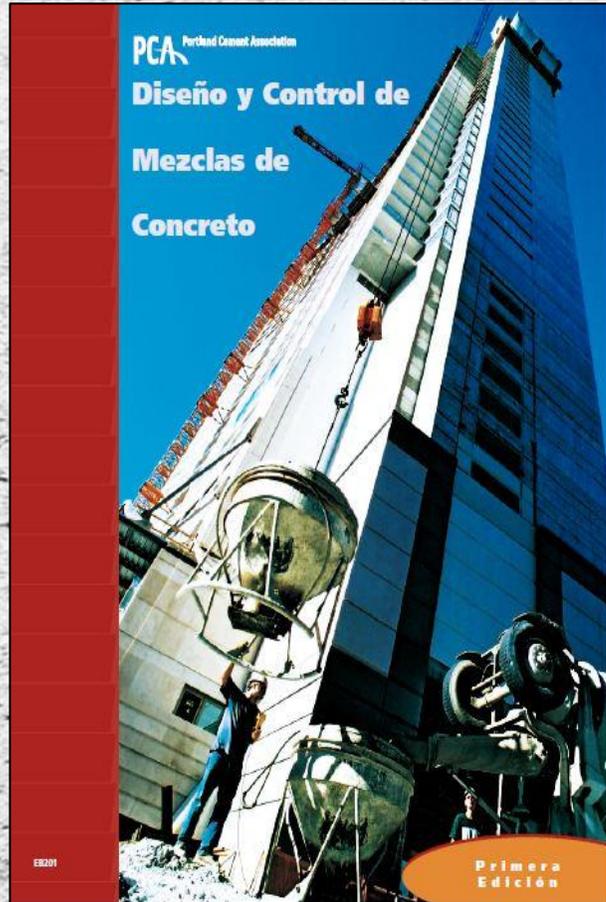




**Charlas Técnicas del Libro de la
Portland Cement Association
Diseño y Control de Mezclas de Concreto
Agregados para Concreto**





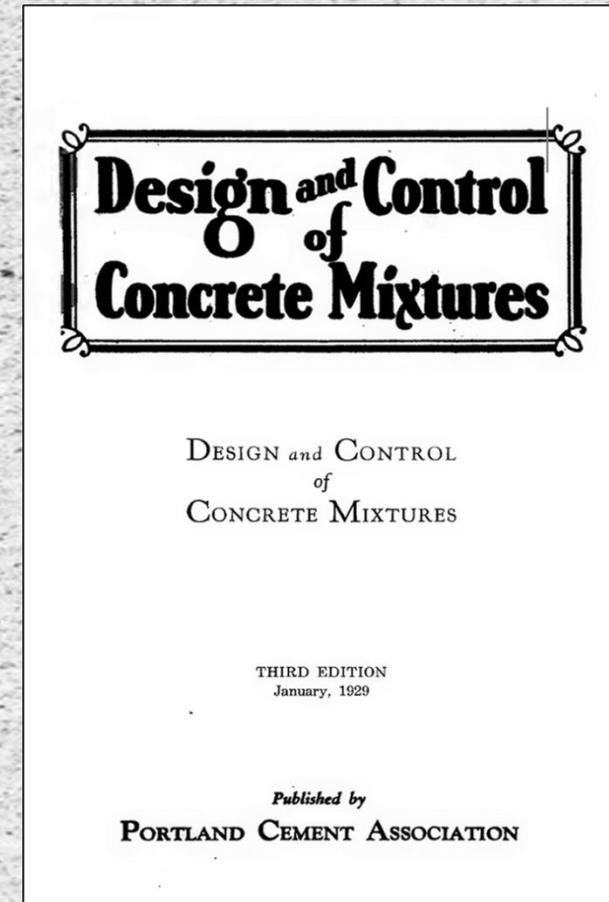
Diseño y Control de Mezclas de Concreto

Título, Copyright, y Prefacio y Agradecimientos

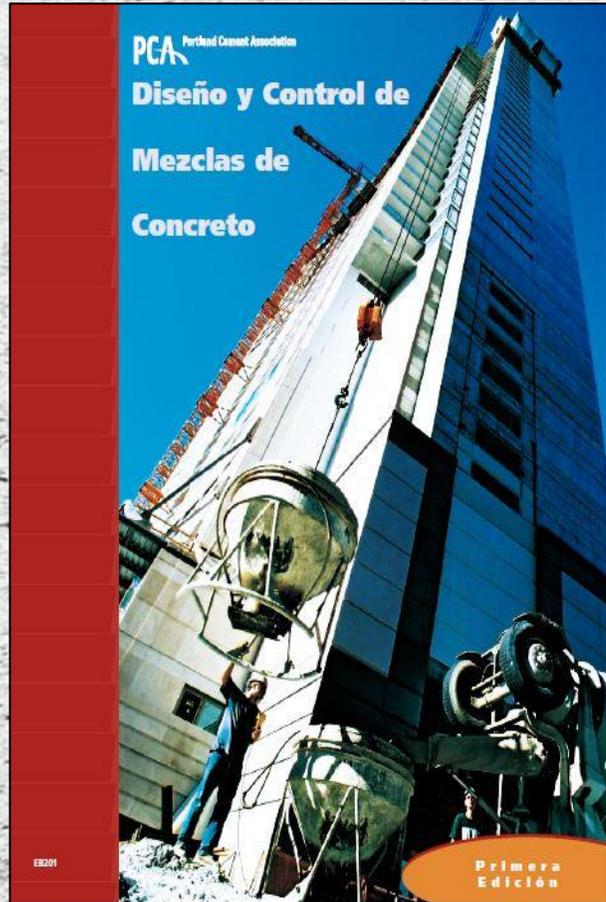
PDF  1 Fundamentos del Concreto	PDF  10 Dosificación, Mezclado, Transporte y Manejo del Concreto
PDF  2 Cementos Portland, Cementos Adicionados y Otros Cementos Hidráulicos	PDF  11 Colocación y Acabado del Concreto
PDF  3 Ceniza Volante, Escoria, Humo de Sílice y Puzolanas Naturales	PDF  12 Curado del Concreto
PDF  4 Agua de Mezcla para el Concreto	PDF  13 Colado en Clima Caluroso
PDF  5 Agregados para Concreto	PDF  14 Colado en Clima Frío
PDF  6 Aditivos para Concreto	PDF  15 Cambios de Volumen del Concreto
PDF  7 Fibras	PDF  16 Ensayos de Control del Concreto
PDF  8 Concreto con Aire Incluido	PDF  17 Concreto de Alto Desempeño
PDF  9 Diseño y Proporcionamiento de Mezclas de Concreto Normal	PDF  18 Concretos Especiales

PCA Portland Cement Association

Glosario	Publicaciones Adicionales Incluidas en este CD:
Sobre PCA	• Concreto de Cemento Blanco, EB224 / Hormigón de Cemento Blanco, EB222
Asociaciones	• Defectos Superficiales en Losas: Causas, Prevención, Reparación, IS542
Sinónimos	• Guía del Albañil, PA399
Normas	
Factores de Conversión para el Sistema Métrico	
Búsqueda del Libro	
Ayuda	







Resistencia al Impacto y a la Abrasión.....	87	Resistencia a Congelación y Deshielo.....	87	Resistencia a Sales Descongelantes.....	89	Contracción por Secado y Fluencia.....	89	Permeabilidad y Absorción.....	90	Reactividad Alcali-Agregado.....	90	Resistencia a los Sulfatos.....	90	Corrosión de la Armadura.....	91	Carbonatación.....	91	Resistencia Química.....	91	Salinidad.....	91	Color del Concreto.....	91	Proporcionalamiento de las Mezclas de Concreto.....	92	Disponibilidad.....	92	Almacenamiento.....	92	Referencias.....	92																																														
Capítulo 4																																																																													
Agua de Mezcla para el Concreto.....																																																																													
Carbonato Alcalino y Bicarbonato.....	95	Cloruro.....	97	Sulfato.....	97	Otras Sales Comunes.....	97	Sales de Hierro.....	98	Diversas Sales Inorgánicas.....	98	Agua del Mar.....	98	Aguas Ácidas.....	99	Aguas Alcalinas.....	99	Aguas de Enjuague.....	99	Aguas de Desechos Industriales.....	99	Aguas Sanitarias Residuales (Aguas Negras).....	99	Impurezas Orgánicas.....	99	Azúcar.....	99	Sedimentos o Partículas en Suspensión.....	99	Aceites.....	100	Algas.....	100	Interacción con los Aditivos.....	100	Referencias.....	100																																								
Capítulo 5																																																																													
Agregados para Concreto.....																																																																													
Características de los Agregados.....	105	Granulometría (Gradación).....	106	Granulometría del Agregado Fino.....	108	Módulo de Finura.....	109	Granulometría del Agregado Grueso.....	109	Granulometría Combinada del Agregado.....	112	Agregado con Granulometría Discontinua.....	112	Forma y Textura Superficial de las Partículas.....	113	Masa Volumétrica (Masa Unitaria) y Vicios.....	114	Densidad Relativa (Densidad Absoluta, Gravedad Específica).....	114	Masa Específica (Densidad).....	114	Absorción y Humedad Superficial.....	115	Abundamiento (Hinchamiento, Abultamiento).....	115	Resistencia a Congelación y Deshielo.....	116	Propiedades de Humedecimiento y Secado.....	117	Abrasión y Resistencia al Derrapamiento.....	117	Resistencia y Contracción.....	118	Resistencia a Ácidos y Otras Sustancias Corrosivas.....	118	Resistencia al Fuego y Propiedades Térmicas.....	119	Materiales Potencialmente Perjudiciales.....	119	Reactividad Alcali-Agregado.....	121	Reacción Alcali-Silice.....	121	Síntomas Visuales de la Expansión por RAS.....	121	Mecanismo de la RAS.....	122	Factores que Afectan la RAS.....	122	Métodos de Ensayo para Identificar el Daño por RAS.....	122	Control de la RAS en el Concreto Nuevo.....	122	Identificación de los Agregados Potencialmente Reactivos.....	122	Materiales y Métodos para Control de la RAS.....	126	Reacción Alcali-Carbonato.....	126	Mecanismo de la RAC.....	126	Desdolitización.....	126	Métodos de Ensayo para la Identificación de los Daños por RAC.....	127	Materiales y Métodos de Control de RAC.....	127	Beneficio de Agregados.....	127	Manejo y Almacenamiento de Agregados.....	127	Agregado Dragado del Mar.....	128	Agregados de Concreto Reciclado.....	128	Referencias.....	130
Capítulo 6																																																																													
Aditivos para Concreto.....																																																																													
Aditivos Incluidores de Aire.....	137	Reductores de Agua de Medio Rango.....	139	Superplastificantes para Concretos Fluidos.....	141	Aditivos Retardadores.....	143	Aditivos de Control de La Hidratación.....	144	Aditivos Aceleradores.....	144	Inhibidores de Corrosión.....	145	Aditivos Reductores de Contracción (Retracción).....	146	Aditivos Químicos para la Reducción de la Reactividad Alcali-Agregado (Inhibidores de RAS).....	146	Aditivos Colorantes.....	146	Aditivos a Prueba de Agua.....	147	Aditivos Impermeabilizantes.....	147	Auxiliar de Bombeo.....	147	Aditivos de Adherencia y Agentes de Adherencia.....	147	Aditivos para Lechadas.....	148	Aditivos Formadores de Gas.....	148	Purgador de Aire.....	148	Aditivos Fungicida, Germicida e Insecticida.....	148	Aditivos Anti-Deslave.....	148																																								

