

ASPECTOS FISICO-QUIMICOS Y ESTABILIZACION DE LOS ALUMINATOS CALCICOS RESULTANTES DE LA HIDRATACION DEL CEMENTO ALUMINOSO*

Mercedes Pérez Méndez,

Dr. en Ciencias Químicas
I.E.T.c.c.

Director de tesis

Fernando Triviño,

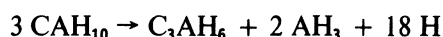
Dr. en Ciencias Químicas
Investigador del I.E.T.c.c.

615-2

DESDE que fue patentado en Francia, en 1908 —por Cementos Lafarge—, el cemento aluminoso, cuya obtención se basa en la fusión de una mezcla de bauxita y caliza o cal, ha demostrado tener propiedades excepcionales que lo hacen idóneo para ciertas aplicaciones. Tales propiedades son fundamentalmente: el desarrollo de elevadas resistencias mecánicas en las primeras edades de hidratación, posibilidad de hormigonar en tiempo frío, una gran resistencia química al agua de mar y a los sulfatos, propiedades refractarias, etcétera.

Todo ello hizo que el cemento aluminoso del tipo fundido, con 40% de Al_2O_3 , fuera ampliamente utilizado con gran éxito en la construcción, hasta que ciertas alteraciones fueron observadas en algunas obras construidas con hormigón de este tipo, manifestándose importantes pérdidas de sus resistencias mecánicas.

Las causas de tales deterioros han sido ampliamente estudiadas, atribuyéndose la principal a la «conversión» del aluminato cálcico hidratado hexagonal, CAH_{10} , en el hidrato cúbico C_3AH_6 , según la reacción:



* Esta tesis, leída en la Universidad Complutense de Madrid, en mayo 1981, obtuvo la calificación de sobresaliente «cum laude».

Como es sabido, el principal componente mineralógico del cemento aluminoso es el CA^* , cuya hidratación a temperatura inferior a los 25°C da lugar al hidrato hexagonal CAH_{10} , termodinámicamente inestable, mientras que si la temperatura es igual o superior a los 30°C , el hidrato formado es el C_3AH_6 , estable en las mismas condiciones.

La reacción de conversión entre los dos hidratos implica una separación de agua de la estructura que provoca la consiguiente disminución de las resistencias mecánicas. El uso de relaciones a/c mayores que la establecida en Normas y conocida como RELACION a/c CRITICA, y de temperaturas superiores a los 30°C , favorecen tal reacción. La pérdida de agua durante la conversión promueve un considerable aumento de la porosidad, provocando la corrosión de las armaduras metálicas.

Otra causa de alteración del cemento aluminoso es la hidrólisis alcalina.

Actualmente el uso del cemento aluminoso está severamente restringido por Normas que controlan su utilización en hormigón armado, y está totalmente prohibido en pretensado. Tal es el caso de España (1), (2). Otros países como Estados Unidos, Suiza y Holanda ni siquiera lo mencionan en sus Códigos de Construcción.

De todo ello se desprende la importancia del estudio de la estabilización de este cemento.

En 1974, fue presentado en el Simposio de la Química del Cemento celebrado en Moscú, un trabajo de los investigadores españoles Vázquez-Treviño-Ruiz de Gauna (3) donde se estudiaba la carbonatación del cemento aluminoso y se preconizaba su estabilización.

En el último Simposio, celebrado en París en julio de 1980, cuestiones sobre la durabilidad, estabilidad y pH de las fases carbonatadas de este cemento quedaron sin responder.

En el presente trabajo se aborda la carbonatación del cemento aluminoso en base a su estabilización, desde el punto de vista de sus resistencias mecánicas, utilizando probetas de mortero 1:3 con una relación agua/cemento = 0,42.

