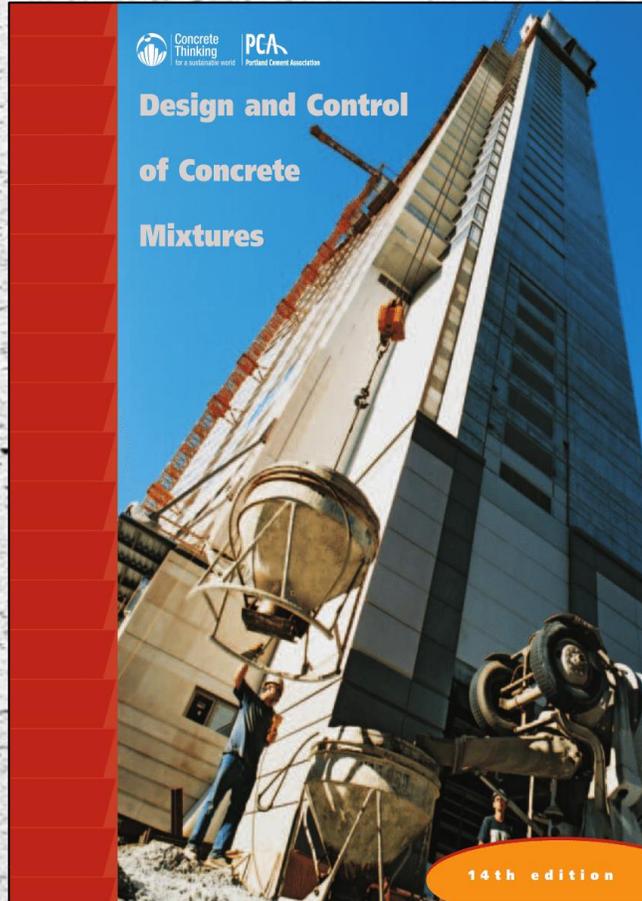




Fundamentos del Concreto





Contenido

Capítulo 1
Fundamentos del Concreto..... 1

 Concreto Recién Mezclado 2

 Mezclado 3

 Trabajabilidad 3

 Sangrado y Asentamiento 4

 Consolidación 4

 Hidratación, Tiempo de Fraguado, y Endurecimiento 5

 Concreto Endurecido 6

 Curado 6

 Velocidad de Secado del Concreto 7

 Resistencia 8

 Masa Volumétrica (Masa Unitaria, Densidad) 9

 Permeabilidad y Estantiquidad 10

 Resistencia a Abrasión 12

 Estabilidad de Volumen y Control de Fisuración (agrietamiento) 13

 Juntas 13

 Durabilidad 13

 Resistencia al Congelamiento y Deshielo 14

 Reactividad Alkali-Agregado 15

 Carbonatación 15

 Resistencia a los Cloruros y Corrosión de la Armadura 16

 Resistencia Química 17

 Sulfatos y Cristalización de Sales 17

 Exposición al Agua del Mar 19

 Etringita y Expansión Retardadas por Calor Inducido 19

 Expansión Retardada por Calor Inducido 20

 Referencias 21

Capítulo 1

Fundamentos del Concreto

El concreto (hornigón) es básicamente una mezcla de dos componentes: agregados y pasta. La pasta, compuesta de cemento portland y agua, une los agregados, normalmente arena y grava (piedra triturada, piedra machacada, pedregón) creando una masa similar a una mca. Esto ocurre por el endurecimiento de la pasta en consecuencia de la reacción química del cemento con el agua (Fig. 1-1). Otros materiales cementantes (cementicios, cementosos) y adiciones minerales se pueden incluir en la pasta*.

