

Morteros y Cementos

CEMENTO: *Material aglomerante con propiedades adhesivas que permite unir fragmentos minerales entre sí formando una masa sólida continua, de resistencia y durabilidad adecuadas*

MORTERO: *Mezcla de un material cementante con áridos y agua.*

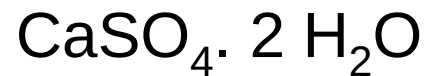
Morteros aéreos:	Barro	}	<i>Fraguan al aire</i>
	Cal		

Morteros hidraulicos:	Yeso	}	<i>Fraguan con agua</i>
	Cemento		

HORMIGÓN: *Mezcla apropiada de cemento arena grava y agua*

Material sumamente resistente a la compresión

•Yeso



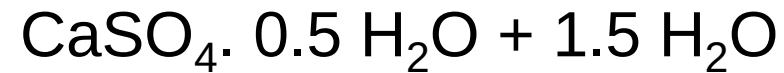
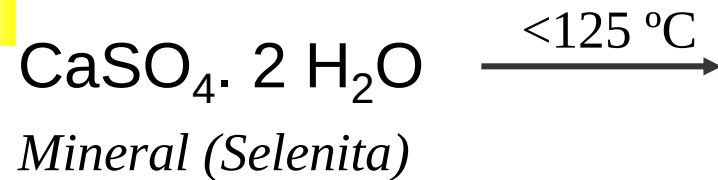
Mineral: Selenita, sericolita (yeso fibroso) o piedra de yeso (alabastro yesoso).

Aplicaciones

- Construcción: Yesos, escayolas
Fabric. Cemento Portland
- Extracción de S
- Carga en papelería, plásticos,...

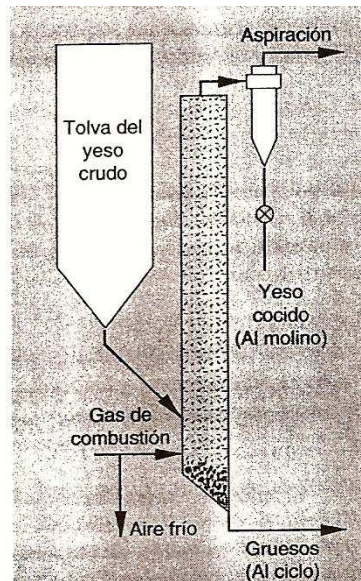
•Yeso

Proceso de fabricación



Hemihidrato (Yeso cocido o Yeso mate)

Hidratable y fragua con H_2O



Problemas Tecnológicos

- uniformidad en calefacción materia prima
- baja $\sigma_{\text{térmica}}$

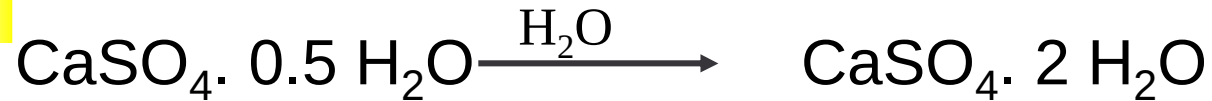
Solución:

Molienda buena

Hornos: de cámara rotatorios
de caldera
de arrastre

•Yeso

Fraguado o hidratación del Yeso



Hemihidrato (Yeso cocido o Yeso mate)

Agujas entrecruzadas

Transform. con $\uparrow V(1\%) \Rightarrow$ buen acabado

Problemas: $\uparrow v_{\text{fraguado}} \Rightarrow$ empleo de retardadores (Na_3PO_4 , borax,...)

Calidades del Yeso

- yeso negro
- yeso blanco
- escayola

•Cemento

Aglomerante hidráulico de mayor importancia



Utilizan agua para reaccionar químicamente y adquirir propiedades cementantes

Clasificación de los cementos

	Portland	Aluminosos	Puzolánicos
CaO (%)	50-65	35-40	50
SiO ₂ (%)	18-28	5-10	40
Al ₂ O ₃ (%)	4-12	35-45	10
Fe ₂ O ₃ (%)		6-15	