Las vías de curado, que se resumen en la Tabla I, han sido:

* $\text{C} = \text{CaO}$ $\text{A} = \text{Al}_2\text{O}_3$ $\text{H} = \text{H}_2\text{O}$

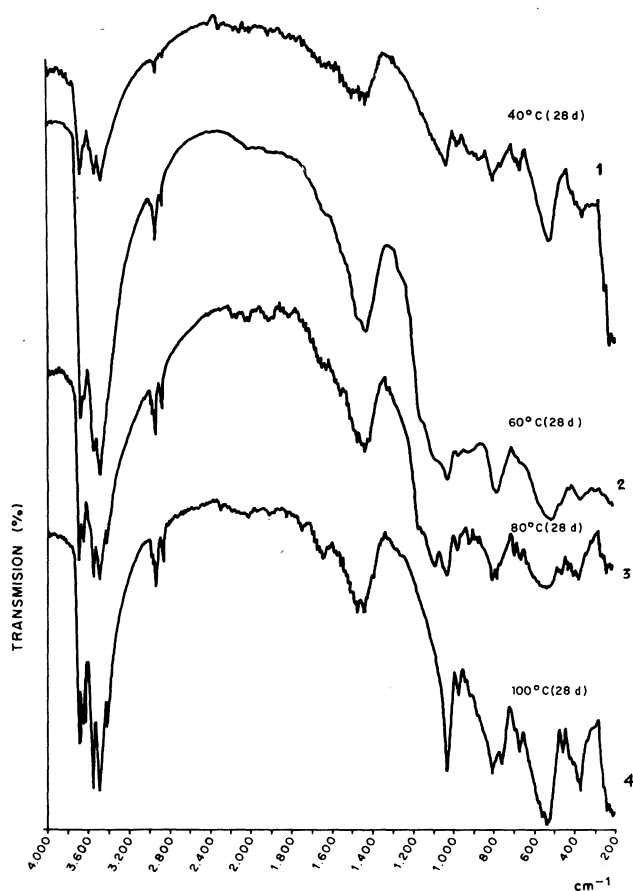


Fig. 1.—Espectros IR de probetas de mortero 1:3, hidratadas durante 28 días a 40 °C, 60 °C, 80 °C y 100 °C.

- Tratamiento térmico durante la hidratación, a las distintas temperaturas de 40°, 60°, 80° y 100 °C, considerándose, a la vista de los resultados, los 80 °C como temperatura idónea. El empleo de la temperatura, prohibida en este tipo de cemento se considera en este trabajo positiva, desde el punto de vista de la obtención del hidrato cúbico, C_3AH_6 , termodinámicamente estable, evitándose por lo tanto la reacción de conversión anteriormente citada. La fig. 1 muestra los espectros IR de las probetas curadas en estas condiciones.
- Adición de $CaCO_3$ al cemento anhidro antes de amasar, en una serie de probetas, que distribuido de forma homogénea en el interior de la masa provoca un avance considerable en la reacción de carbonatación y un aumento paralelo de las resistencias mecánicas.
- Adición de CO_2 sobre las probetas con y sin $CaCO_3$, a dos temperaturas diferentes, 20 °C y la propia temperatura de hidratación. Los mejores resultados que se obtienen desde el punto de vista de sus resistencias mecánicas son aquellos en los que la temperatura de carbonatación es de 80 °C.