Generalmente los agregados (áridos) se dividen en dos grupos: finos y gruesos. Los agregados finos pueden ser arena natural o artificial (manufacturada) con partículas de hasta 9.5 mm (¾ pulg.); agregados gruesos son las partículas retenidas en la malla 1.18 mm (tamiz no.16) y pueden llegar hasta 150 mm (6 pulg.). El tamaño máximo del agregado grueso comúnmente empleado es 19 mm o 25 mm (¾ pulg. o 1 pulg.). Un agregado de tamaño interme-



Fig. 1-1. Componentes del concreto: cemento, agua, agregado fino, agregado grueso, son combinados para formar el concreto. (IMG12501)

* El texto está dirigido para la utilización del cemento portland en la producción del concreto. El término "cemento portland" se refiere al cemento hidráulico de silicato de calcio, producido por el calentamiento de los materiales que contienen calcio, silicio, aluminio y hierro. El término "cemento" usado a lo largo del texto se refiere al cemento portland o al cemento aditivado (mezclado o compuesto), a menos que se señale de otra manera. El término materiales cementantes significa cemento portland o cemento aditivado, usados con o sin materiales cementantes suplementarios.

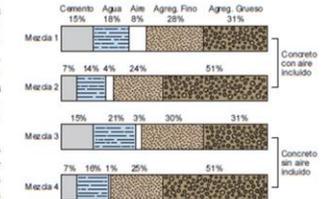


Fig. 1-2. Variación de las proporciones usadas en concreto, en volumen absoluto. Las barras 1 y 3 representan mezclas ricas con agregados de pequeño tamaño. Las barras 2 y 4 representan mezclas pobres con agregados gruesos grandes.

dio, cerca de 9.5 mm (¾ pulg.), es, algunas veces, adicionado para mejorar la granulometría general del agregado.

La pasta se compone de materiales cementantes, agua y aire atrapado o aire incluido (intencionalmente incorporado). La pasta constituye aproximadamente del 25% hasta 40% del volumen total del concreto. La Figura 1-2 muestra que el volumen absoluto del cemento está normalmente entre 7% y 15% y el volumen del agua está entre 14% y 21%. El contenido de aire atrapado varía del 4% hasta 8% del volumen.

Como los agregados constituyen aproximadamente del 60% al 75% del volumen total del concreto, su selección es muy importante. Los agregados deben componerse de partículas con resistencia mecánica adecuada y con resistencia a las condiciones de exposición y no deben contener materiales que puedan causar deterioro del concreto. La granulometría continua de tamaños de partículas es deseable para el uso eficiente de la pasta. A lo largo de este texto, se asumirá que se usan agregados apilados, a menos que se señale de otra manera.