Capítulo 5 Agregados para Concreto

La importancia del uso del tipo y de la calidad correctos del agregado (árido) no se puede subestimar. Los agregados fino y grueso ocupan cerca del 60% al 75% del volumen del concreto (70% a 85% de la masa) e influyen fuertemente en las propiedades tanto en estado fresco como endurecido, en las proporciones de la mezcla y en la economía del concreto. Los agregados finos (Fig. 5-1) generalmente consisten en arena natural o piedra triturada (partida, macha-



Fig. 5-1. Primer plano de agregado fino (arena). (IMG12185)



Fig. 5-2. Agregado grueso. Grava redondeada (izquierda) y piedra triturada (derecha). (IMG12184)

cada, pedregón arena de trituración) con la mayoría de sus partículas menores que 5 mm (0.2 pulg.). Los agregados gruesos (Fig. 5-2) consisten en una o en la combinación de gravas o piedras trituradas con partículas predominantemente mayores que 5 mm (0.2 pulg.) y generalmente entre 9.5 mm y 37.5 mm (3/8 y 1 1/2 pulg.). Algunos depósitos naturales de agregado, llamados de gravas de mina, consisten en grava y arena que se pueden usar inmediatamente en el concreto, después de un procesamiento mínimo. La grava y la arena naturales normalmente se excavan o dragan de la mina, del río, del lago o del lecho marino. La piedra triturada se produce triturando la roca de cantera, roca redondeada, guijarros o gravas grandes. La escoria de alto horno enfría al aire y triturada también se usa como agregados fino y gruesos.

Los agregados frecuentemente se lavan y se gradúan en la mina o en la planta. Se puede esperar alguna variación en el tipo, calidad, limpieza, granulometría (gradación), contenido de humedad y otras propiedades. Cerca de la mitad de los agregados gruesos en el concreto de cemento Portland en Norteamérica es grava, la mayoría del resto es piedra triturada.

Los agregados naturales para concreto son una mezcla de rocas y minerales (véase Tabla 5-1). Mineral es una sustancia sólida natural con una estructura interna ordenada y una composición química que varía dentro de límites estrechos. Las rocas, que se clasifican según su origen en igneo, sedimentarias o metamórficas, generalmente se componen de váos minerales. Por ejemplo, el granito contiene cuarzo, feldespato, mica y otros pocos minerales, la mayoría de las calizas consiste en calcita, dolomita y pequeñas cantidades de cuarzo, feldespato y arcilla. El interperismo y la erosión de las rocas producen partículas de piedra, grava, arena, limo y arcilla.

El concreto reciclado o el concreto de desperdicio triturado es una fuente viable de agregados y una realidad económica, especialmente donde los buenos agregados son escasos. Se pueden utilizar equipos convencionales de trituración de piedras y se han desarrollado nuevos equipos para reducir el ruido y el polvo.

Agregado Fino



- Arena y/o piedra triturada
- < 5 mm (0.2 in)
- Contenido de agregado fino normalmente del 35% al 45% por masa o volumen total del agregado

Agregado Grueso



- Grava y piedra triturada
- ≥ 5 mm (0.2 in)
- Normalmente entre 9.5 y 37.5 mm (3/8 y 1½ in)

Rocas y Minerales Constituyentes en los Agregados

- Minerales
- Rocas ígneas
- Rocas metamórficas
- Rocas sedimentarias

1. Minerales

- **Sílice**
 - ◆ Cuarzo, Ópalo
- **Silicato**
 - ◆ Feldespato, Arcilla
- **Carbonato**
 - ◆ Calcita, Dolomita
- **Sulfatos**
 - ◆ Yeso, Anhidrita
- **Sulfuro de hierro**
 - ◆ Pirita, Marcasita
- **Óxido de hierro**
 - ◆ Magnetita, Hematita

2. Rocas ígneas

- **Granito**
- **Sienita**
- **Diorita**
- **Gabro**
- **Periodita**
- **Pegmatita**
- **Vidrio volcánico**
- **Felsita**
- **Basalto**

3. Rocas sedimentarias

- Conglomerado
- Arenisca
- Piedra arcillosa, limonita, argilita y esquisto
- Carbonatos
- Chert

4. Rocas metamórficas

- Mármol
- Metacuarcita
- Pizarra
- Filita
- Esquisto
- Anfibolita
- Hornfels (roca córnea)
- Gneis
- Serpentinita



Agregados de Peso Normal

ASTM C 33 o AASHTO M 6/M80, COVENIN 277, IRAM 1512, IRAM 1531, IRAM 1627, NCh163, NMX-C-111, NTC 174, NTP 400.037, UNIT 84 y UNIT 102

Agregados más comunes

- Arena
- Grava
- Piedra triturada

Produce concreto de peso normal 2,200 a 2,400 kg/m³ (140 a 150 lb/ft³)



Agregado Ligero (1)



ASTM C 330, NMX-C-299

Expandido

- ◆ Esquisto
- ◆ Arcilla
- ◆ Pizarra
- ◆ Escoria

Produce concreto estructural ligero 1,350 a 1,850 kg/m³ (90 a 120 lb/ft³)

Agregado Ligero (2)

- Piedra pómez
- Perlita
- Vermiculita
- Diatomita

Produce concreto aislante ligero de 250 a 1,450 kg/m³ (15 a 90 lb/ft³)

Agregado Pesado

ASTM C 637, C 638 (Blindaje para radiación)

- Barita
- Limonita
- Magnetita
- Ilmenita
- Hematita
- Esferas de Hierro

Produce concreto pesado de hasta $6,400 \text{ kg/m}^3$ (400 lb/ft^3)

Características y Ensayos de los Agregados (1)

Característica	Ensayo
Resistencia a abrasión y degradación	ASTM C 131 (AASHTO T 96), COVENIN 0266-77, IRAM 1532, NCh1369.Of1978, NMX-C-196, NTP 400.019, UNIT-NM 51, ASTM C 535, COVENIN 0267-78, IRAM 1532, NCh1369.Of1978, NMX-C-196 , NTP 400.020, UNIT-NM 51, ASTM C 779
Resistencia a congelación-deshielo	ASTM C 666 (AASHTO T 161), COVENIN 1601, NCh2185, NMX-C-205 , ASTM C 682, AASHTO T 103
Resistencia a sulfatos	ASTM C 88 (AASHTO T 104), COVENIN 0271, IRAM 1525, NCh1328, NMX-C-075-1997-ONNCCE , NTC 126, NTP 400.016
Forma y textura superficial de las partículas	ASTM C 295 , IRAM 1649, NMX-C-265 , NTC 3773, UNIT-NM 54, ASTM D 3398, COVENIN 0264. IRAM 1681, IRAM 1687, UNIT 1029

Características y Ensayos de los Agregados (2)

Característica	Ensayo
Granulometría	ASTM C 117 (AASHTO T 11), IRAM 1540, NMX-C-084, NCh1223, NTC 78, NTE 0697, NTP 400.018, UNIT-NM 46, ASTM C 136 (AASHTO T 27), COVENIN 0255, IRAM 1505, IRAM 1627, NCh165, NMX-C-077 , NTC 77, NTE 0696, NTP 400.012, UNIT 48
Degradación del agregado fino	ASTM C 1137
Contenido de vacíos	ASTM C 1252 (AASHTO T 304)
Masa volumétrica	ASTM C 29 (AASHTO T 19), COEVNIN 0274, COVENIN 0263, IRAM 1548 , NMX-C-073 , NTC 92, NTP 400.017, UNIT-NM 45
Masa específica relativa	ASTM C 127 (AASHTO T 85), COVENIN 0269, IRAM 1533, NMX-C-164 , NCh1117, NTC 176, NTP 400.021, UNIT-NM 30, UNIT-NM 53

Características y Ensayos de los Agregados (3)