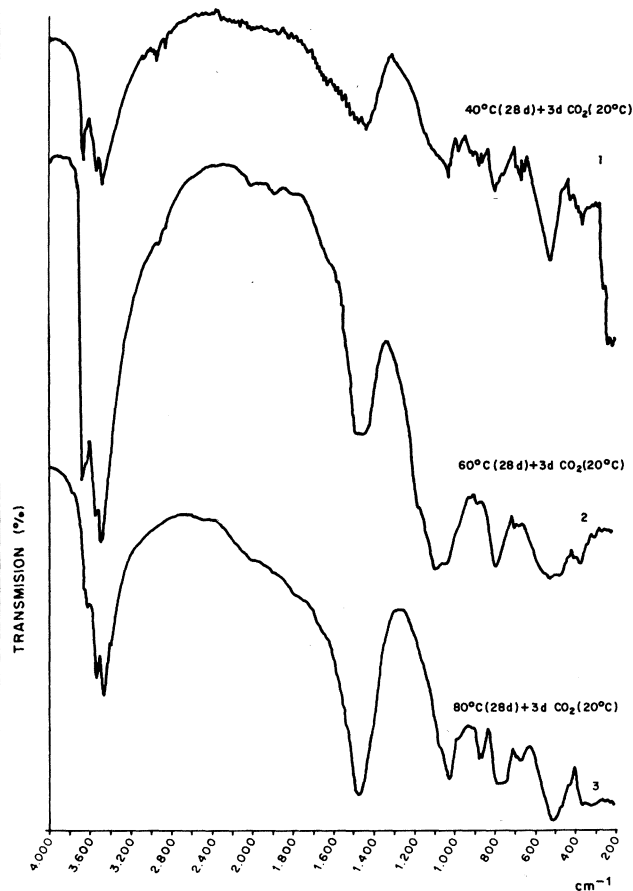


Fig. 2a.—Espectros IR de probetas hidratadas durante 28 días a 40 °C (Curva 1), 60 °C (Curva 2), 80 °C (Curva 3) y carbonatadas durante 3 días a 20 °C.

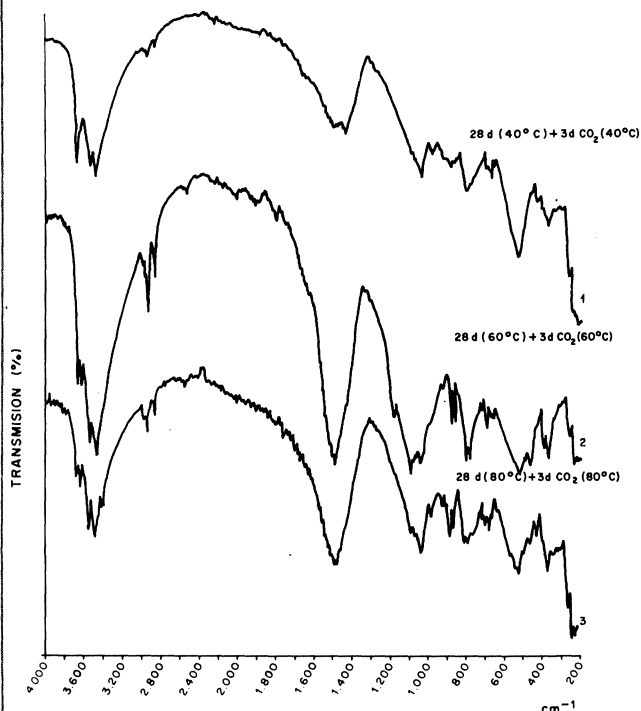


Fig. 2b.—Espectros IR de las probetas hidratadas durante 28 días a: 40 °C y carbonatadas 3 días a 40 °C (Curva 1), 60 °C y carbonatadas 3 días a 60 °C (Curva 2), 80 °C y carbonatadas 3 días a 80 °C (Curva 3)

TABLA I. CONDICIONES DE CURADO

α PROBETAS SIN CaCO_3		β PROBETAS CON CaCO_3	
HIDRATACION		HIDRATACION	
T^a	Tiempo	T^a	Tiempo
1 20°C	28 días	1 20°C	28 días
2 40°C	28 días	2 60°C	28 días
3 60°C	28 días		
4 80°C	28 días		
γ PROBETAS SIN CaCO_3		δ PROBETAS CON CaCO_3	
HIDRATACION		HIDRATACION	
T^a	Tiempo	T^a	Tiempo
CARBONATACION		CARBONATACION	
T^a	Tiempo	T^a	Tiempo
A 40°C 28 días	20°C 3 días	A 20°C 28 días	20°C 3 días
1 40°C 28 días	40°C 3 días	1 40°C 28 días	40°C 3 días
2 60°C 28 días	20°C 3 días	2 60°C 28 días	60°C 3 días
2 60°C 28 días	60°C 3 días		
3 80°C 28 días	20°C 3 días		
3 80°C 28 días	80°C 3 días		
B 60°C 6 horas	60°C 18 horas	B 60°C 6 horas	60°C 18 horas
4 60°C 6 horas	60°C 3 días	3 60°C 6 horas	60°C 3 días
4 60°C 6 horas	60°C 5 días	3 60°C 6 horas	60°C 5 días
5 60°C 24 horas	60°C 1 día	4 60°C 24 horas	60°C 1 día
5 60°C 24 horas	60°C 3 días	4 60°C 24 horas	60°C 3 días
5 60°C 24 horas	60°C 5 días	4 60°C 24 horas	60°C 5 días
6 80°C 3 horas	80°C 21 horas	5 80°C 3 horas	80°C 21 horas
6 80°C 3 horas	80°C 3 días	5 80°C 3 horas	80°C 3 días
6 80°C 3 horas	80°C 5 días	5 80°C 3 horas	80°C 5 días
7 80°C 24 horas	80°C 1 día	6 80°C 24 horas	80°C 1 día
7 80°C 24 horas	80°C 3 días	6 80°C 24 horas	80°C 3 días
7 80°C 24 horas	80°C 5 días	6 80°C 24 horas	80°C 5 días

