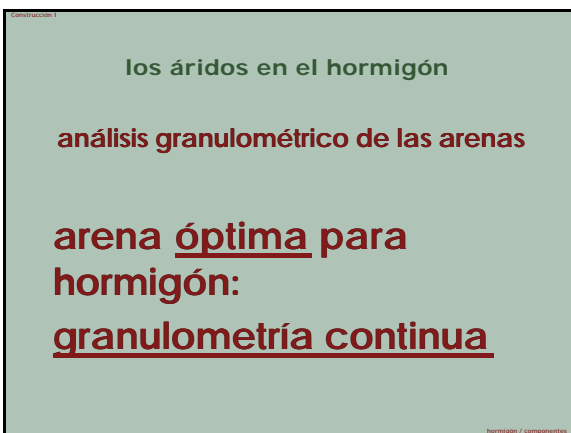
- lograr mezclas de máxima compacidad
- obtener mínima superficie a aglomerar, para menor utilización de cemento portland (por economía)
- conseguir adecuada trabajabilidad

RELACIÓN: VOLUMEN/SUPERFICIE

 $V = 1 \text{ m}^3$ $S = 6 \text{ m}^2$	 $V = 1 \text{ m}^3$ $S = 8 \text{ m}^2$	 $V = 1 \text{ m}^3$ $S = 12 \text{ m}^2$
--	---	--







los áridos en el hormigón

análisis granulométrico de las arenas

Mediante el estudio del tamaño de sus partículas (análisis granulométrico) se podrá determinar si una arena es apropiada o no para su empleo en la confección de hormigón.

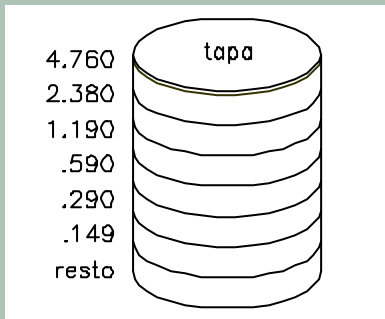
los áridos en el hormigón

análisis granulométrico de las arenas

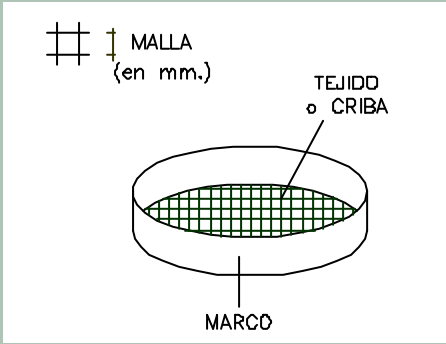
ver **NORMAS TÉCNICAS:**

- UNIT 36 - Extracción de muestras de agregados
- UNIT 39 - Tamices de ensayo
- UNIT 48 - Ensayo de tamizado de agregados
- UNIT 82 - Granulometría de arenas

SERIE TYLER DE TAMICES PARA ARENAS:



TAMIZ:



los áridos en el hormigón

tamices

- tamiz: conjunto de tejido y marco
- tejido: es la formación plana de alambres entrelazados perpendicularmente
- malla: cada uno de los cuadrados delimitados por los alambres del tejido
- abertura de malla (ó pase de malla): distancia libre entre los lados de la malla

procedimiento para el análisis granulométrico del árido fino

- 1) toma de muestras
- 2) secado en horno
- 3) peso de la muestra seca
- 4) tamizado según Norma
- 5) peso de retenidos parciales

la sumatoria del peso de los retenidos parciales más el resto será igual al peso de la muestra

los áridos en el hormigón

procedimiento para el análisis granulométrico:

comprobación:

$$P_{\text{muestra}} = \sum P_{\text{retenidos parciales}} + P_{\text{resto}}$$

resto: retenido en la bandeja ciega debajo del tamiz 0,149 (polvo impalpable)

los áridos en el hormigón

ejemplo de análisis granulométrico para un árido fino

ejemplo de análisis granulométrico de árido fino

- 1) muestra de arena
- 2) secado de la muestra en horno
- 3) peso de la muestra seca = 500 g
- 4) tamizado según Norma
- 5) peso de retenidos parciales

la sumatoria del peso de los retenidos parciales más el resto será igual al peso de la muestra

Construcción I

ejemplo de análisis granulométrico de árido fino

5) expresamos los retenidos parciales de cada tamiz (en gramos):

