

- 54 -

688-2 PROBLEMAS ELEMENTALES SOBRE CEMENTO Y HORMIGÓN  
(Continuación)

J. M. T. S.

Cálculo de la composición de un cemento.

- VIII -

Muchas entidades oficiales y otros organismos, al menos en el extranjero, exigen, en ocasiones, que los cementos empleados para sus obras, tengan una composición determinada, en lo que se refiere a los componentes principales, a saber:

Silicato tricálcico:  $SC_3$ Silicato dicálcico:  $SC_2$ Aluminato tricálcico:  $AC_3$ Aluminoferrito tetracálcico:  $AFC_4$ 

Sulfato cálcico: G

Por otra parte, también puede resultar de interés el conocimiento de las proporciones en que los anteriores compuestos entran en un cemento, cuando se trata de hacer estudios comparativos. Tales proporciones pueden determinarse algebráicamente, - partiendo de las ecuaciones simplificadas de Bogue ("La Química del Cemento Portland", Nueva York, 1947):

$$AFC_4 = 3,043 F$$

$$AC_3 = 2,650 A - 1,692 F$$

$$SC_2 = 8,602 S - 3,079 C_s \quad (I)$$

$$SC_3 = 4,071 C_s - 7,602 S$$

- INSTITUTO TECNICO DE LA CONSTRUCCION Y DEL CEMENTO -

en las que las letras significan:

F = % de óxido férrico ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )

A = % de alúmina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )

S = % de sílice ( $\text{SiO}_2$ )

$C_S$  = % de cal ( $\text{CaO}$ ) contenida en los silicatos.

Además:

C = % de cal total ( $\text{CaO}$ ).

$C_{A_3}$  = % de  $\text{CaO}$  en el  $\text{AC}_3$ .

$C_G$  = % de  $\text{CaO}$  en el sulfato cálcico (G).

$C_F$  = % de  $\text{CaO}$  en el  $\text{AFC}_4$ .

$C_L$  = % de cal libre.

Pero el cálculo a que nos hemos referido, de las ecuaciones (I), puede realizarse con toda rapidez y comodidad, utilizando los ábacos de la fig. 15 (B. Janens: Ind. Eng. Chem., 14, 7, - 527).

Explicaremos el manejo de los mismos con el siguiente ejemplo:

"Dado un cemento cuya composición % es la siguiente:

Sílice .....	19,8	Magnesia .....	3,6
Alúmina .....	5,8	Anh. sulfúrico ..	1,5
Oxido férrico ...	5,07	Pérdida al fuego.	0,86
Cal .....	52,6	Cal, libre .....	¿?

hallar el contenido del mismo en sulfato cálcico, aluminoferrito tetracálcico, aluminato tricálcico, silicato dicálcico y silicato tricálcico."

En I de la fig. 15, tomamos el % de  $\text{SO}_3$  en la escala de la izquierda. Una perpendicular a ésta, que corta a la escala G nos da:

$$\% \text{ de } \text{SO}_4\text{Ca}:\text{G} = 2,6 \%$$

En la escala  $\text{C}_G$ , hallamos que el % de CaO en el yeso es:

$$\% \text{ de CaO en el sulfato cálcico}:\text{C}_G = 1,05 \%$$

En II, colocamos el % de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  en la escala F;  $F = 5,07$ .

Una perpendicular hacia la derecha, que corte a las dos - escalas  $\text{C}_F$  y  $\text{C}_4\text{AF}$ , nos da los valores:

$$\% \text{ de aluminoferrito tetracálcico}:\text{AFC}_4 = 15,4 \%$$

$$\% \text{ de CaO en el mismo}:\text{C}_F = 4,2 \%$$

Con el mismo valor de F trazamos una recta inclinada que corta a la escala A (primera de la izquierda) en el punto -  $A = 5,8$  (% de alúmina). La intersección de dicha recta con las dos escalas  $\text{C}_A$  y  $\text{C}_3\text{A}$ , nos muestra los valores:

$$\% \text{ de aluminato tricálcico}:\text{AC}_3 = 6,8 \%$$

$$\% \text{ de CaO en el mismo}:\text{C}_A = 4,2 \%$$

Como ya conocemos los valores de  $\text{C}_G$ ,  $\text{C}_F$  y  $\text{C}_A$  y el contenido en cal total (C), podremos calcular el valor de  $\text{C}_S$ , por la fórmula:

$$\text{C}_S = \text{C} - (\text{C}_G + \text{C}_F + \text{C}_A + \text{C}_L)$$

en la que  $\text{C}_L$  es la cal libre, que puede o no figurar como dato en el problema. En el presente hacemos caso omiso de la misma.

$$\text{C}_S = 62,6 - (1,05 + 7,15 + 4,2) = 50,2.$$

Llevando este valor a la escala  $\text{C}_S$  y trazando una recta desde este punto al correspondiente a  $S = 19,8$  (sílice), en la

escala III, hallamos, por intersección, los contenidos en ambos silicatos:

% de silicato dicálcico:  $SC_2 = 16,0 \%$ .

% de silicato tricálcico:  $SC_3 = 53,8\%$ .

En la tabla siguiente se comparan los resultados obtenidos mediante el nomograma, con los deducidos de las ecuaciones (I), utilizando logaritmos:

	<u>Abaco</u>	<u>Logaritmos</u>
Sulfato cálcico .....	2,6 %	2,6 %
Alumino ferrito tetracálcico ...	15,4 %	15,5 %
Aluminato tricálcico .....	6,8 %	6,8 %
Silicato dicálcico .....	16,0 %	16,1 %
Silicato tricálcico .....	53,8 %	53,1 %

La precisión, como puede verse, es más que suficiente para fines prácticos.