Cemento Portland es el más importante

Cemento Portland

Polvo fino de color grisáceo constituido por silicatos de calcio y de aluminio

Componentes principales

- Silicato Tricálcico (Alita): $\text{Ca}_3\text{SiO}_5 \equiv 3 \text{ CaO} \cdot \text{SiO}_2 \equiv \text{C}_3\text{S}$
- Silicato bicálcico (Belita): $\text{Ca}_2\text{SiO}_4 \equiv 2 \text{ CaO} \cdot \text{SiO}_2 \equiv \text{C}_2\text{S}$
- Aluminato tricálcico: $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_6 \equiv 3 \text{ CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \equiv \text{C}_3\text{A}$
- Aluminoferrito tetracálcico (celita): $\text{Ca}_4\text{Al}_2\text{Fe}_2\text{O}_{10} \equiv 4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \equiv \text{C}_4\text{AF}$

Proporción de los componentes

C_3S (Alita)	→ 60-70 %
C_2S (Belita)	→ 20-25 %
C_3A	→ 5-10 %
C_4AF	→ 3-10 %

Cemento Portland

Proceso de fabricación

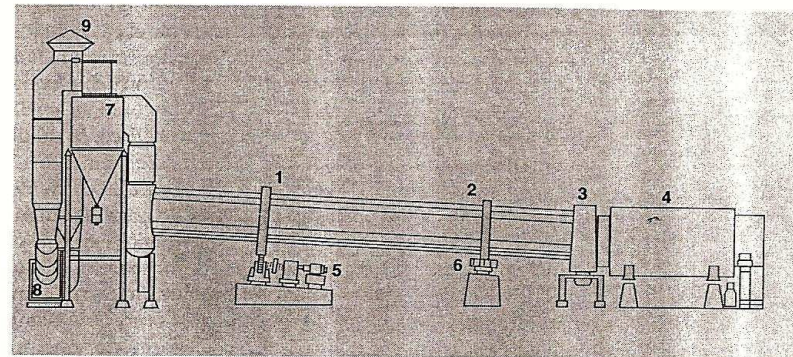
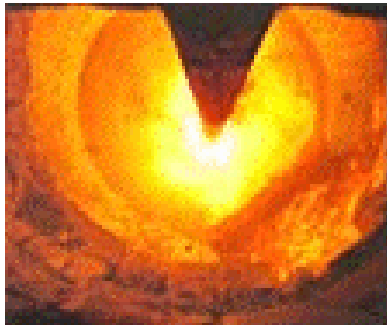
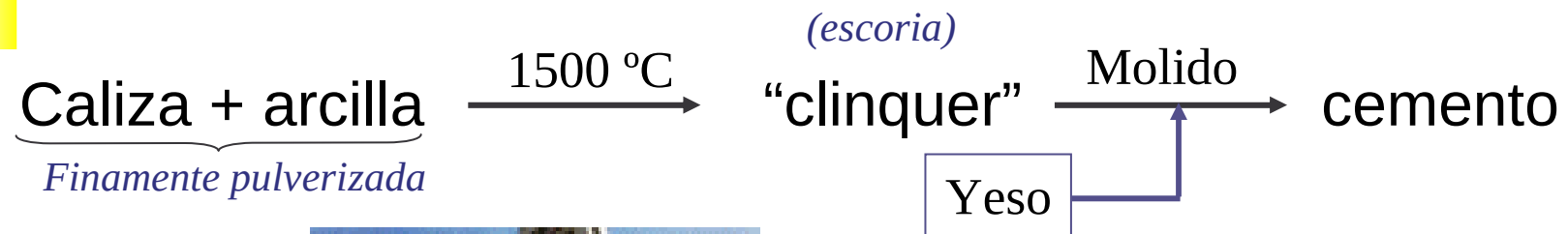
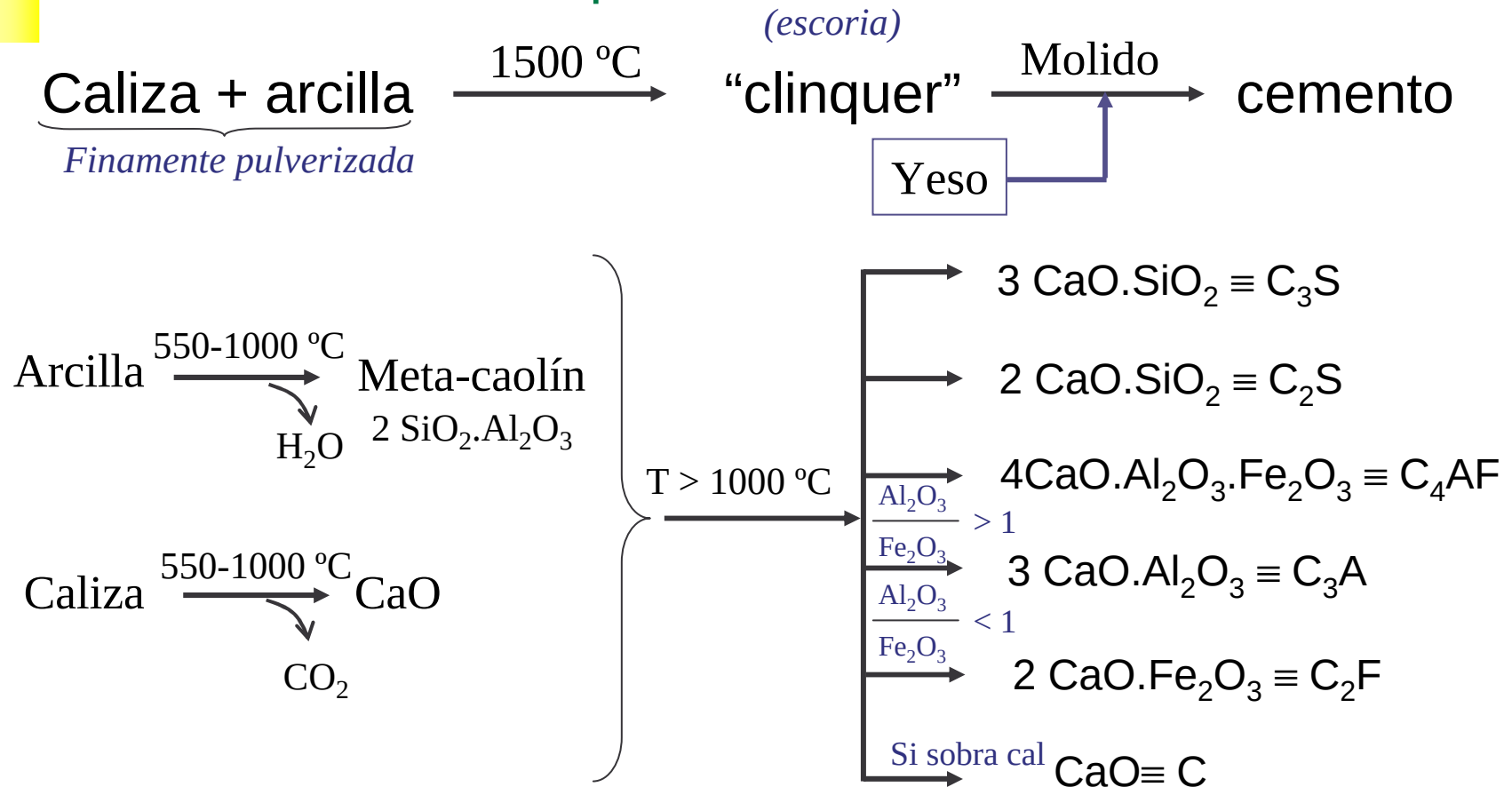