TAMICES	4.76	2.38	1.19	0.59	0.29	0.15	resto	Σ
R.PARCIAL (g)	0	35	90	70	120	125	60	500

hormigón / componentes

Construcción I

ejemplo de análisis granulométrico de árido fino

6) calculamos el porcentaje de retenido parcial para cada tamiz de la serie:

$$R. PARCIAL (\%) = \frac{R. PARCIAL (g)}{P_{muestra\ seca} (g)} \times 100$$

ejemplo (tamiz 2,38): $\frac{35\ g}{500\ g} \times 100 = 7\ \%$

hormigón / componentes

Construcción I

ejemplo de análisis granulométrico de árido fino

6) calculamos el porcentaje de retenido parcial para cada tamiz de la serie:

TAMICES	4.76	2.38	1.19	0.59	0.29	0.15	resto	Σ
R.PARCIAL (g)	0	35	90	70	120	125	60	500
R.PARCIAL (%)	0	7	18	14	24	25	12	100

hormigón / componentes

ejemplo de análisis granulométrico de árido fino

7) determinamos los retenidos acumulados:

ejemplo (tamiz 1,19): 18 % + 7 % = 25 %

(tamiz 0,59): 14 % + 25 % = 39 %

ejemplo de análisis granulométrico de árido fino

7) determinamos los retenidos acumulados:

TAMICES	4.76	2.38	1.19	0.59	0.29	0.15	resto	Σ
R.PARCIAL (g)	0	35	90	70	120	125	60	500
R.PARCIAL (%)	0	7	18	14	24	25	12	100
R.ACUM. (%)	0	7	25	39	63	88	100	322

los áridos en el hormigón

análisis granulométrico de áridos finos: MÓDULO DE FINURA

los áridos en el hormigón

análisis granulométrico de áridos finos:

MÓDULO DE FINURA

$$M F = \frac{S_{\text{retenidos acumulados}}}{100}$$

según norma UNIT 82-51

ejemplo de análisis granulométrico de árido fino

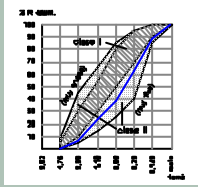
8) determinamos el MÓDULO DE FINURA:
(para nuestro ejemplo)

$$M F = \frac{322}{100} = 3,22$$

los áridos en el hormigón

Clasificación de los áridos finos

clasificación de los áridos finos



- la arena clase II es aceptable para su utilización en hormigones
- la granulometría debe ser continua, esto es con % adecuados de los distintos tamaños de granos

los áridos en el hormigón

los áridos gruesos

los áridos en el hormigón

áridos gruesos ó gravas

clasificación de los áridos gruesos

la resistencia de la grava
es función de:

- su dureza
 - densidad
 - módulo de elasticidad
- cantos vivos**

los áridos en el hormigón

**clasificación de los
áridos gruesos
según su origen**

clasificación de los áridos gruesos

natural

**pedregullo de cantera
(formas semi-angulosas)**

**canto rodado de río (formas
y aristas redondeadas)**

artificial

**piedra partida (formas
angulosas y laminares)**

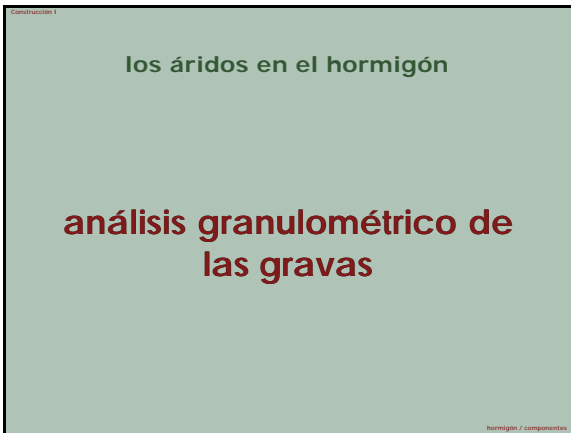
clasificación de los áridos gruesos

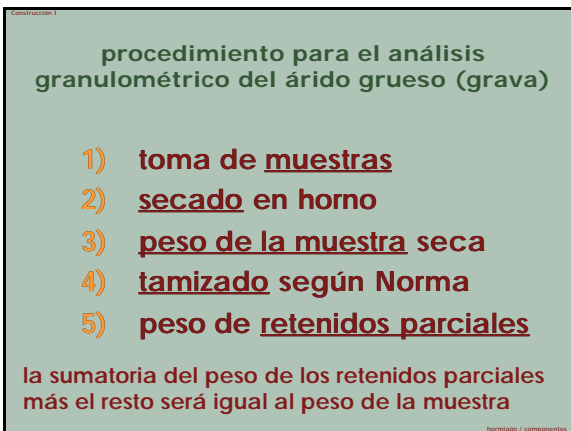
son recomendables los áridos gruesos de origen **granítico o basáltico** por presentar granos más densos y duros, que permiten hormigones más durables y resistentes











el análisis granulométrico de las gravas

- 6) porcentaje de retenidos parciales
- 7) cálculo de retenidos acumulados (en porcentaje)
- 8) determinación del tamaño máximo