La adición de CO_2 a 20 °C de temperatura, sobre las probetas hidratadas con tratamiento térmico previo, provoca un aumento considerable de sus resistencias mecánicas por formarse, a partir de la fase cúbica, fases carbonatadas termodinámicamente estables, carbonato cálcico en su forma de aragonito y alúmina, detectándose además hidróxido de aluminio (gibbsite). Ello puede verse en la fig. 2-a, curvas 1, 2, y 3, donde aparecen los respectivos espectros IR de estas muestras.

La carbonatación por adición de CO_2 a temperaturas superiores a 20 °C, hasta 80 °C, da lugar a resistencias mecánicas aún superiores a las obtenidas por adición de CO_2 a 20 °C; y en cualquier caso,

muy superiores a las de las probetas sin carbonatar. Este efecto puede verse en la Tabla II que resume las resistencias mecánicas obtenidas en todos los casos para una media aritmética de valores nunca inferior a 10. Los espectros IR de tales muestras aparecen en la fig. 2-B.

La adición de caliza al cemento anhidro produce una carbonatación que aumenta las resistencias mecánicas, con respecto a las probetas sin carbonato, curadas en las mismas condiciones. La curva 1 de la fig. 3-a presenta el espectro IR de probetas con CaCO_3 hidratadas a 20 °C.

La Tabla III muestra los compuestos detectados mediante IR y DRX en todos los casos estudiados.

TABLA II. RESISTENCIAS MECANICAS

α PROBETAS SIN CaCO_3

HIDRATACION		$R_f (\text{Kp/cm}^2)$	$R_c (\text{Kp/cm}^2)$
$T^\circ\text{C}$	Tiempo		
1	20°C 28 días	140	852
	40°C 28 días	113	580
	60°C 28 días	142	698
	80°C 28 días	167	799

β PROBETAS CON CaCO_3

HIDRATACION		$R_f (\text{Kp/cm}^2)$	$R_c (\text{Kp/cm}^2)$
$T^\circ\text{C}$	Tiempo		
1	20°C 28 días	96	660
	60°C 28 días	97	742

γ PROBETAS SIN CaCO_3

CURADO		HIDRATACION		$R_f (\text{Kp/cm}^2)$	$R_c (\text{Kp/cm}^2)$
		CO_2			
1	40°C 28 días	20°C 3 días	134	758	
		40°C 3 días	131	770	
2	60°C 28 días	20°C 3 días	159	773	
		60°C 3 días	152	929	
3	80°C 28 días	20°C 3 días	147	856	
		80°C 3 días	169	1.135	
4	60°C 6 horas	60°C 18 horas	146	754	
		60°C 3 días	161	800	
		60°C 5 días	153	811	
5	60°C 24 horas	60°C 1 día	141	738	
		60°C 3 días	149	815	
		60°C 5 días	152	816	
6	80°C 3 horas	80°C 21 horas	114	708	
		80°C 3 días	137	913	
		80°C 5 días	130	859	
7	80°C 24 horas	80°C 1 día	128	725	
		80°C 3 días	132	880	
		80°C 5 días	178	932	

δ PROBETAS CON CaCO_3

CURADO		HIDRATACION		$R_f (\text{Kp/cm}^2)$	$R_c (\text{Kp/cm}^2)$
		CO_2			
1	20°C 28 días	20°C 3 días	124	791	
		60°C 3 días	124	817	
2	60°C 28 días	60°C 3 días	165	969	
3	60°C 6 horas	60°C 18 horas	137	640	
		60°C 3 días	170	854	
		60°C 5 días	153	793	
4	60°C 24 horas	60°C 1 día	129	767	
		60°C 3 días	160	821	
		60°C 5 días	172	892	
5	80°C 3 horas	80°C 21 horas	165	801	
		80°C 3 días	200	898	
		80°C 5 días	180	956	
6	80°C 24 horas	80°C 1 día	175	1.015	
		80°C 3 días	168	1.022	
		80°C 5 días	187	1.043	