video cursos

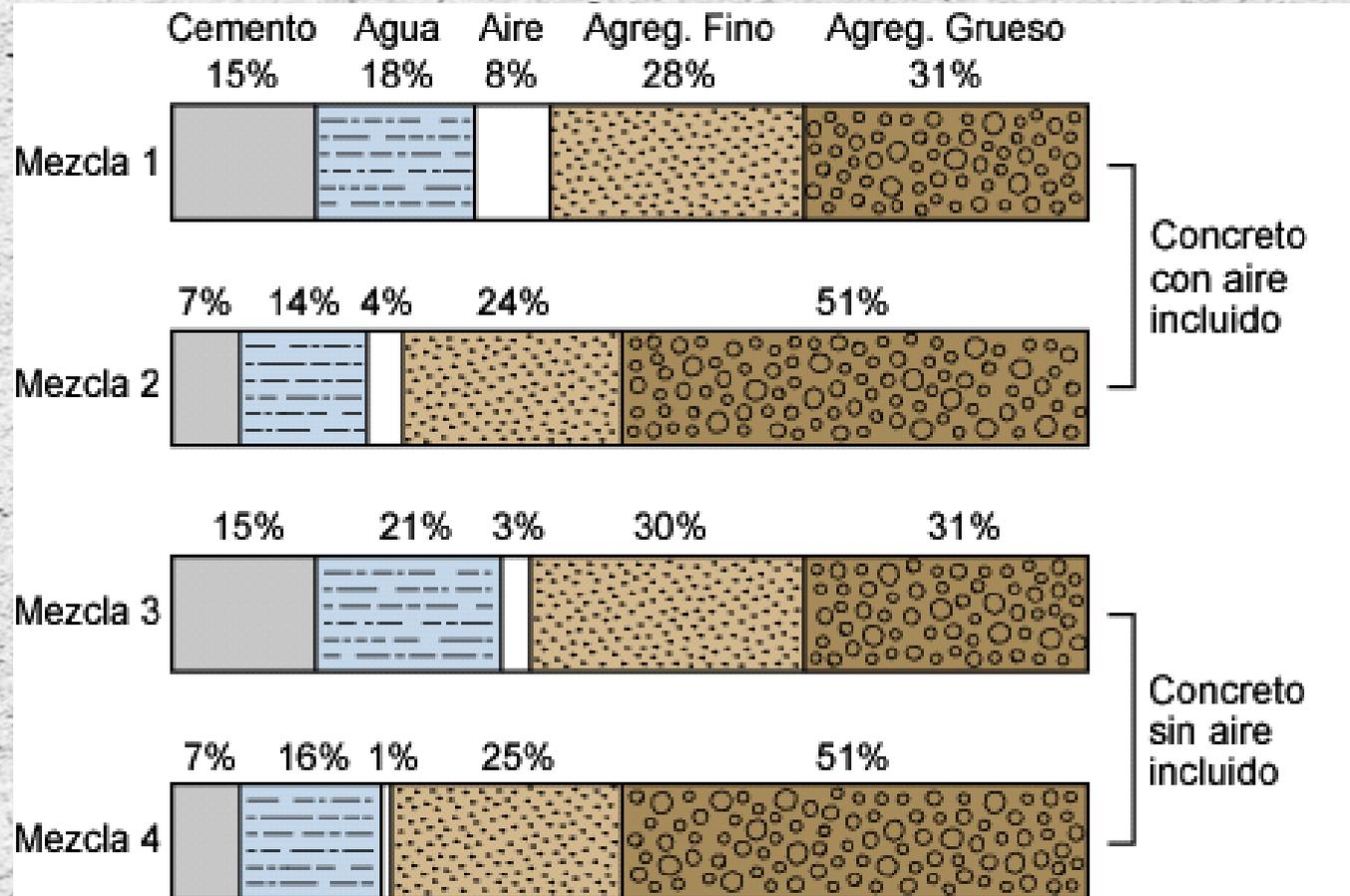


Componentes del Concreto

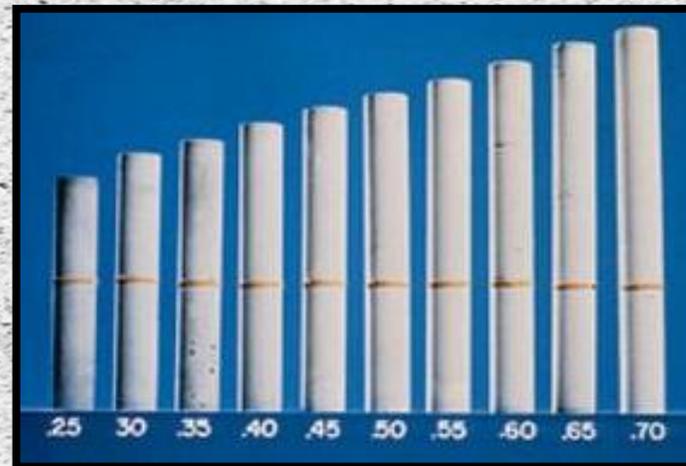


- Cemento
- Agua
- Agregado Fino
- Agregado Grueso
- Aire
- Aditivos

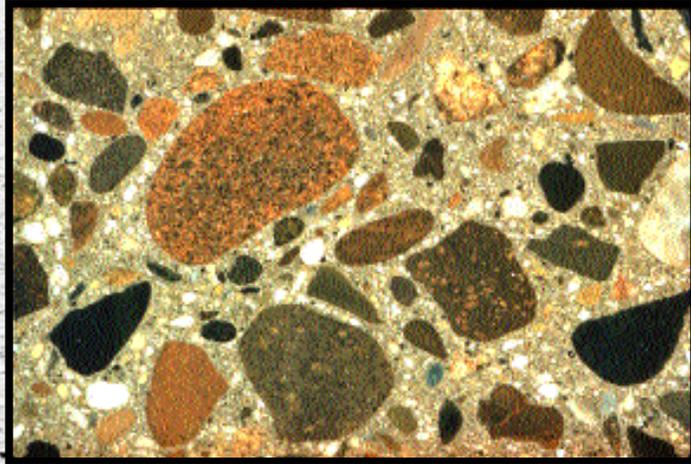
Variación de las Proporciones



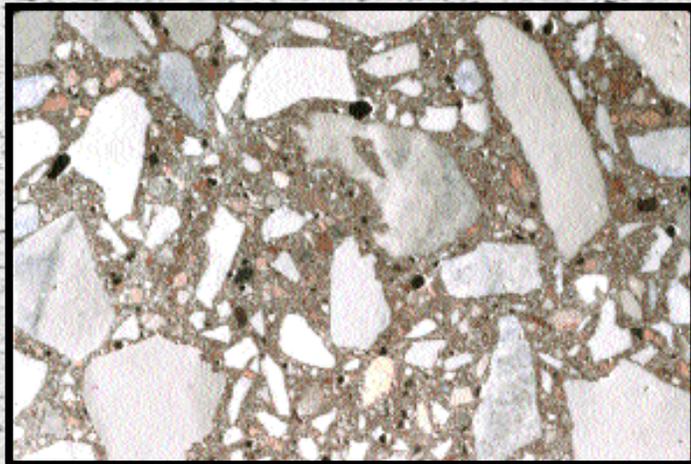
- Aumento de la resistencia
- Baja permeabilidad
- Aumento de la resistencia a la intemperie
- Mejor unión entre el concreto y el acero de refuerzo (armadura)
- Reducción de la contracción por secado (retracción) y de la fisuración
- Menores cambios de volumen causado por el humedecimiento y el secado



Sección Transversal del Concreto Endurecido



Concreto confeccionado con grava redondeada de silicio



Concreto confeccionado con calcáreo triturado

Trabajabilidad del Concreto



Es la propiedad del concreto fresco que determina sus características de trabajo, o sea, la facilidad de mezclado, colocación, compactación y acabado.

Factores que Afectan la Trabajabilidad

- Método y duración del transporte
- Cantidad y características de los materiales cementantes
- Consistencia del concreto (revenimiento o asentamiento)
- Granulometría (gradación), forma y textura superficial del agregado
- Porcentaje de aire incluido (incorporado)
- Contenido de agua
- Temperatura del concreto y del ambiente
- Aditivos

Sangrado y Revenimiento (Exudación y Asentamiento)