Figura 7.3 Horno rotatorio, aplicable a la fabricación de clínquer y otros productos : 1 y 2, anillos de apoyo; 3, caja-tolva para salida del sólido; 4, quemador del combustible; 5, motor de arrastre; 6, rodillos de apoyo; 7, ciclón separador de polvos arrastrados por el gas; 8, ventilador de aspiración de gases; 9, chimenea de salida de gases.

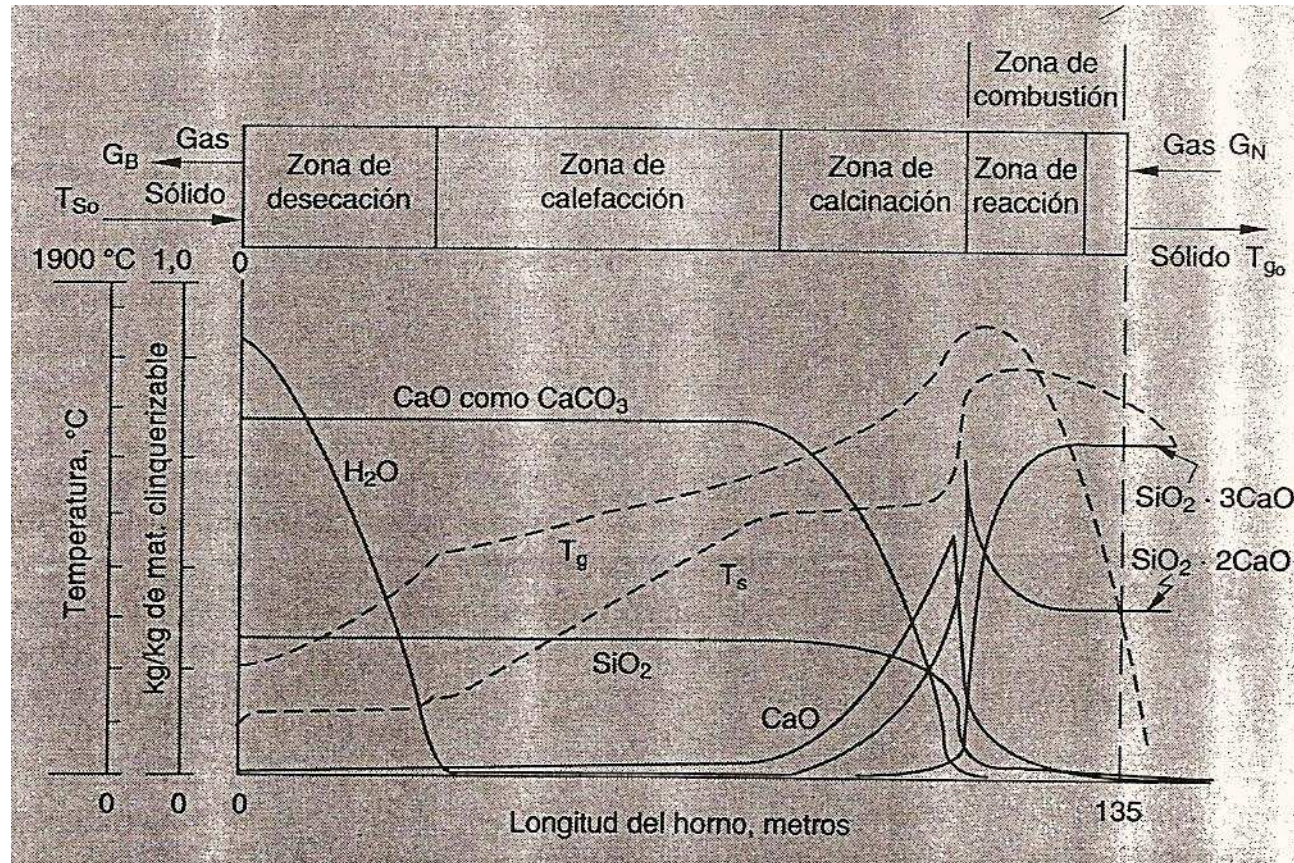
Cemento Portland

Reacciones durante proceso de fabricación



Otros componentes: CaO, MgO, sulfatos alcalinos (no deseables)

Cemento Portland



Transformación de la materia prima en un horno rotatorio

Cemento Portland

Componentes principales

	C_3S	C_2S	C_3A	AF_4C	C_2F
Fraguado (velocidad hidratación)	Rápido	Lento	Rápido	Rápido	Rápido
Calor de hidratación	Elevado	Bajo	Elevado	Bajo	Bajo
Resistencia Mecánica	Elevada y prontas	Elevada y diferida	Escasa	Escasa	Escasa
Resistencia Química	Aceptable	Buena	Mala	Buena (a los sulfatos)	Buena