TABLA III. COMPUESTOS FORMADOS

α PROBETAS SIN CaCO_3

HIDRATACION		COMPUESTOS FORMADOS
$T^\circ\text{C}$	Tiempo	
1	20°C 28 días	CAH_{10}
2	40°C 28 días	$\text{C}_3\text{AH}_6 + \gamma\text{-Al(OH)}_3$
3	60°C 28 días	$\text{C}_3\text{AH}_6 + \gamma\text{-Al(OH)}_3$
4	80°C 28 días	$\text{C}_3\text{AH}_6 + \gamma\text{-Al(OH)}_3$ gibbsite

β PROBETAS CON CaCO_3

HIDRATACION		COMPUESTOS FORMADOS
$T^\circ\text{C}$	Tiempo	
1	20°C 28 días	$\text{CAH}_{10} + \text{CaCO}_3 + \text{carboaluminatos}$ caloita
2	60°C 28 días	$\text{C}_3\text{AH}_6 + \text{CaCO}_3 + \alpha\text{-Al(OH)}_3$ caloita

γ PROBETAS SIN CaCO_3

CURADO		HIDRATACION		COMPUESTOS FORMADOS
		CO_2		
1	40°C 28 días	20°C 3 días	$\text{CaCO}_3 + \gamma\text{-Al(OH)}_3 + \alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$	aragonito gibbsite alúmina
		40°C 3 días		
2	60°C 28 días	20°C 3 días	$\text{CaCO}_3 + \gamma\text{-Al(OH)}_3 + \alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$	aragonito gibbsite alúmina
		60°C 3 días		
3	80°C 28 días	20°C 3 días	$\text{CaCO}_3 + \gamma\text{-Al(OH)}_3 + \alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$	aragonito gibbsite alúmina
		80°C 3 días		
4	60°C 6 horas	60°C 18 horas	$\text{CaCO}_3 + \gamma\text{-Al(OH)}_3 + \alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$	aragonito gibbsite alúmina
		60°C 3 días		
		60°C 5 días		
5	60°C 24 horas	60°C 1 día	$\text{CaCO}_3 + \gamma\text{-Al(OH)}_3 + \alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$	aragonito gibbsite alúmina
		60°C 3 días		
		60°C 5 días		
6	80°C 3 horas	80°C 21 horas	$\text{CaCO}_3 + \gamma\text{-Al(OH)}_3 + \alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$	aragonito gibbsite alúmina
		80°C 3 días		
		80°C 5 días		
7	80°C 24 horas	80°C 1 día	$\text{CaCO}_3 + \gamma\text{-Al(OH)}_3 + \alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$	aragonito gibbsite alúmina
		80°C 3 días		
		80°C 5 días		

δ PROBETAS CON CaCO_3

CURADO		HIDRATACION		COMPUESTOS FORMADOS
		CO_2		
1	20°C 28 días	20°C 3 días	$\text{CaCO}_3 + \alpha\text{-Al(OH)}_3 + \alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$	caloita bayerita alúmina
		60°C 3 días	$\text{CaCO}_3 + \alpha\text{-Al(OH)}_3 + \alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$	vaterita bayerita alúmina
2	60°C 28 días	60°C 3 días	$\text{CaCO}_3 + \alpha\text{-Al(OH)}_3 + \alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$	aragonito bayerita
3	60°C 6 horas	60°C 18 horas	$\text{CaCO}_3 + \alpha\text{-Al(OH)}_3 + \alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$	aragonito bayerita
		60°C 3 días		
		60°C 5 días		
4	60°C 24 horas	60°C 1 día	$\text{CaCO}_3 + \alpha\text{-Al(OH)}_3 + \alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$	aragonito bayerita alúmina
		60°C 3 días		
		60°C 5 días		
5	80°C 3 horas	80°C 21 horas	$\text{CaCO}_3 + \alpha\text{-Al(OH)}_3 + \alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$	aragonito bayerita alúmina
		80°C 3 días		
		80°C 5 días		
6	80°C 24 horas	80°C 1 día	$\text{CaCO}_3 + \alpha\text{-Al(OH)}_3 + \alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$	aragonito bayerita alúmina
		80°C 3 días		
		80°C 5 días		