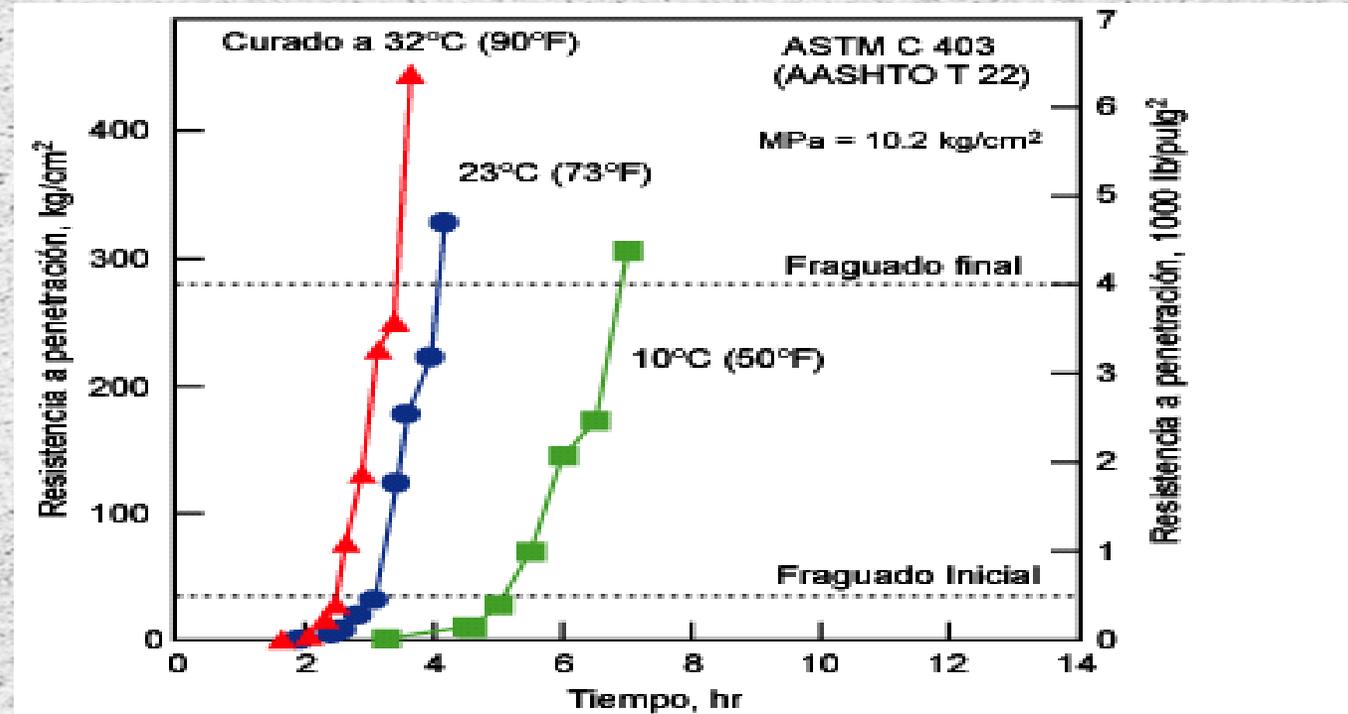
Hidratación del Cemento

es la reacción química entre el cemento y el agua que produce nuevos compuestos con propiedades de resistencia.

Calor de Hidratación del Cemento

es el calor liberado durante la reacción química de hidratación del cemento.

Tiempo de Fraguado a Diferentes Temperaturas



Curado del Concreto

es mantener un contenido de humedad y una temperatura satisfactorios en el concreto por un periodo de tiempo adecuado, que empiece inmediatamente después de la colocación y del acabado, para que las propiedades deseadas puedan desarrollarse.

- Tiempo
- Temperatura
- Humedad

Resistencia a Compresión

se define como la medida máxima de la resistencia a carga axial de especímenes de concreto. Normalmente se expresa en kg/cm^2 , MPa o psi a una edad de 28 días.

- El concreto de uso general
 - 200 a 400 kg/cm^2
 - 20 a 40 Mpa
 - (3,000 a 6,000 psi)
- Concreto de alta resistencia, por definición:
 - 700 kg/cm^2 o más
 - 70 MPa o más
 - (10,000 psi o más)

Tamaño de los Especímenes (probetas) para Ensayo de Resistencia a Compresión

- Mortero — cubos de 50 mm (2 in)
- Concreto — cilindros de 150 x 300 mm (6 x 12 in)

Relaciones a/mc y a/c

- a/mc, agua/material cementante, es la Relación entre la masa de agua y la masa de los materiales cementantes en el concreto, expresada como un número decimal. Es el agua de la mezcla, excluyéndose el agua absorbida por el agregado.
- a/c, agua/cemento, es la Relación entre la masa de agua y la masa del cemento en el concreto, expresada como un número decimal.