Característica	Ensayo
Absorción y humedad superficial	ASTM C 70 , COVENIN 0272, ASTM C 127 (AASHTO T 85), COVENIN 0269, IRAM 1533, NMX-C-164 , NCh1117, NTC 176, NTP 400.021, UNIT-NM 30, UNIT-NM 53, ASTM C 128 (AASHTO T84), COVENIN 0268, IRAM 1520, NCh1239, NMX-C-165, NTC 237, NTP 400.022, UNIT-NM 64, UNIT-NM 52, ASTM C 566 (AASHTO T 255), COVENIN 1375, NMX-C-166 , NTC 1776, NTP 339.185
Resistencia a compresión y a la flexión	ASTM C 39 (AASHTO T 22), COVENIN 0338, IRAM 1546, NCh1037, NMX-C-083-1997-ONNCCE, NTC 673, NTE 1573, NTP 339.034, UNIT-NM 101, ASTM C 78 (AASHTO T 97), COVENIN 0342, IRAM 1547, NCh1038, NMX-C-191 , NTC 2871, NTP 339.078, UNIT-NM 55
Definiciones de los constituyentes	ASTM C 125 , NTC 385, NTE 0694:83, NTP 400.011, UNIT-NM 2, ASTM C 294, IRAM 1517, NMX-C-305 , UNIT-NM 66

Características y Ensayos de los Agregados (4)

Característica	Ensayo
Constituyentes del agregado	<p>ASTM C 40 (AASHTO T 21), COVENIN 0256, NCh166, NMX-C-088-1997-ONNCCE, NTC 127, NTP 400.024, UNIT-NM 49,</p> <p>ASTM C 87 (AASHTO T 71), COVENIN 0275, IRAM 1647, NMX-C-07, NTC 579, NTP 400.013, ASTM C 117 (AASHTO T 11), IRAM 1540, NMX-C-084, NCh1223, NTC 78, NTE 0697, NTP 400.018, UNIT-NM 46, ASTM C 123 (AASHTO T 113), COVENIN 0260, NMX-C-072-1997-ONNCCE, NTC 130, NTE 0699, NTP 400.023, UNIT-NM 31, ASTM C 142 (AASHTO T 112), COVENIN 0257, IRAM 1647, NMX-C-071, NCh1327, NTC 589, NTE 0698, NTP 400.015, UNIT-NM 44, ASTM C 295, IRAM 1649, NMX-C-265, NTC 3773, UNIT-NM 54</p>
Resistencia a la reactividad con los álcalis y cambio de volumen	<p>ASTM C 227, COVENIN 0276, IRAM 1637, NMX-C-180, NTC 3828, NTP 334.113, NTP 334.067, ASTM C 289, NTC 175, NTP 334.099, ASTM C 295, IRAM 1649, NMX-C-265, NTC 3773, UNIT-NM 54, ASTM C 342, NMX-C-282, ASTM C 586, COVENIN 1303, ASTM C 1260 (AASHTO T 303), IRAM 1674, NMX-C-298, NTP 334.110, UNIT 1038, ASTM C 1293, IRAM 1700</p>

Granulometría del Agregado

es la distribución del tamaño de las partículas de un agregado, que se determina a través del análisis de los tamices (cedazos, cribas)

Agregado fino:

7 tamices normalizados con aberturas de 150 μm a 9.5 mm (No. 100 a 3/8 in)

Agregado grueso:

13 tamices normalizados con aberturas de 1.18 mm a 100 mm (0.046 in a 4 in)

Tamaños de Partículas



Límites de Granulometría del Agregado Fino

Tamiz		Porcentaje que pasa (en masa)
9.5 mm	(3/8 in)	100
4.75 mm	(No. 4)	95 a 100
2.36 mm	(No. 8)	80 a 100
1.18 mm	(No. 16)	50 a 85
600 µm	(No. 30)	25 a 60
300 µm	(No. 50)	5 a 30*
150 µm	(No. 100)	0 a 10**

* ASTM C 33 y NTP 400.037 este límite es del 5% a 30%. Para COVENIN 277 este tamiz es del 8%.

**De acuerdo con la ASTM C 33 y la NTP 400.037 este límite es del 0% a 10%.

Tamaño Máximo vs Tamaño Máximo Nominal del Agregado

- **Tamaño máximo:**
el menor tamiz por el cual toda la muestra de agregado grueso debe pasar.
- **Tamaño máximo nominal:**
es el tamiz normalizado con abertura inmediatamente inferior a la menor abertura por la cual todo el agregado debe pasar.
- El tamiz del tamaño máximo nominal puede retener del 5 % al 15 %

Tamaño Máximo Nominal del Agregado

El tamaño no debe exceder:

- **1/5 de la dimensión más pequeña del elemento de concreto**
- **3/4 del espacio libre entre las barras de acero del refuerzo y entre las varillas de refuerzo y las cimbras**
- **1/3 de la profundidad de las losas**

Granulometría del Agregado Grueso



Tamaño No. 57
25 a 4.75 mm (1 in a No. 4)

Tamiz		Porcentaje que pasa (en masa)
37.5 mm	(1½ in)	100
25.0 mm	(1 in)	95 a 100
12.5 mm	(½ in)	25 a 60
4.75 mm	(No. 4)	0 a 10
2.36 mm	(No. 8)	0 a 5