Velocidad de hidratación

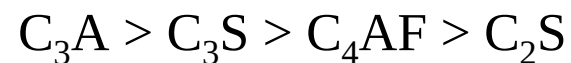


Diagrama de fases CaO-Al₂O₃-SiO₂

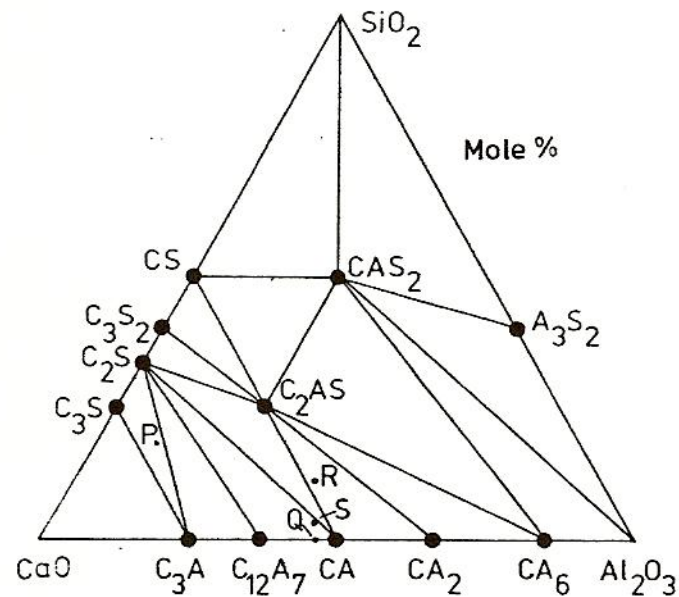


Fig. 19.2 Subsolidus equilibria in the system CaO-Al₂O₃-SiO₂. Typical compositions of Portland cement, P, and aluminous cement, Q, are marked. C = CaO, A = Al₂O₃, S = SiO₂: e.g. C₃A = 3CaO·Al₂O₃ = Ca₃Al₂O₆



Tipos de Cemento Portland

Tipo I.- Portland ordinario (Sin ajustes específicos)

Tipo II.- con propiedades modificadas

- Cementos antibacteriales
- Cementos hidrófobos
- Cementos impermeabilizantes

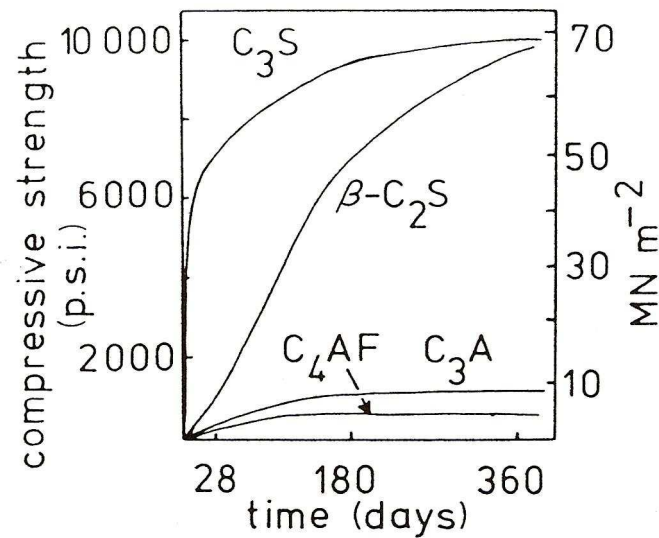
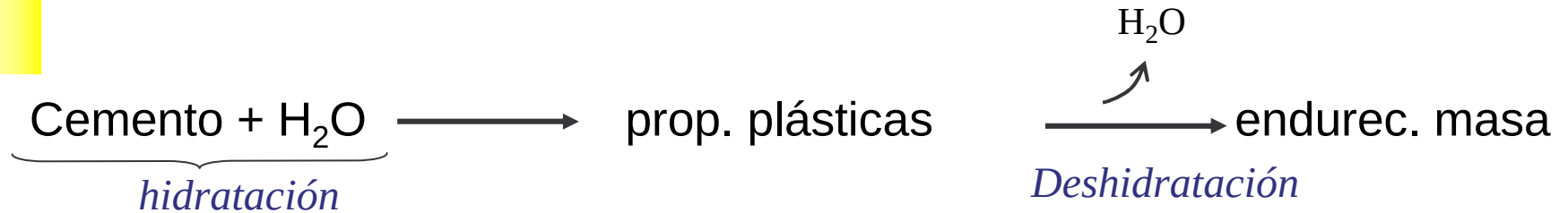
Tipo III.- de fraguado rápido y alta resistencia (Elevado C_3S)

Tipo IV.- de fraguado lento (Bajo calor de hidratación; $\uparrow C_2S$ moderado C_3A)

Tipo V.- resistentes a los sulfatos (Bajo C_3A)

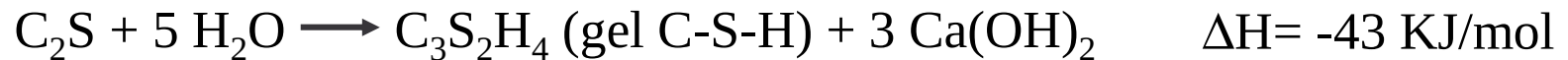
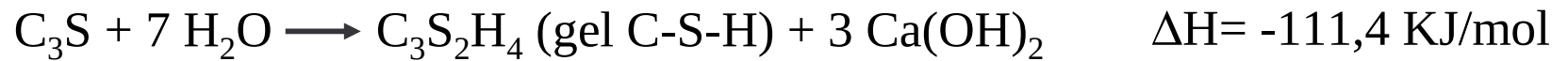