Aproximaciones de las Resistencias del Concreto

- Resistencia a Compresión (f_c')
 - 7 días — 75 % de los 28 días
 - 56 y 90 días — 10 % a 15 % > 28 días
- Resistencia a la Flexión (Módulo de Ruptura)
 - Densidad normal — 8 % a 12 % de la f_c'
- Resistencia a la Tensión (Tracción)
 - tensión directa — 8 % a 12 % de la f_c'
 - cortante o cizallamiento — 8 % a 14 % de la f_c'

Promedio de la Masa Volumétrica del Concreto Fresco (Sistema Métrico)

Tamaño máximo del agregado, mm	Aire, %	Agua, kg/m ³	Cemento, kg/m ³	Masa volumétrica, kg/m ³				
				Masa específica relativa del agregado				
				2.55	2.60	2.65	2.70	2.75
19	6.0	168	336	2,194	2,227	2,259	2,291	2,323
37.5	4.5	145	291	2,259	2,291	2,339	2,371	2,403
75	3.5	121	242	2,307	2,355	2,387	2,435	2,467

Módulo de Elasticidad y Masa Volumétrica

Módulo de Elasticidad (E)

concreto normal: 140,000 a 420,000 kg/cm²
14,000 a 41,000 MPa
2 a 6 millones psi (lb/in²)

Masa Volumétrica

- ◆ concreto normal 2,200 a 2,400 kg/m³
(137 a 150 lb/ft³)
- ◆ concreto reforzado 2,400 kg/m³
(150 lb/ft³)
- ◆ concreto aislante ligero 240 kg/m³
(15 lb/ft³)
- ◆ concreto pesado hasta 6,000 kg/m³
(375 lb/pies³)

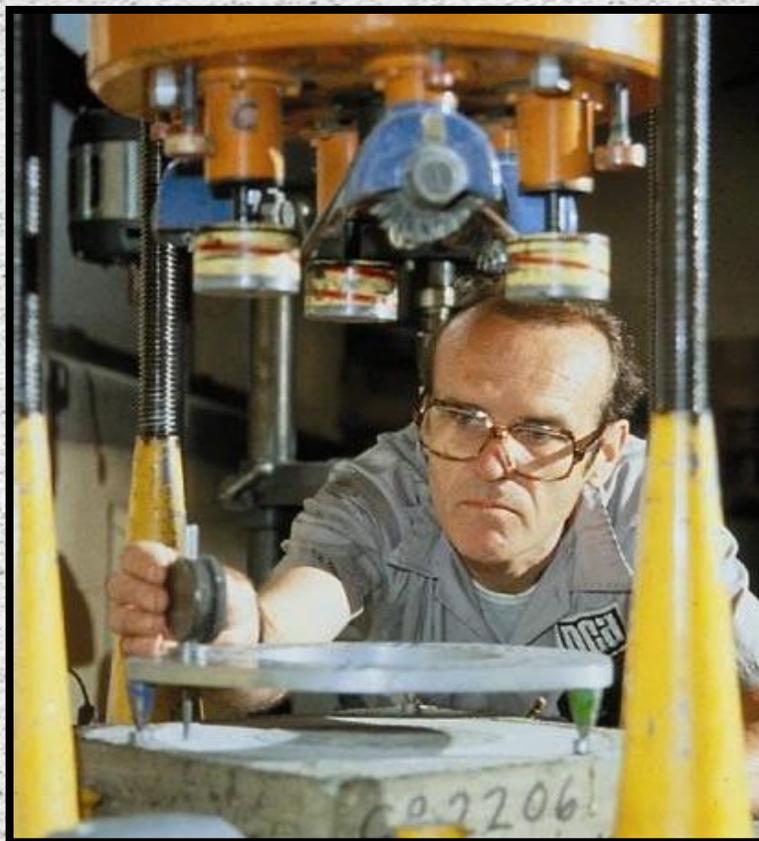
(blindaje contra radiación y contrapesos)

Estanqueidad y Permeabilidad

- Estanquidad
es la habilidad del concreto en retener el agua sin escurrimiento o escape visible.
- Permeabilidad
es la cantidad de agua que migra a través del concreto, mientras que el agua está bajo presión o es la capacidad del concreto de resistir a la penetración del agua o de otras sustancias (líquidos, gases o iones).