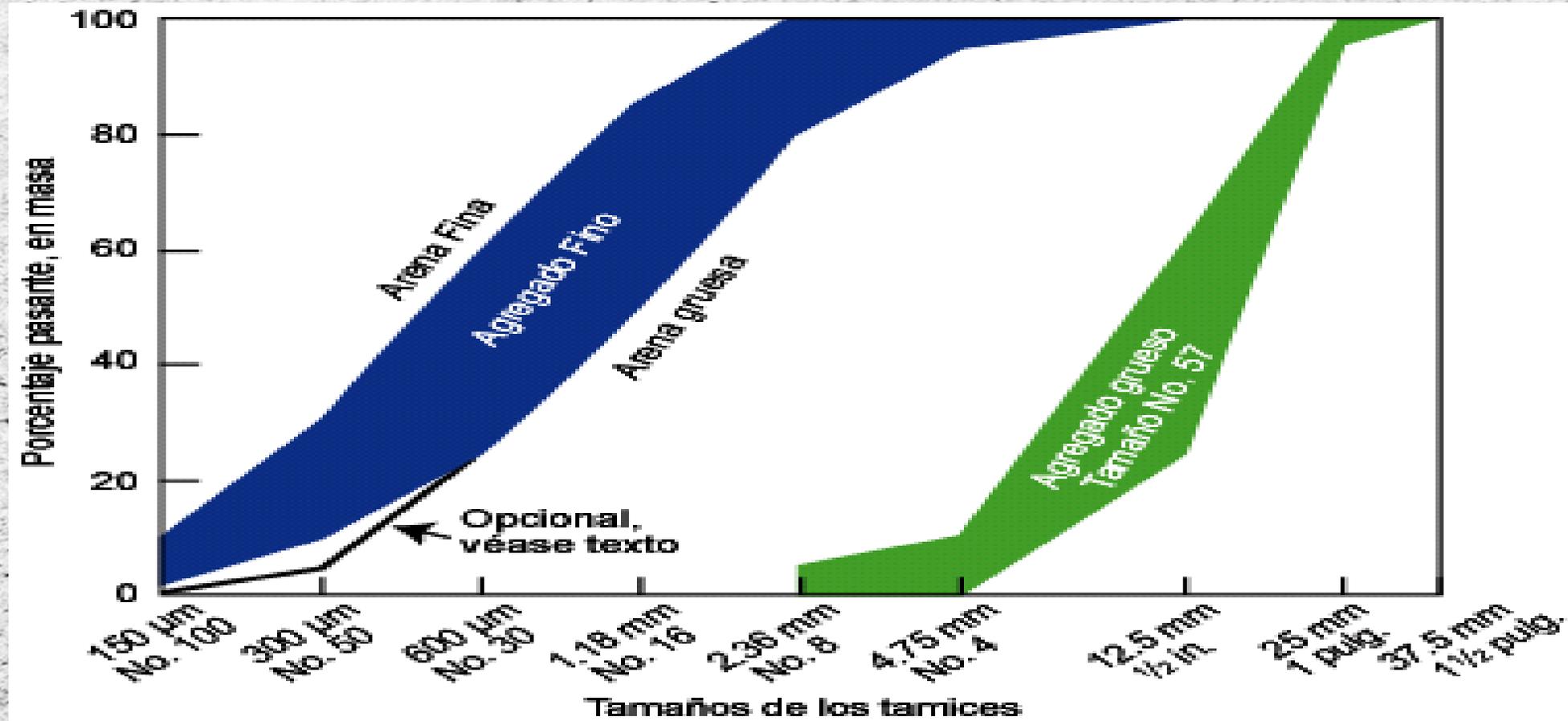
Límites de Granulometría

TABLE 2 Grading Requirements for Coarse Aggregates

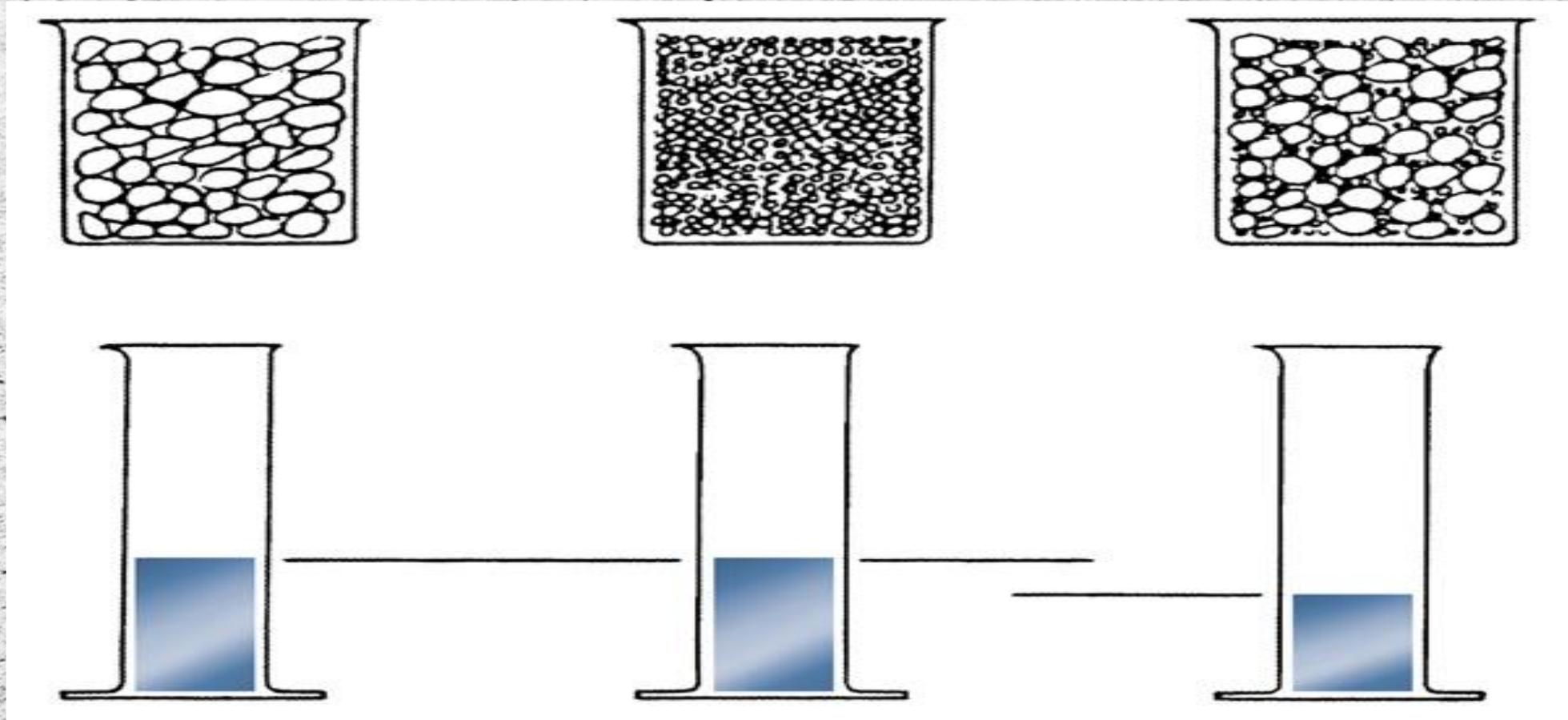
Size Number	Nominal Size (Sieves with Square Openings)	Amounts Finer than Each Laboratory Sieve (Square-Openings), Mass Percent													
		100 mm (4 in.)	90 mm (3½ in.)	75 mm (3 in.)	63 mm (2½ in.)	50 mm (2 in.)	37.5 mm (1½ in.)	25.0 mm (1 in.)	19.0 mm (¾ in.)	12.5 mm (½ in.)	9.5 mm (¾ in.)	4.75 mm (No. 4)	2.36 mm (No. 8)	1.18 mm (No. 16)	300 µm (No. 50)
1	90 to 37.5 mm (3½ to 1½ in.)	100	90 to 100	---	25 to 60	---	0 to 15	---	0 to 5	---	---	---	---	---	---
2	63 to 37.5 mm (2½ to 1½ in.)	---	---	100	90 to 100	35 to 70	0 to 15	---	0 to 5	---	---	---	---	---	---
3	50 to 25.0 mm (2 to 1 in.)	---	---	---	100	90 to 100	35 to 70	0 to 15	---	0 to 5	---	---	---	---	---
357	50 to 4.75 mm (2 in. to No. 4)	---	---	---	100	95 to 100	---	35 to 70	---	10 to 30	---	0 to 5	---	---	---
4	37.5 to 19.0 mm (1½ to ¾ in.)	---	---	---	---	100	90 to 100	20 to 55	0 to 15	---	0 to 5	---	---	---	---
467	37.5 to 4.75 mm (1½ in. to No. 4)	---	---	---	---	100	95 to 100	---	35 to 70	---	10 to 30	0 to 5	---	---	---
5	25.0 to 12.5 mm (1 to ½ in.)	---	---	---	---	---	100	90 to 100	20 to 55	0 to 10	0 to 5	---	---	---	---
56	25.0 to 9.5 mm (1 to ¾ in.)	---	---	---	---	---	100	90 to 100	40 to 85	10 to 40	0 to 15	0 to 5	---	---	---
57	25.0 to 4.75 mm (1 in. to No. 4)	---	---	---	---	---	100	95 to 100	---	25 to 60	---	0 to 10	0 to 5	---	---
6	19.0 to 9.5 mm (¾ to ¾ in.)	---	---	---	---	---	---	100	90 to 100	20 to 55	0 to 15	0 to 5	---	---	---
67	19.0 to 4.75 mm (¾ in. to No. 4)	---	---	---	---	---	---	100	90 to 100	---	20 to 55	0 to 10	0 to 5	---	---
7	12.5 to 4.75 mm (½ in. to No. 4)	---	---	---	---	---	---	---	100	90 to 100	40 to 70	0 to 15	0 to 5	---	---
8	9.5 to 2.36 mm (¾ in. to No. 8)	---	---	---	---	---	---	---	---	100	85 to 100	10 to 30	0 to 10	0 to 5	---
89	9.5 to 1.18 mm (¾ in. to No. 16)	---	---	---	---	---	---	---	---	100	90 to 100	20 to 55	5 to 30	0 to 10	0 to 5
9 ^A	4.75 to 1.18 mm (No. 4 to No. 16)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	100	85 to 100	10 to 40	0 to 10	0 to 5

^A Size number 9 aggregate is defined in Terminology C 125 as a fine aggregate. It is included as a coarse aggregate when it is combined with a size number 8 material to create a size number 89, which is a coarse aggregate as defined by Terminology C 125.

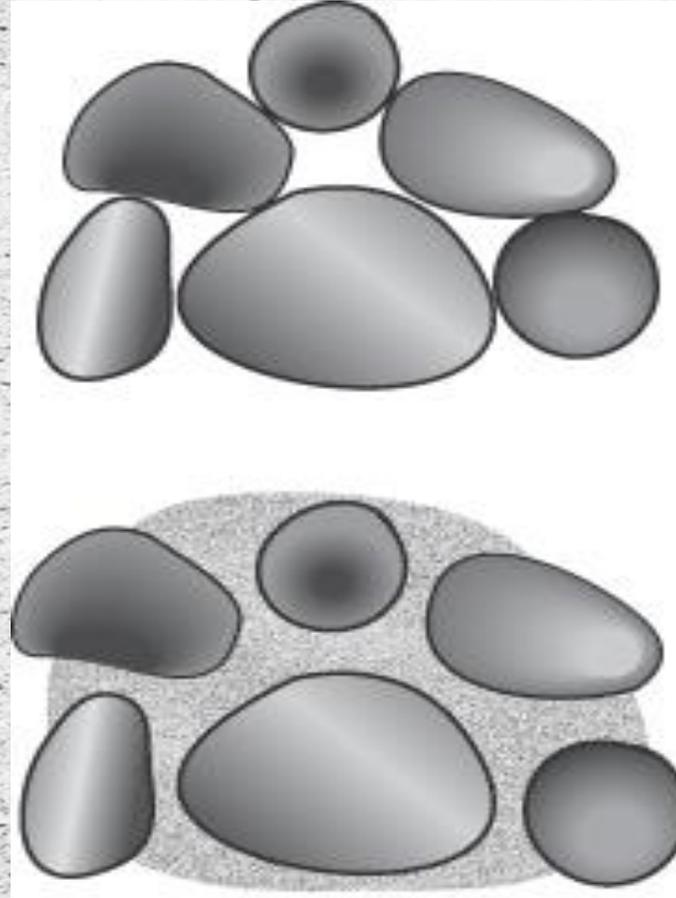
Límites de Granulometría



Reducción de los Vacíos



Dispersión de los Agregados



Módulo de Finura (MF)