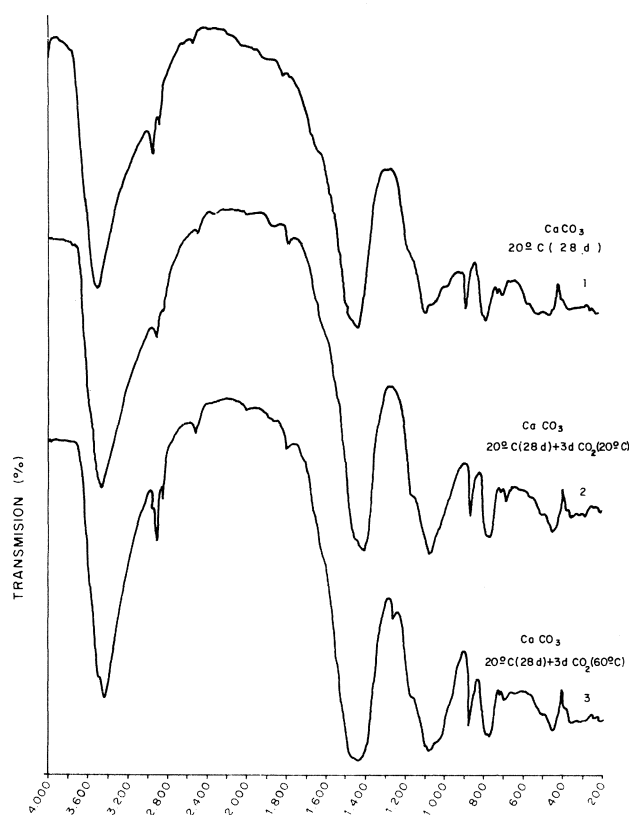


Fig. 3a.—Espectros IR de probetas con CaCO_3 hidratadas a 20 °C durante 28 días (Curva 1) y carbonatadas durante 3 días a 20 °C (Curva 2), y a 60 °C (Curva 3).

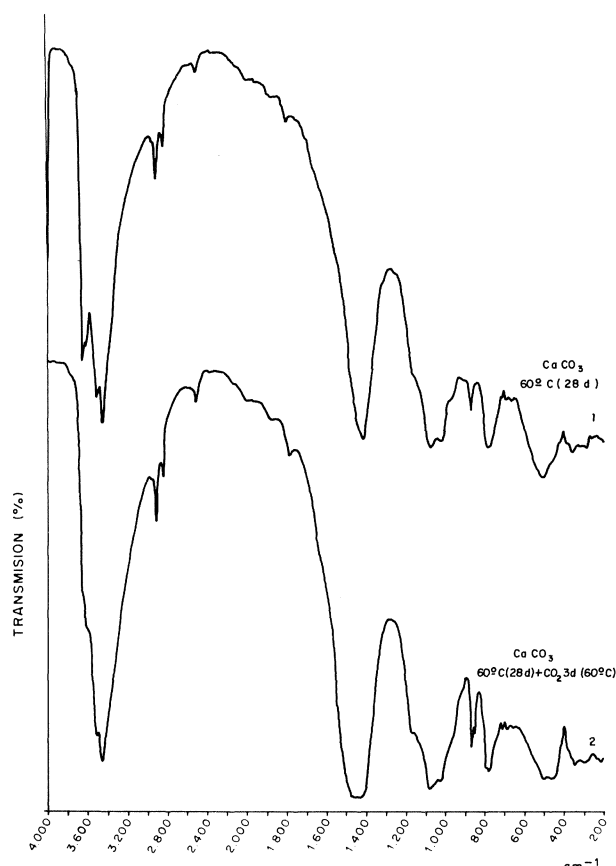


Fig. 3b.—Espectros IR de probetas con CaCO_3 hidratadas a 60 °C durante 28 días (Curva 1) y carbonatadas a 60 °C durante 3 días (Curva 2).