Aparato de Prueba para Medir la Resistencia a la Abrasión del Concreto

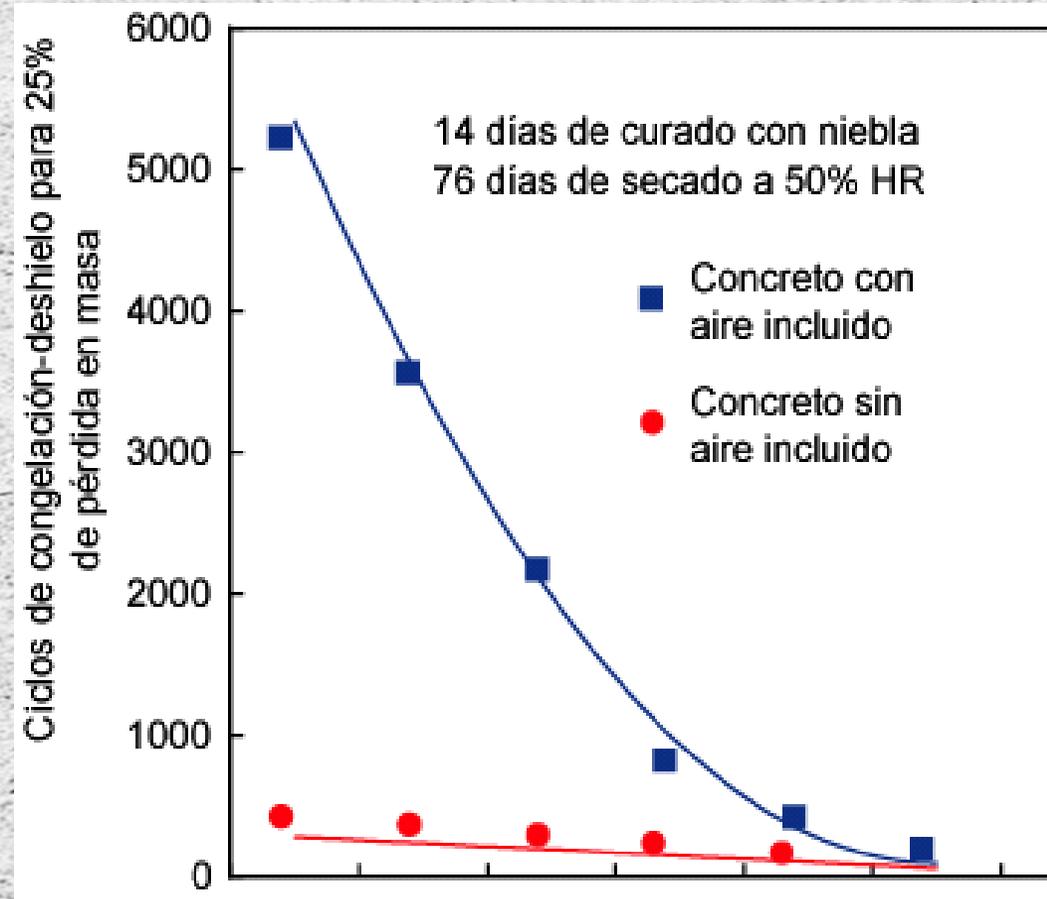


Especímenes sometidos a 150 ciclos de Congelación-Deshielo



- Sin aire incluido
- Alta relación agua-cemento

- Con aire incluido
- Baja relación agua/cemento



Reactividad Álcali-Agregado (RAA)