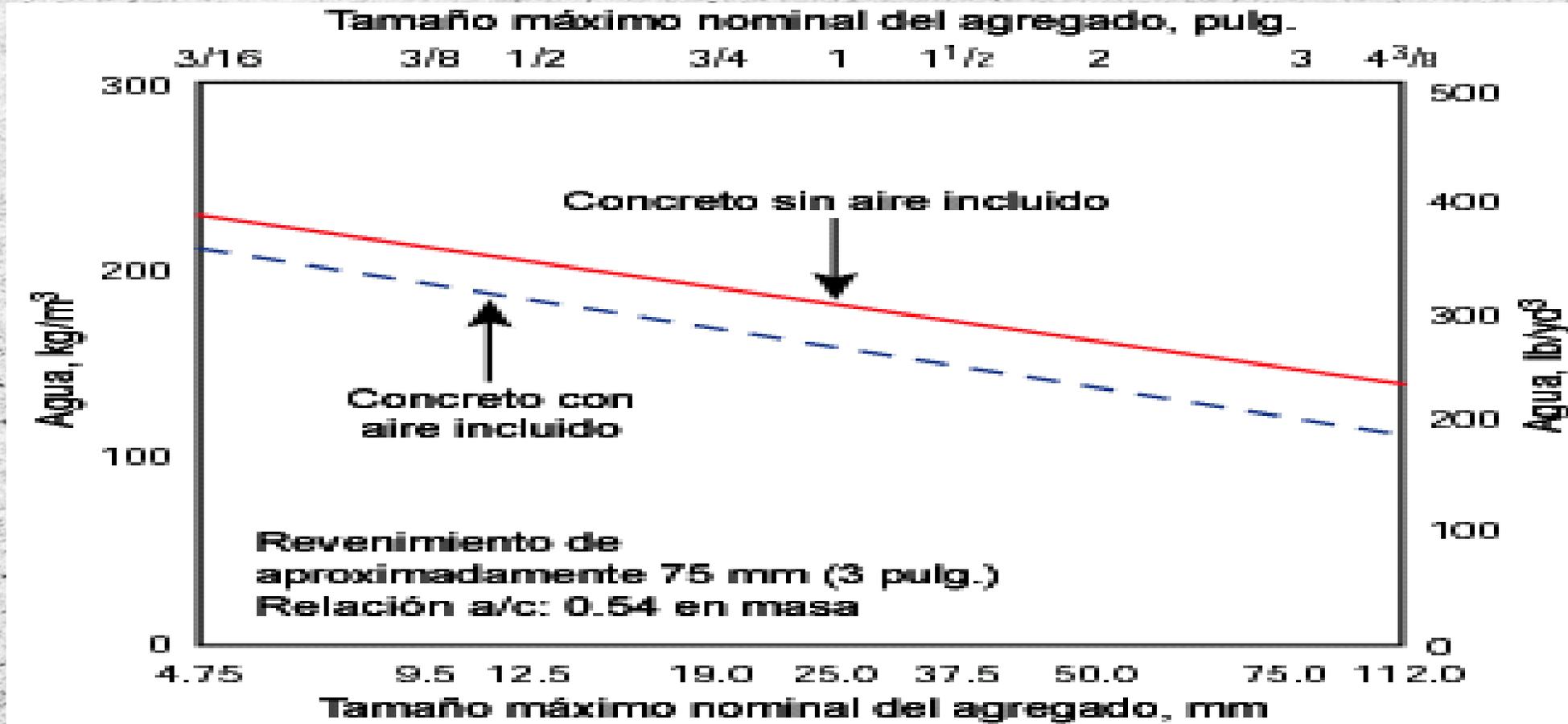
- Se calcula sumándose los porcentajes acumulados de la masa retenida en cada uno de los tamices de la serie especificada y dividiéndose esta suma entre 100.
- **Los tamices especificados son:**
 - 50 μm (No. 100), 300 μm (No. 50), 600 μm (No. 30),
 - 1.18 mm (No. 16), 2.36 mm (No. 8), 4.75 mm (No. 4),
 - 9.5 mm (3/8 in), 19.0 mm (3/4 in), 37.5 mm (1½ in),
 - 75 mm (3 in), y 150 mm (6 in).

Análisis Granulométrico y Módulo de Finura de la Arena

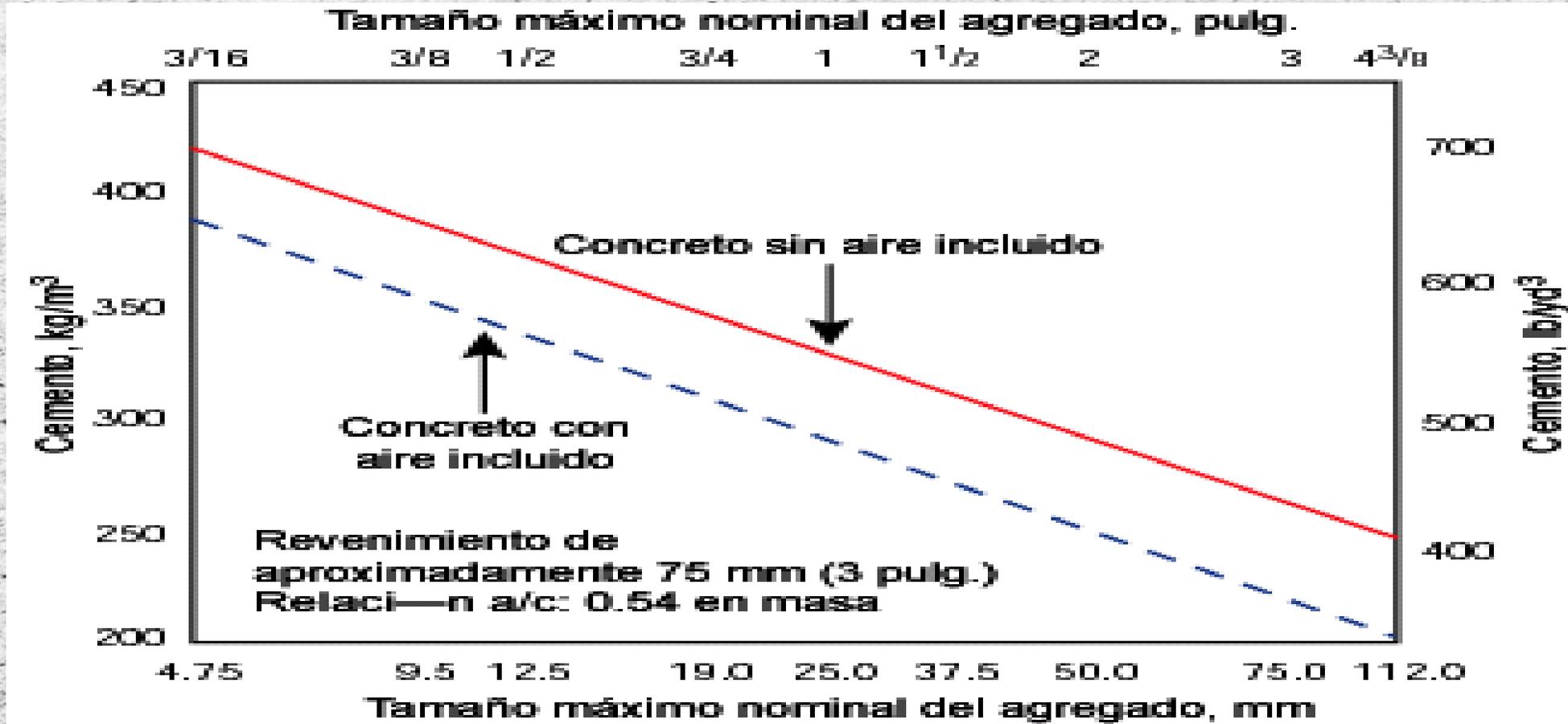
Tamiz		Porcentaje de la fracción individual retenida, en masa	Porcentaje acumulado que pasa, en masa	Porcentaje retenido acumulado, en masa
9.5 mm	(3/8 in)	0	100	0
4.75 mm	(No. 4)	2	98	2
2.36 mm	(No. 8)	13	85	15
1.18 mm	(No. 16)	20	65	35
600 μm	(No. 30)	20	45	55
300 μm	(No. 50)	24	21	79
150 μm	(No. 100)	18	3	97
	Charola	3	0	—
Total		100		283

$$\text{Módulo de finura} = 283 \div 100 = 2.83$$

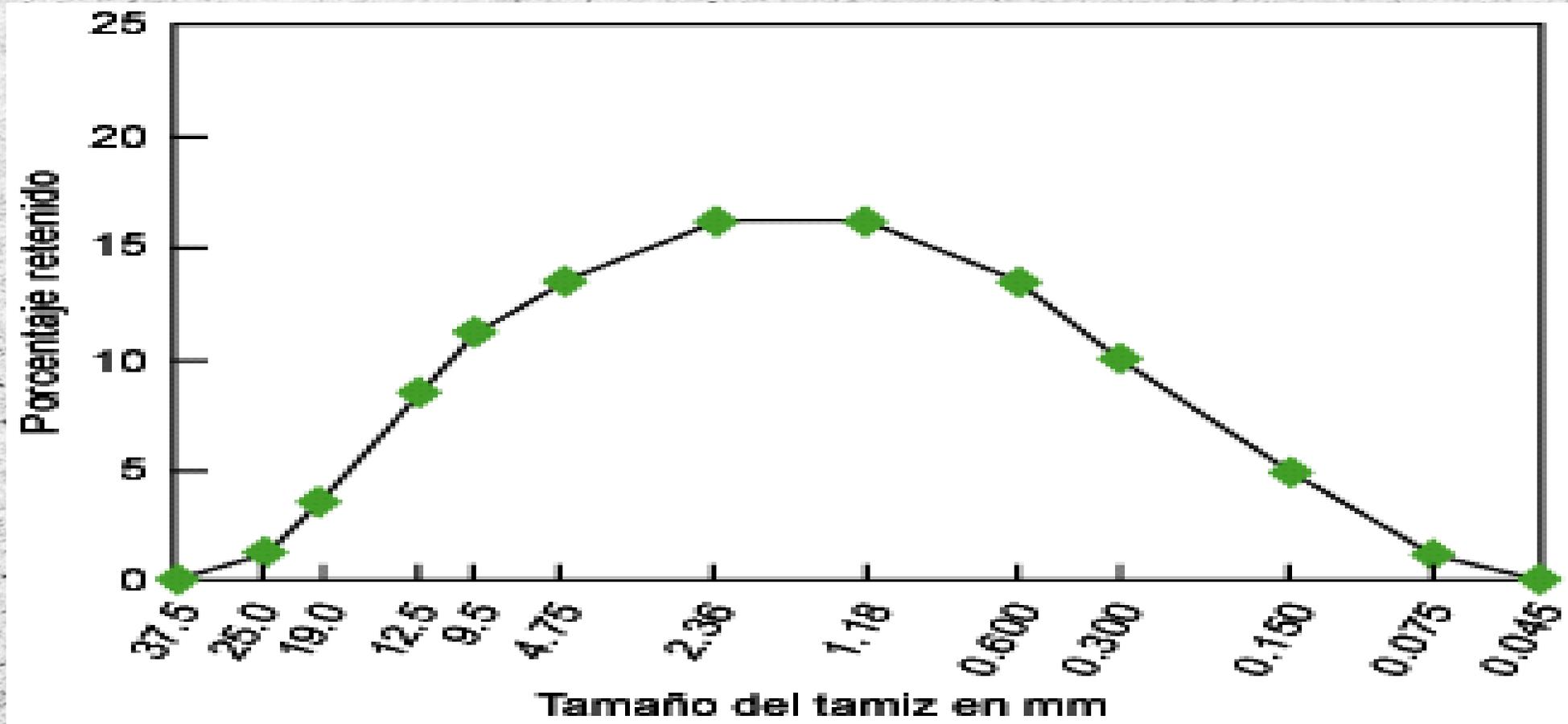
Tamaño Máximo del Agregado y Demanda de Agua