El resto de las curvas de la fig. 3 muestra los espectros IR de probetas conteniendo CaCO_3 curadas con CO_2 a distintas temperaturas.

El C_3AH_6 hidrato estable termodinámicamente del sistema C-A-H ha demostrado tener una gran avidez por el CO_2 dando como fases finales las que aparecen en la Tabla III dependiendo de las condiciones de curado. La comparación de los distintos espectros de las muestras analizadas permite afirmar que las edades de tratamiento óptimas son aquellas en las que los tiempos de hidratación son los mínimos necesarios para la obtención de la fase cúbica, esto es: 3 horas a 80 °C y 6 horas a 60 °C. La carbonatación posterior hasta una edad total de 24 horas (desde el momento en que terminó el amasado) permite la obtención de resistencias mecánicas del orden del 80% de las obtenidas tras 28 días de hidratación a la misma temperatura. Cuando la adición de CO_2 se prolonga hasta 3 y 5 días, las resistencias mecánicas experimentan a su vez aumentos si bien inferiores al del primer día. Ello nos induce a pensar en un «estado semiplástico» durante el cual las transformaciones químicas ocurren con mayor facilidad que cuando la probeta tiene una estructura rígida.

Se demuestra la necesidad de una elección de compromiso entre los valores de las resistencias mecánicas obtenidos y el tiempo empleado en la carbonatación por adición de CO_2 , ya que la resistencia aumenta con el tiempo de tratamiento.

Es de destacar que las breves edades relativas de curado suponen un ahorro de tiempo y energía, y, por lo tanto, una apreciable economía en el proceso.

Se realizó asimismo un estudio del comportamiento de las fases presentes frente a agentes químicos agresivos tales como: agua de mar, disolución saturada de CaSO_4 y disolución 2,1 M de Na_2SO_4 . Las fases carbonatadas del cemento aluminoso resisten aceptablemente frente al agua de mar y a las disoluciones de CaSO_4 . Aunque sus resistencias mecánicas son inferiores a las del cemento curado a 20 °C (con formación de CAH_{10}), resultan superiores a las de la fase cúbica (curadas a 80 °C sin carbonatar). Se hace notar que lo mismo ocurre frente a las disoluciones de Na_2SO_4 , cuyo catión está especialmente prohibido por su agresividad para con el cemento aluminoso. Al final del tiempo estudiado, 8 meses, las probetas curadas a 20 °C fueron las más deterioradas frente a la acción del ion Na^+ , comparadas con las de la fase cúbica y cúbica carbonatada.

La evaluación de la corrosión de las armaduras metálicas mostró que la intensidad de corrosión tiene un valor moderado hasta una temperatura de curado de 60 °C. En el caso del acero galvanizado, la adición de CO_2 provoca una disminución de la I_{corr} . En el caso del acero sin proteger, el CO_2 provoca un aumento de la I_{corr} .

si bien su comportamiento es mejor que la del acero galvanizado.

El nitrito cálcico en una proporción del 3% fue utilizado como inhibidor de la corrosión de las armaduras metálicas en el caso del curado ($60^{\circ}\text{C} + \text{CO}_2$). A pesar de haber pasivado el acero, no dio los resultados que eran de esperar. De ello se deduce que tal aditivo ha sido utilizado en una proporción elevada con el consiguiente consumo inicial de Fe.

Por último cabe reseñar la utilización que se hizo de un aditivo de los superreductores de agua durante el amasado de probetas que posteriormente fueron hidratadas a 80°C y carbonatadas a la misma temperatura. Su adición supuso un aumento de las resistencias mecánicas debido a la posibilidad de rebajar la relación a/c de 0,42 a 0,38, así como de aumentar la trabajabilidad y fluidez, unidas a la consiguiente disminución de la porosidad.

Todo ello permite afirmar que el problema de la inestabilidad del cemento aluminoso tiene solución práctica y tecnológica con los tratamientos térmicos y de carbonatación que se han experimentado, desarrollado y demostrado en el presente trabajo; si bien habría que ensayar en el futuro con piezas de mayor volumen y desarrollar los costes económicos que supone el proceso.