Fraguado o Hidratación del Cemento Portland



Estudio de fraguado $\Rightarrow$ difícil (productos poco Xtalinos y gelatinosos)

Fraguado o Hidratación del Cemento Portland



Portlantita: Ca(OH)_2

Silicato cálcico hidratado tipo gel: C-S-H $\Rightarrow$ confiere Resistencia y durabilidad

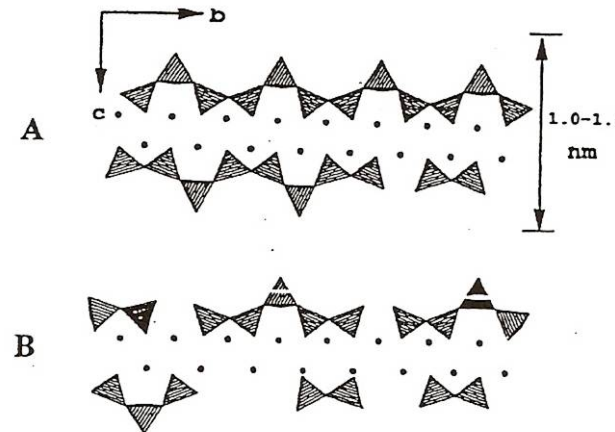
Compuesto amorfo con $\text{Ca/Si} \approx 1.75$



Composición = f(tiempo hidratación)

Estructura: en capas

Tdos. SiO_4 forman cadenas lineales de 2,5,8,... $(3n-1)$ eslabones



Factores que afectan al fraguado I

-Composición: $\text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \uparrow v_{\text{fraguado}}$

$\left. \begin{array}{l} \text{MgO} \\ \text{CaSO}_4 \end{array} \right\} \text{Generan productos de naturaleza expansiva}$
(fases no deseables)

$\text{SiO}_2 \rightarrow \downarrow v_{\text{fraguado}}$

-Tamaño de grano:

-pequeño $\rightarrow \uparrow$ superficie específica $\Rightarrow$ mejora reacción grano- H_2O
 $\Rightarrow \downarrow$ tiempo de fraguado

Granos gruesos $\rightarrow \downarrow$ rendimiento

Granos muy finos $\rightarrow \uparrow$ calor de fraguado

-Velocidad de fraguado:

Depende de la composición y de cómo pierda calor

Factores que afectan al fraguado II

-Temperatura: $\text{Al } \uparrow T \rightarrow \downarrow t_{\text{fraguado}}$

Heladas: $\rightarrow$ Parar las reacciones químicas

$\rightarrow$ Solidifica $\text{H}_2\text{O} \Rightarrow$ endurece sin eliminar geles
 $\Rightarrow$ no fragua

-Catalizadores:

-Pueden ser retardadores o aceleradores

CaSO_4 retarda cementos Portland y acelera puzolánicos

-Aire ocluido:

-Forma parte del hormigón en una proporción del 2 al 5%

-Disminuye la compacidad y la resistencia

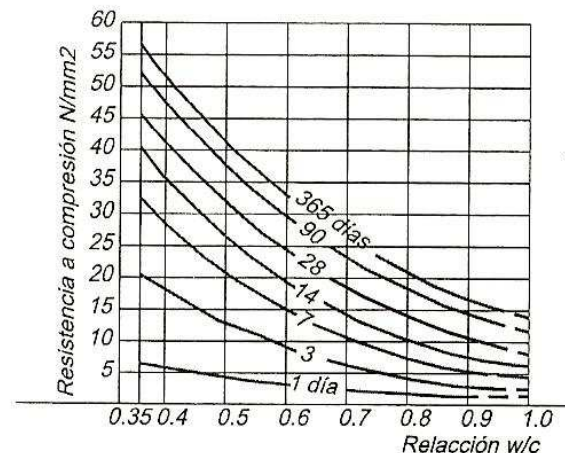
-Aumenta durabilidad ante ciclos hielo-deshielo

Factores que afectan al fraguado III

-Cantidad de agua:

- Depende de la composición y de cómo pierda calor
- Debe ser exenta de sales $\Rightarrow$ perturban proceso y tiempo de fraguado
- Existe relación agua /cemento (w/c) adecuada

INFLUENCIA DE LA RELACIÓN AGUA-CEMENTO



Mínimo teórico: $w/c = 0.18$

Mínimo real: $w/c = 0.3-0.4$

Valores grandes de w/c penalizan la curva de endurecimiento