Tamaño Máximo del Agregado y Demanda de Agua



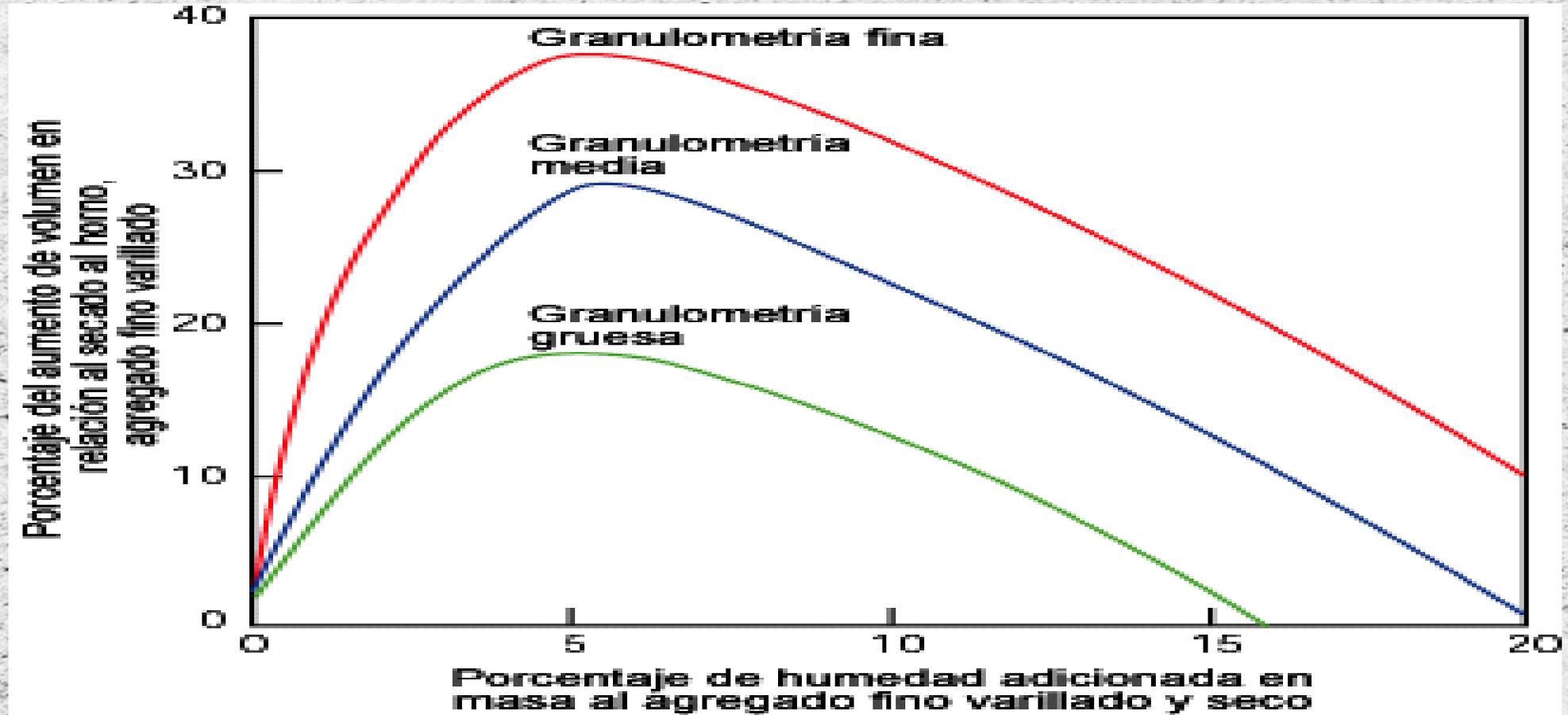
Granulometría Combinada

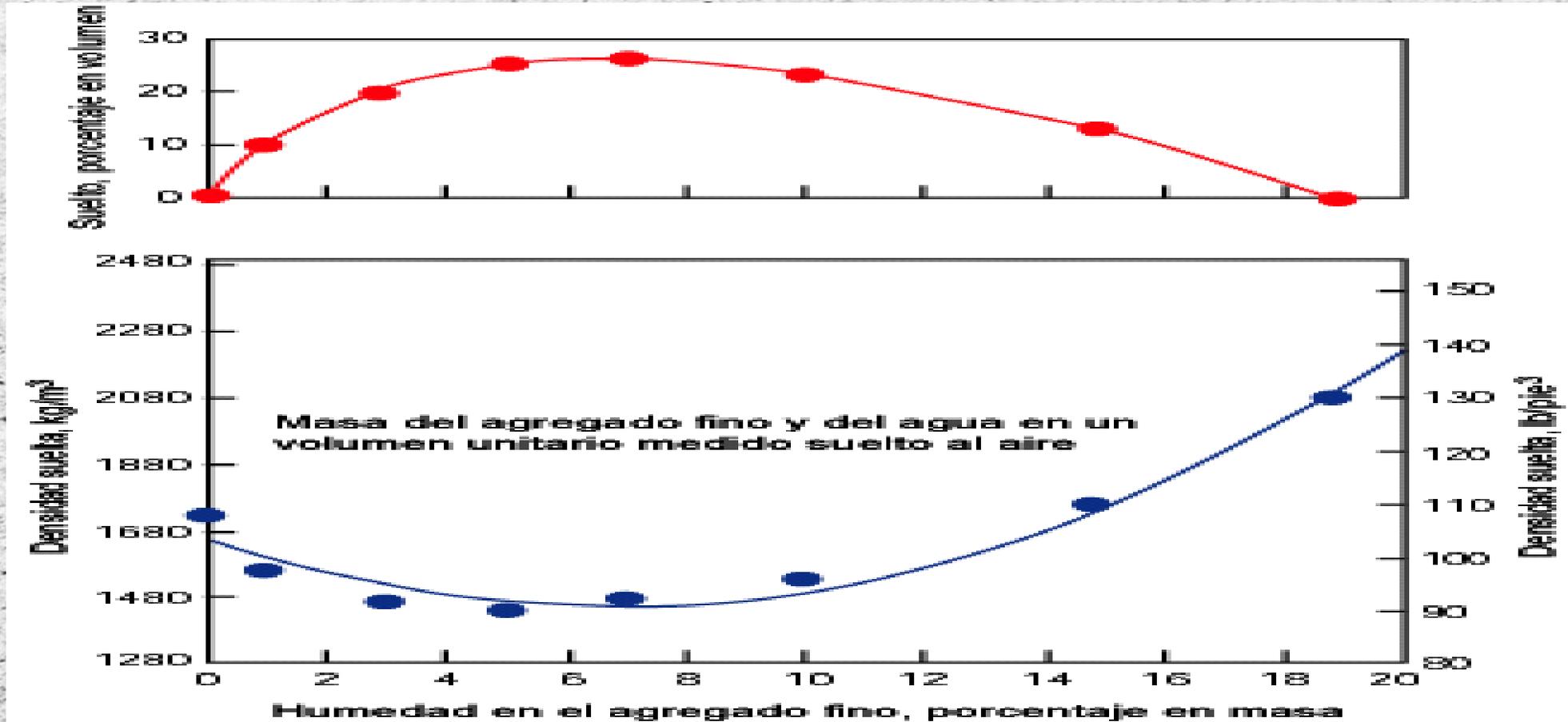


Condiciones de humedad

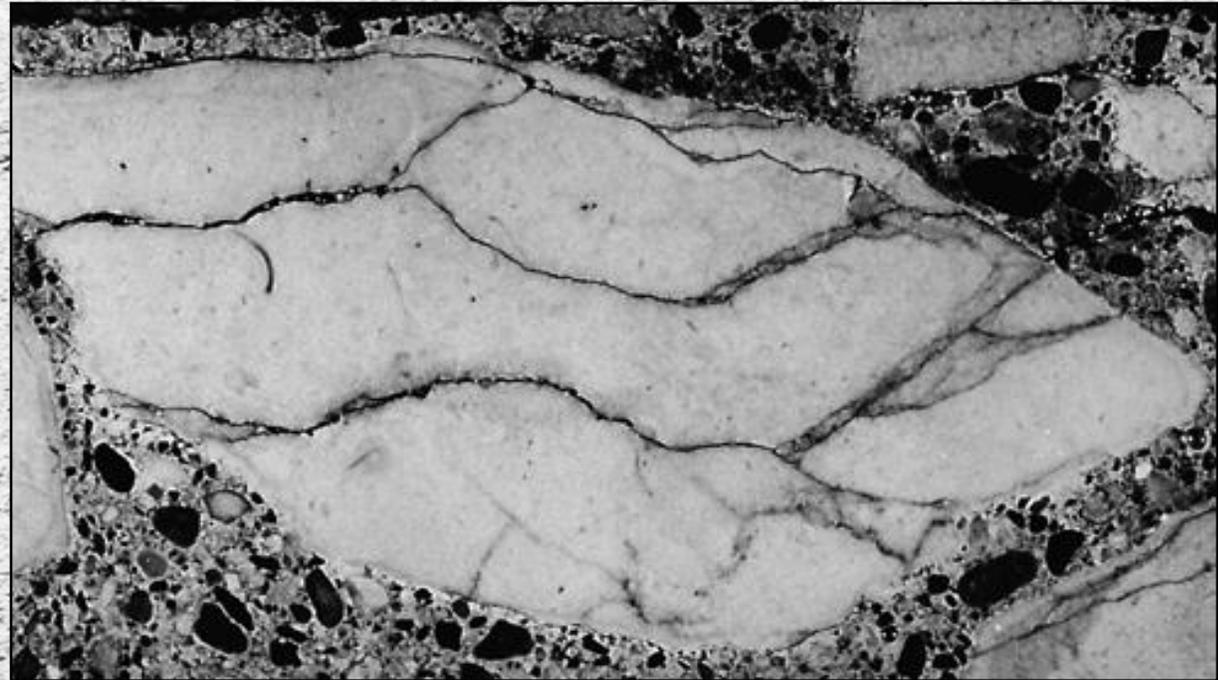


Abundamiento de la Arena

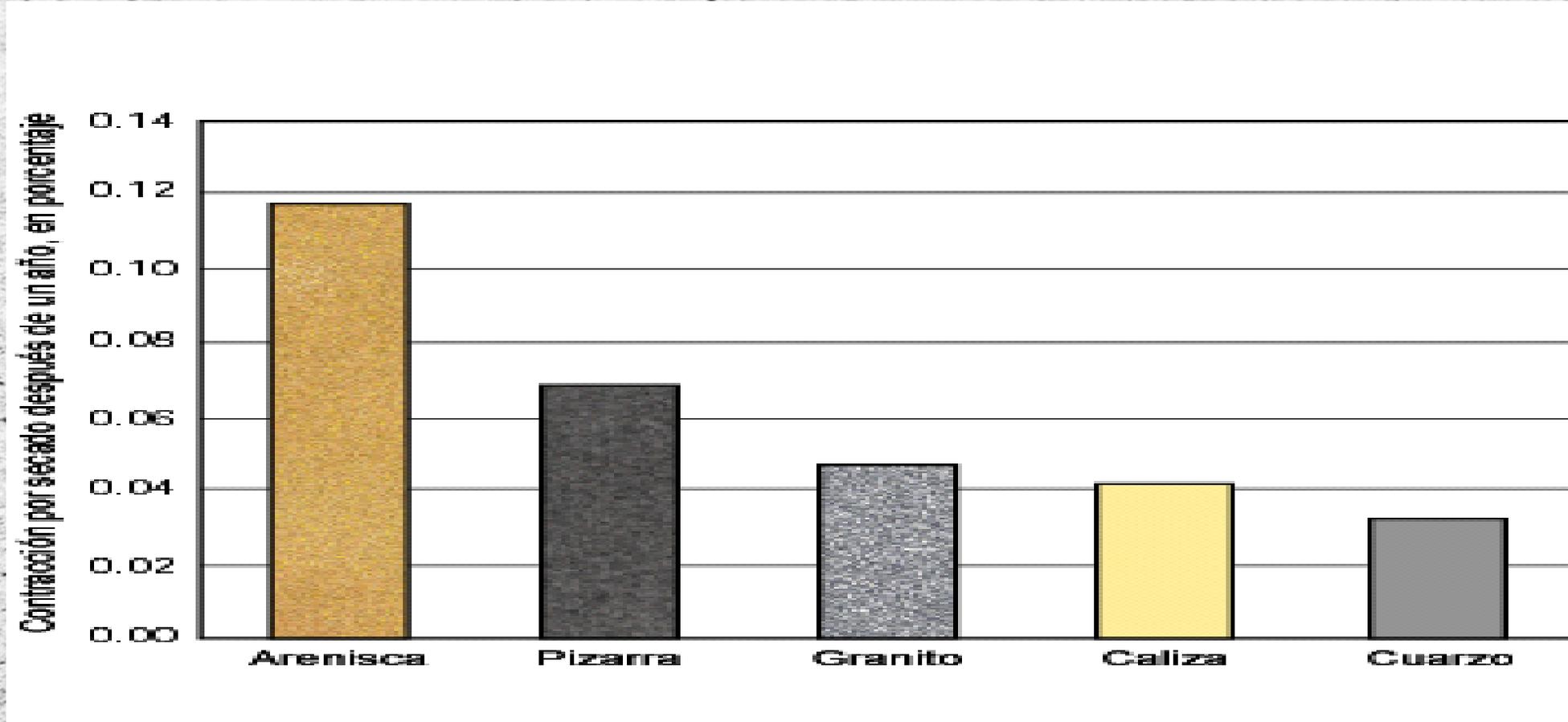




Fisuración tipo D



Contracción por Secado



Materiales Perjudiciales (1)

Sustancia	Efecto en el concreto
Impurezas orgánicas	Afecta el tiempo de fraguado y el endurecimiento, puede causar deterioro
Material más fino que 75 μm (tamiz No. 200)	Afecta adherencia, aumenta la demanda de agua
Carbón, lignito u otro material ligero	Afecta la durabilidad, puede causar manchas y erupciones
Partículas blandas	Afecta la durabilidad

Materiales Perjudiciales (2)

Substancias	Efecto en el concreto
Terrones de arcilla y partículas desmenuzables	Afecta la trabajabilidad y la durabilidad, puede causar erupciones
Chert con masa específica relativa menor que 2.40	Afecta la durabilidad, puede causar erupciones
Agregados reactivos con los álcalis	Causa expansión anormal, fisuración en forma de mapa (“viboritas”, acocodrilamiento, piel de cocodrilo)