T M

los áridos en el hormigón

**análisis granulométrico de áridos gruesos:
TAMAÑO MÁXIMO**

los áridos en el hormigón

**análisis granulométrico de las gravas:
TAMAÑO MÁXIMO**

T M = primer tamiz cuyo retenido acumulado sea mayor o igual al 15 % del peso de la muestra seca

los áridos en el hormigón

ejemplo de análisis granulométrico para un árido grueso muestra de 1 300 g

ejemplo de análisis granulométrico de árido grueso

5) expresamos los retenidos parciales de cada tamiz (en gramos):

TAMICES	76,2	53,8	38,1	26,9	19,1	13,4	9,52	resto	Σ
R.PARCIAL (g)	0	78	143	208	234	273	247	117	1 300

ejemplo de análisis granulométrico de árido grueso

6) calculamos el porcentaje de retenido parcial para cada tamiz de la serie:

$$R. PARCIAL (\%) = \frac{R. PARCIAL (g)}{P_{muestra\ seca} (g)} \times 100$$

ejemplo (tamiz 53,8): $\frac{78\ g}{1\ 300\ g} \times 100 = 6\ \%$

ejemplo de análisis granulométrico de árido grueso

6) calculamos el porcentaje de retenido parcial para cada tamiz de la serie:

TAMICES	76,2	53,8	38,1	26,9	19,1	13,4	9,52	resto	Σ
R.PARCIAL (g)	0	78	143	208	234	273	247	117	1.300
R.PARCIAL (%)	0	6	11	16	18	21	19	9	100

ejemplo de análisis granulométrico de árido grueso

7) determinamos los retenidos acumulados:

ejemplo (tamiz 38.1): $11\% + 6\% = 17\%$

(tamiz 26.9): $17\% + 16\% = 33\%$

ejemplo de análisis granulométrico de árido grueso

7) determinamos los retenidos acumulados:

TAMICES	76,2	53,8	38,1	26,9	19,1	13,4	9,52	resto	Σ
R.PARCIAL (g)	0	78	143	208	234	273	247	117	1.300
R.PARCIAL (%)	0	6	11	16	18	21	19	9	100
R.ACUMULADO (%)	0	6	17	33	51	72	91	100	-

ejemplo de análisis granulométrico de árido grueso

7) establecemos el TAMAÑO MÁXIMO:

T M = primer tamiz cuyo retenido acumulado sea mayor o igual al 15 % del peso de la muestra seca

para nuestro ejemplo:

$$17 > 15 \quad T M = 17$$

ejemplo de análisis granulométrico de árido grueso

7) establecemos el TAMAÑO MÁXIMO:

TAMICES	76,2	53,8	38,1	26,9	19,1	13,4	9,52	resto	Σ
R.PARCIAL (g)	0	78	143	208	234	273	247	117	1.300
R.PARCIAL (%)	0	6	11	16	18	21	19	9	100
R.ACUMULADO (%)	0	6	17	33	51	72	91	100	-

análisis granulométrico del árido grueso (grava)

para su uso en hormigón armado, el T M del árido grueso no deberá exceder las distancias entre las caras de la pieza o entre éstas y las barras de la armadura

análisis granulométrico del árido grueso (grava)

valores del **T M** del árido para su uso en hormigón armado:

- **T M** < 1/5 de la distancia menor entre elementos de encofrado
- **T M** < 1/3 del espesor de las losas
- **T M** < 3/4 veces la separación entre barras de armadura

análisis granulométrico del árido grueso (grava)

pero, también, para su uso en hormigón armado, el árido grueso deberá ser el mayor tamaño posible, esto es: deberá utilizarse el mayor **T M** admisible

el hormigón

- introducción: el diseño de arquitectura con hormigón
- el hormigón en estado endurecido
- el hormigón: material formáceo
- el hormigón en estado fresco
- componentes del hormigón
- diseño del hormigón**

el hormigón

f.

diseño del hormigón

f. diseño del hormigón

el diseño del
hormigón en función
del diseño con
hormigón

f. diseño del hormigón

**dosificación del
hormigón**

dosificación de hormigones

objetivos básicos:

- **resistencia mecánica**
- **trabajabilidad**
- **durabilidad**
- **economía**

dosificación de hormigones

objetivos básicos:

- **resistencia mecánica según el cálculo estructural**

dosificación de hormigones

objetivos básicos:

- **trabajabilidad apropiada de acuerdo a las piezas a llenar**

dosificación de hormigones

objetivos básicos:

- alcanzar la durabilidad prevista de la estructura atendiendo sus condiciones de uso y exposición

dosificación de hormigones

objetivos básicos:

- cumplir con los objetivos anteriores de forma económica

dosificación de hormigones

concepto básico:

material compacto

C — 1

P — 0

dosificación de hormigones

concepto básico:

EL VOLUMEN DEL HORMIGÓN SERÁ IGUAL A LA SUMA DE LOS VOLÚMENES ABSOLUTOS DE SUS COMPONENTES

dosificación de hormigones

ecuación básica:

$$V_{ap} \text{ horm} = V_{ab} \text{ cem port} + V_{ab} \text{ árido grueso} + V_{ab} \text{ árido fino} + V \text{ agua} + V \text{ aire ocluido} (+ V_{ab} \text{ aditivos})$$

dosificación de hormigones

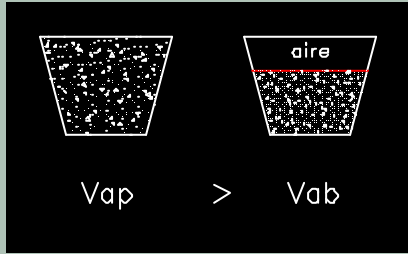
repaso:

volumen aparente V_{ap} es el volumen que ocupa el material granular (compactado en seco) incluyendo los vacíos (aire) entre sus partículas

volumen absoluto V_{ab} es el volumen que obtendríamos al eliminar totalmente los vacíos entre las partículas del material

dosificación de hormigones

repass:



comparación entre V_{ap} y V_{ab}

dosificación de hormigones

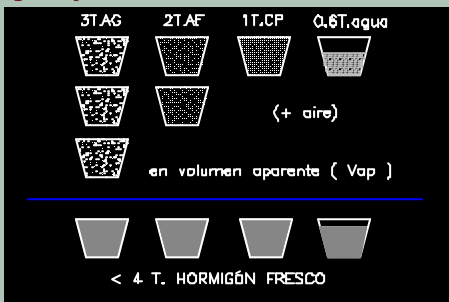
repass:

para el AGUA

$$V_{ap} = V_{ab} = 1\ 000\ Kg/m^3$$

dosificación de hormigones

ejemplo:



dosificación de hormigones

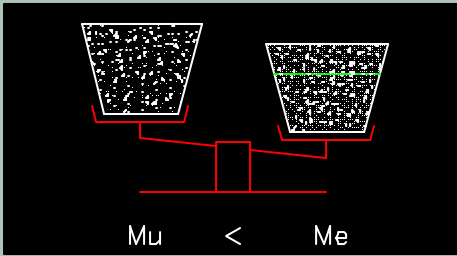
repaso:

masa unitaria MU es el peso por metro cúbico del material medido en volumen aparente (saturado con superficie seca SSS), esto es: sin agua intersticial

masa específica ME es el peso por metro cúbico del material medido en volumen absoluto, esto es: exento de aire (compactado idealmente)

dosificación de hormigones

repaso:



comparación entre MU y ME

dosificación de hormigones

repaso:

Masa Especifica

$$ME = \frac{p}{V_{abs}} \quad \begin{matrix} (Kg) \\ (m^3) \end{matrix}$$

Masa Unitaria

$$MU = \frac{p}{V_{ap}} \quad \begin{matrix} (Kg) \\ (m^3) \end{matrix}$$

dosificación de hormigones

repaso:

$$V_{abs} = \frac{p}{ME} \qquad p = V_{ap} \times MU$$

$$V_{abs} = V_{ap} \frac{MU}{ME}$$

dosificación de hormigones

repaso:

$$V_{ap} = \frac{p}{MU} \qquad p = V_{abs} \times ME$$

$$V_{ap} = V_{abs} \frac{ME}{MU}$$

dosificación de hormigones

ejemplo de valores aproximados de MU y ME de los componentes del hormigón:

MATERIAL	M.U.(kg/m3)	M.E.(kg/m3)
CEMENTO	1250	3150
PEDREGULLO	1600	2600
ARENA	1500	2500
AGUA	1000	1000

dosificación de hormigones

medidas usuales:

- **1 tacho** = unidad de volumen equivalente a **20 litros**
- **1 balde** = unidad de volumen equivalente a **10 litros**
- **1 saco (ó 1 bolsa)** = unidad de peso equivalente a **50 Kg (de cemento portland)**

dosificación de hormigones

medidas usuales:

- **una canchada** = es el volumen producido por cada etapa de confección de hormigón en la hormigonera (variable de acuerdo con su tamaño)
- **una hormigonera de 1 bolsa** = es aquella que, en las dosificaciones usuales, carga un saco de cemento portland y el resto de los componentes del hormigón en proporción

f. diseño del hormigón

dosificación del hormigón