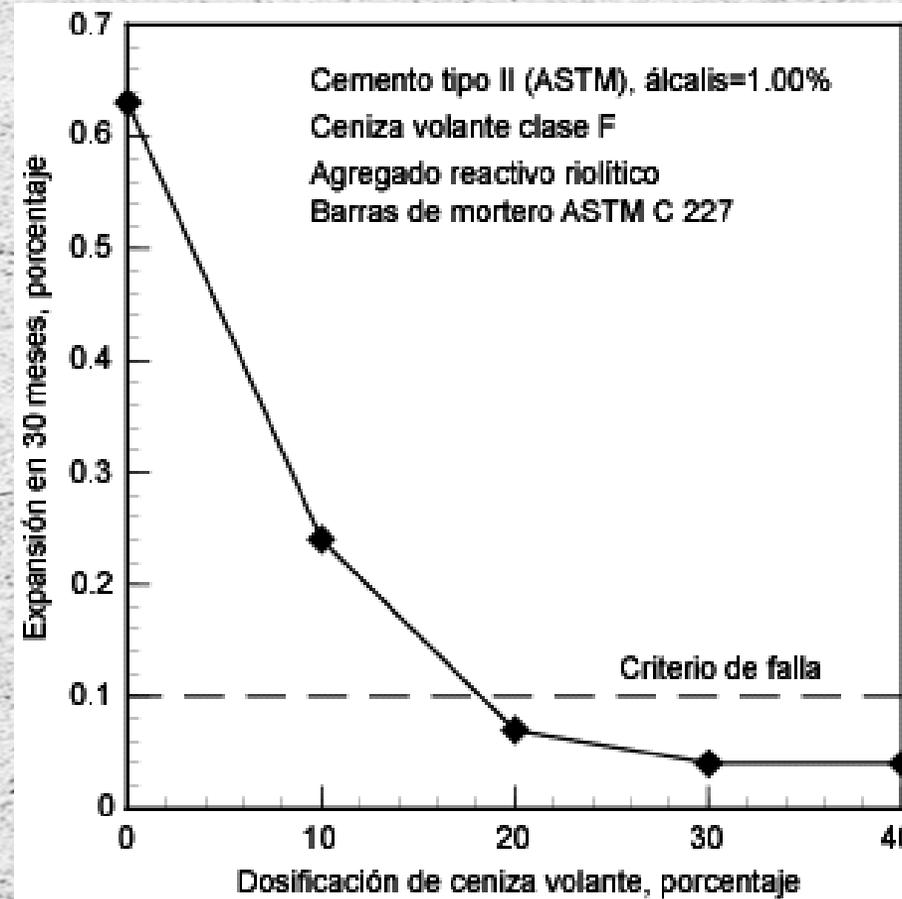
- es la reacción entre los constituyentes minerales activos de algunos agregados y los hidróxidos alcalinos de sodio y potasio y el hidróxido de calcio en el concreto.
 - ◆ Reacción álcali-sílice (RAS)
 - ◆ Reacción álcali-carbonato (RAC)

Reactividad Álcali-Sílice (RAS)



- Control de la RAS con:
 - ◆ Ceniza Volante
 - ◆ Escoria
 - ◆ Arcilla calcinada
 - ◆ Cementos Adicionados
- Límite del contenido de álcalis en el concreto
- Ensayos de eficiencia

Efecto de la Ceniza Volante sobre la Reactividad Álcali-Agregado





Métodos para Reducir la Corrosión por Cloruros en la Armadura

- Usar concreto con baja relación a/mc
- Curado húmedo
- Reducir la permeabilidad con el uso de MCS
- Aumento del recubrimiento
- Inhibidores de corrosión
- Acero revestido con epoxi
- Revestimiento del concreto
- Tratamiento de la superficie
- Protección catódica

Vigas de Concreto en Exposición a un Suelo Mojado rico en Sulfatos, después de Siete Años



Concreto Expuesto al Agua del Mar

