

- 14 -

Rumania específica, para el cemento ordinario y para el de alta resistencia, que las adiciones serán sustancias con propiedades hidráulicas, siempre que no excedan el valor de residuo insoluble fijado. Rusia permite un 15% de adiciones hidráulicas y un 1% de adiciones extrañas.

Iib.- COMPOSICION MINERALOGICA

El análisis químico de un cemento nos proporciona unos valores de los elementos determinados, expresados al estado de óxidos; de ninguna manera quiere indicar que dichos óxidos se encuentren presentes en el cemento como tales, y como las propiedades del cemento dependen de su composición mineralógica, y no de su constitución química, es evidente que será mu ho más interesante el conocimiento de la composición mineralógica del cemento que el de su constitución química.

El conocimiento que se ha adquirido, recientemente, sobre la composición del clinker de cemento Portland, por aplicación al estudio del mismo de técnicas físicas delicadas, nos permite deducir, de un modo bastante aproximado, la composición mineralógica del clinker, a partir de los datos que nos suministra el análisis químico; y a pesar de las incertidumbres que llevan consigo, los métodos de cálculo tienen un significado máximo.

El cálculo de la composición potencial puede realizarse por medio de las fórmulas de Bogue:

$$\begin{aligned} \text{Silicato tricálcico} = & (4'07 \times \% \text{ de CaO}) - (7'60 \times \% \text{ de SiO}_2) - \\ & -(6'72 \times \% \text{ de Al}_2\text{O}_3) - (1'43 \times \% \text{ de Fe}_2\text{O}_3) - (2'85 \times \\ & \times \% \text{ de SO}_3). \end{aligned}$$

$$\text{Silicato dicálcico} = (2'87 \times \% \text{ de SiO}_2) - (0'754 \times \% \text{ de } 3 \text{ CaO.SiO}_2)$$

Aluminato tricálcico = $(2'65 \times \% \text{ de } \text{Al}_2\text{O}_3) - (1'69 \times \% \text{ de } \text{Fe}_2\text{O}_3)$

Alumino ferrito tetracálcico = $(3'04 \times \% \text{ de } \text{Fe}_2\text{O}_3)$.

En los cálculos deberán emplearse para los óxidos unos valores determinados con una exactitud de 0'1%. Los porcentajes de los compuestos se calcularán con una aproximación de 0'1% y se expresarán con una aproximación del 1%.

A continuación, se incluyen las especificaciones que fijan sobre la composición mineralógica ciertos países.

ARABIA SAUDITA

$\text{C}_3\text{S} < 50\%$; $\text{C}_3\text{A} < 8\%$; (S) $> 21\%$; A $< 6\%$; F $< 6\%$).

CANADA

Cemento resistente a los sulfatos:

$\text{C}_3\text{A} < 4\%$ (+ 0'4% de tolerancia); (A) $< 4\%$).

ESTADOS UNIDOS

Normas Federales

Cemento ordinario: $\text{C}_3\text{A} < 15\%$; (A) $< 7'5\%$; F $< 6'0\%$).

Cemento de calor de fraguado moderadamente bajo $\text{C}_3\text{A} < 8\%$; $\text{C}_3\text{S} + \text{C}_3\text{A} < 58\%$; (S) $> 21\%$;

Cemento moderadamente resistente a los sulfatos A $< 6'0\%$; F $< 6'0\%$

Cemento de rápido endurecimiento: $\text{C}_3\text{A} < 15\%$; (A) $< 7'5\%$; F $< 6'0\%$

Cemento resistente a los sulfatos: $\text{C}_3\text{A} < 5\%$; $\text{C}_3\text{S} + \text{C}_3\text{A} < 55\%$;
 $\text{C}_4\text{AF} + 2 (\text{C}_3\text{A}) < 20'0\%$.

Normas ASTM

Cemento de calor de fraguado moderadamente bajo $\text{C}_3\text{S} < 50\%$; $\text{C}_3\text{A} < 8\%$;
(S) $> 21\%$; A $< 6'0\%$;

Cemento moderadamente resistente a los sulfatos F $< 6'0\%$).

Cemento de rápido endurecimiento: $\text{C}_3\text{A} < 15\%$.

Cemento de bajo calor de fraguado: $C_3S < 35\%$; $C_2S < 40\%$; $C_3A < 7\%$;
($F < 6.5\%$).

Cemento resistente a los sulfatos: $C_3S < 50\%$; $C_3A < 5\%$; $C_4AF + 2$
(C_3A) $< 20\%$.

MEJICO

Cemento de rápido endurecimiento: $C_3A < 15\%$.

Cemento de calor de fraguado moderadamente bajo $C_3S < 50\%$; $C_3A < 8\%$
($S > 21\%$; $A < 6\%$;

Cemento moderadamente resistente a los sulfatos $F < 6\%$).

Cemento de bajo calor de fraguado: $C_3S < 30\%$; $C_2S > 40\%$; $C_3A < 7\%$;
($F < 6.5\%$).

Cemento resistente a los sulfatos: $C_3S < 50\%$; $C_3A < 5\%$. ($A < 4\%$).

PORTUGAL

Cemento de bajo calor de fraguado: $C_3S < 35\%$; $C_2S > 40\%$; $C_3A < 7\%$;
($F < 6\%$).

Cemento resistente a los sulfatos: ($A < 8\%$).

URUGUAY

Cemento de rápido endurecimiento: $C_3A < 15\%$.

Vemos, pues, que los cementos con moderada resistencia a los sulfatos, y calor de fraguado moderadamente bajo deben tener un contenido en silicato tricálcico de, más o menos, 50% (las opiniones sobre este particular no están unificadas); el contenido en aluminato tricálcico debe ser menor que 8%, y en óxidos de aluminio y de hierro, menor que 6%; el contenido en sílice debe ser mayor que 21%.

Para cementos de altas resistencias iniciales, el con-

tenido en aluminato tricálcico está limitado a un 15%.

Cementos con bajo calor de fraguado deben tener de 30 a 35% de silicato tricálcico, menos de 7% de aluminato tricálcico y más de 40% de silicato dicálcico -en el caso de ser la proporción de óxido férrico menor que 6'5%-, excepto para Portugal que ha de ser menor del 6%.

Una elevada estabilidad frente a los sulfatos requiere un contenido de menos de 5% de aluminato tricálcico y menos de 50% de silicato tricálcico.

III. ESPECIFICACIONES FÍSICAS

Bajo el epígrafe de "Especificaciones físicas", consideraremos las siguientes: peso específico, calor de hidratación, finura de molido, tiempo de fraguado, estabilidad de volumen, arenas, preparación de probetas y resistencias mecánicas.

IIIa.- PESO ESPECÍFICO

El peso específico de los cementos debe ser, siempre que lo fijan las Normas, superior a 3'05 g/cm³. Entre los países que fijan este peso específico se hallan Arabia Saudita, Argentina, Bélgica, Chile, España, Hungría, Japón, Noruega, Portugal (para cemento Portland de baja resistencia, ordinario y de bajo calor de fraguado) y Turquía.

Rumania fija un peso específico comprendido entre 2'9 y 3'3 g/cm³ para el cemento de rápido endurecimiento. Suiza admite un peso específico comprendido entre 3'0 y 3'2 gramos por centímetro cúbico.