Sustancias Reactivas Perjudiciales

Sustancias reactivas álcali-sílice			Sustancias reactivas álcali-carbonato
<p>Andesitas Argilitas Ciertas calizas silíceas y dolomitas Cherts calcedónicos Calcedonia Cristobalita Cuarzitas</p>	<p>Dacita Esquistos Filitas Gneis granítico Grauvacas Material volcánico vitrificado o criptocristalino Metagrauvacas</p>	<p>Ópalo Pizarras opalinas Pizarras silíceas Quartzoses Riolitas Vidrio silíceo natural y sintético Tridmita</p>	<p>Calizas dolomíticas Dolomitas calcíticas Dolomitas finamente granuladas</p>



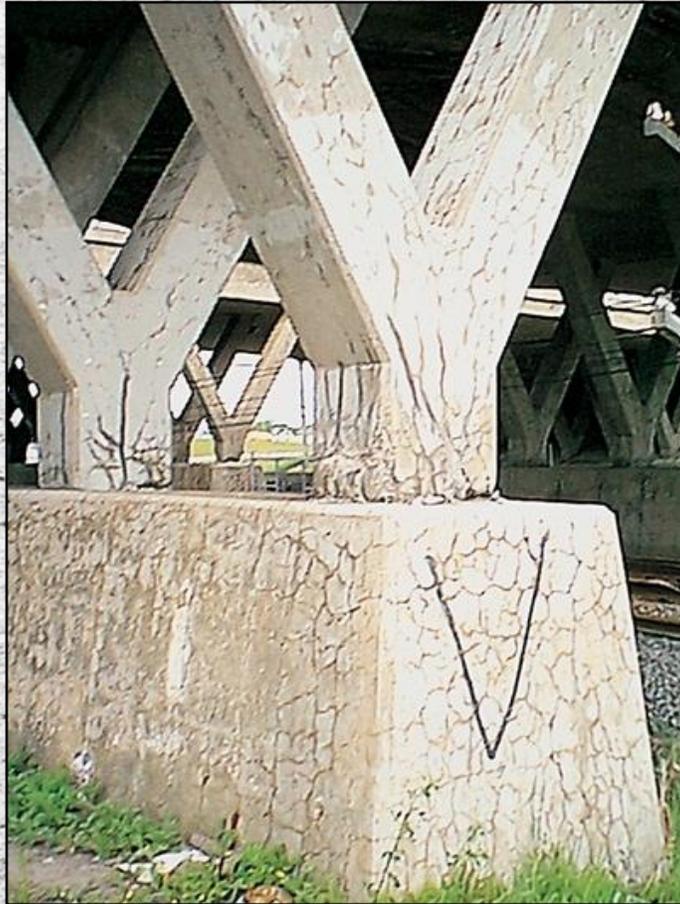
Partículas de Hierro en los Agregados



Reactividad Álcali-Agregado (RAA)

- Es una reacción entre los constituyentes minerales activos de algunos agregados y los hidróxidos alcalinos de sodio y potasio en el concreto.
 - ◆ Reacción álcali-sílice (RAS)
 - ◆ Reacción álcali-carbonato (RAC)

Reactividad Álcali-Sílice (RAS)



- Síntomas Visuales
 - ◆ Red de fisuras
 - ◆ Juntas cerradas o lascadas
 - ◆ Desplazamiento relativo
 - ◆ Aparición de erupciones

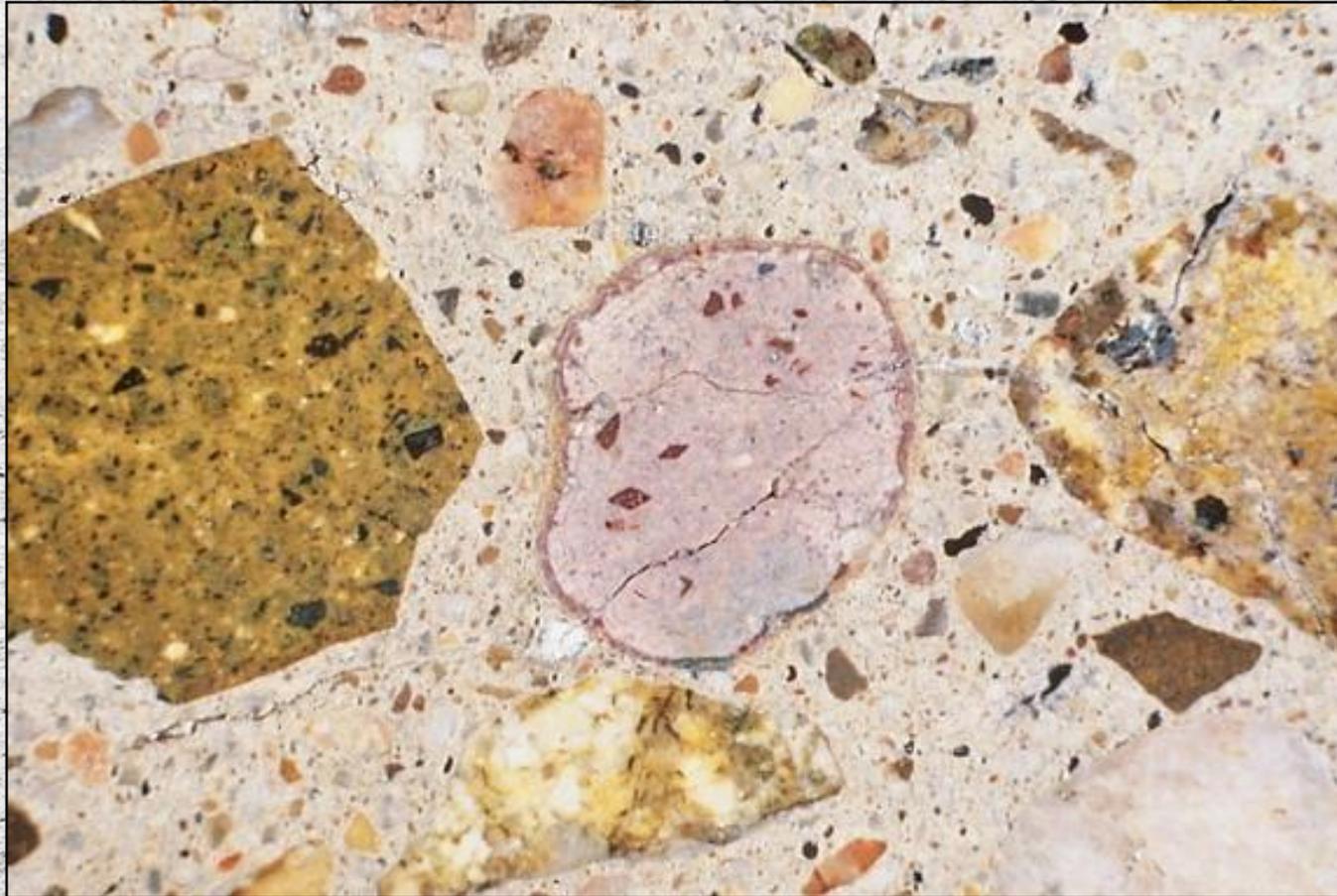


Reactividad Álcali-Sílice (RAS)



- Mecanismo
 1. Hidróxido alcalino + gel de sílice reactiva
⇒ producto de reacción (gel álcali-sílice)
 2. Gel del producto de la reacción + humedad
⇒ expansión

Reactividad Álcali-Sílice (RAS)



- Factores que afectan la RAS
 - ◆ Una forma reactiva de sílice en el agregado,
 - ◆ Una solución en el poro altamente alcalina (pH)
 - ◆ Humedad suficiente

Si una de estas condiciones está ausente, la reacción RAS no puede ocurrir

■ Métodos de Ensayo

◆ Método de la barra de mortero

(ASTM C 227, COVENIN 0276, IRAM 1637, NMX-C-180, NTC 3828, NTP 334.113, NTP 334.067)

◆ Método químico

(ASTM C 289, NTC 175, NTP 334.099)

◆ Examen petrográfico

(ASTM C 295, IRAM 1649, NMX-C-265, NTC 3773, UNIT-NM 54)

◆ Ensayo rápido de la barra de mortero

(ASTM C 1260 (AASHTO T 303), IRAM 1674, NMX-C-298, NTP 334.110, UNIT 1038)

◆ Ensayo en prismas de concreto

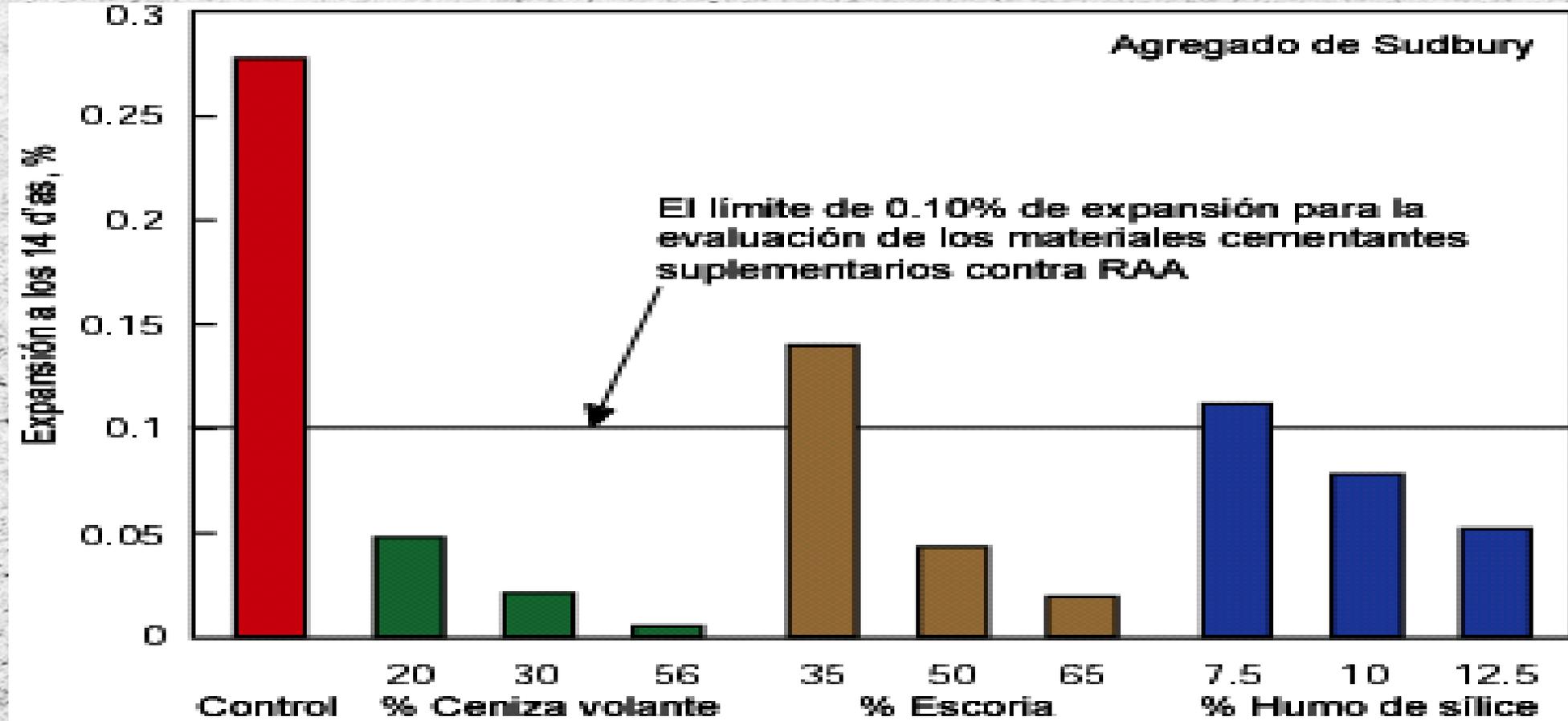
(ASTM C 1293, IRAM 1700)

Reactividad Álcali-Sílice (RAS)

■ Control del RAS

- ◆ Agregados no reactivos
- ◆ Materiales cementantes suplementarios y cementos mezclados (adicionados)
- ◆ Límite del contenido de álcalis
- ◆ Aditivos a base de Litio
- ◆ El ablandamiento con caliza
(reemplazo de aproximadamente 30% del agregado reactivo por caliza triturada)

Efecto de los Materiales Cementantes Suplementarios sobre la RAS



Reactividad Álcali-Carbonato (RAC)

■ Factores que Afectan la RAC

- ◆ Contenido de arcilla, o residuo insoluble, en el rango de 5% a 25%
- ◆ Relación entre calcita y dolomita de aproximadamente 1:1
- ◆ Aumento en el volumen de la dolomita
- ◆ Cristales dolomíticos discontinuos de pequeño tamaño dispersos en la matriz de arcilla

Reactividad Álcali-Carbonato (RAC)

- Métodos de Ensayo
 - ◆ Examen petrográfico
(ASTM C 295)
 - ◆ Método del cilindro de roca
(ASTM C 586)
 - ◆ Ensayo del prisma de concreto
(ASTM C 1105)

Reactividad Álcali-Carbonato (RAC)

■ Control de la RAC

- ◆ Cantera seleccionada para evitar completamente la reacción del agregado
- ◆ Agregado mezclado de acuerdo con el apéndice de la ASTM C 1105
- ◆ Limitar el tamaño del agregado al menor posible



Agregado de Concreto Reciclado





Absorción de Agua