Bibliografía

- (1) EH-80: Instrucción para el proyecto y ejecución en obras de hormigón armado. M.O.P., 1980, Comisión Permanente del Hormigón, Madrid.
- (2) EP-77: Instrucción para el proyecto y ejecución en obras de hormigón pretensado. M.O.P., 1977, Comisión Permanente del Hormigón, Madrid.
- (3) Vázquez, T.; Triviño, F.; Ruiz de Gauna, A.; Monografía del IETcc, N.º 334, julio, 1976, Madrid.

publicaciones del i.e.t.c.c.

hormigón pretensado proyecto y construcción

Fritz Leonhardt

Dr. Ingeniero



El libro del profesor Leonhardt, sobre hormigón pretensado, puede considerarse ya como un tratado clásico de esta técnica.

En esta obra se presentan con detalle los materiales acero y hormigón, sobre todo en lo que se refiere a las propiedades más importantes a efectos de su utilización en hormigón pretensado.

Las cuestiones prácticas y de aplicación directa han sido abordadas con mayor detalle que los proble-

mas teóricos, los cuales se exponen con la mayor sencillez posible, haciéndolos accesibles también al ingeniero medio, ya que el libro está destinado a la utilización práctica.

No se han expuesto las posibilidades de realizar el pretensado basándose en los sistemas actualmente en uso, sino que se han intentado describir las soluciones fundamentales y aclararlas presentando dichos sistemas.

Se ha estudiado con detalle el problema de la introducción de las fuerzas de pretensado. La disposición constructiva de la estructura pretensada se ha antepuesto, intencionadamente, al cálculo estático.

En principio no se efectúa descripción de aplicaciones prácticas, haciéndose una excepción con los depósitos, tubos, firmes y traviesas pretensadas.

En la página IX de este libro figuran 10 recomendaciones básicas para el ingeniero que se ocupe en esta disciplina, con las particularidades más importantes que deberá tener en cuenta el ingeniero especialista en hormigón armado, independientemente de las recomendaciones aplicadas hasta el momento.

Un volumen encuadernado en tela, brillantemente presentado, de $19 \times 26,5$ cm, compuesto de 780 páginas, numerosas figuras, abundantes tablas, ábacos y una extraordinaria bibliografía.

Precios: España, 2.000 ptas.; extranjero, \$40.

cuadros de precios 79 c. p.

En esta publicación se pone al día la que, con el mismo título, editó el Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento en 1969 adaptándose a la reglamentación vigente. Las Ordenes, Decretos y Convenios Colectivos, así como la Ordenanza Labo-

ral de la Construcción, Vidrio y Cerámica, que intervienen en el CUADRO DE JORNALES, figuran con sus respectivas fechas de entrada en vigor.

Se han tomado como precios básicos los de la provincia de Madrid, ya que, al ser válidas las descomposiciones de las diversas unidades de obra, bastaría incrementar o disminuir los totales proporcionalmente a las diferencias de jornales o materiales.

En el concepto de «Mano de Obra Indirecta» se incluye la parte proporcional de los jornales: de encargado, capataces, almacenero, listero, etc., fijándose en un 10 por 100 de la «Mano de Obra Directa». Cada unidad de obra se incrementa en el 1 por 100 en concepto de «Medios auxiliares».

El Cuadro «Precios de Materiales» se ha dividido en capítulos para facilitar su localización, respetando el orden alfabético dentro de cada uno de ellos.

En el Cuadro «Precios Auxiliares» están incluidas las descomposiciones de las unidades de obra, que intervienen a su vez en el Cuadro «Precios Descompuestos», evitando su innecesaria repetición.

Estos cuatro Cuadros de: PRECIOS DE JORNALES, PRECIOS DE MATERIALES con Transporte, Carga, Descarga y Pérdidas; PRECIOS AUXILIARES, y PRECIOS DESCOMPUESTOS, que, con los de MEDICIONES, PRESUPUESTO y RESUMEN GENERAL, componen el DOCUMENTO NUMERO 4 —«PRESUPUESTO»— son los exigidos para la elaboración de Proyectos de Obras para el Estado, conforme al DECRETO 3.410/1975 («B. O. del E.» n.º 311 de 1975), del Ministerio de Hacienda.

Todos los precios que figuran en esta publicación se refieren exclusivamente a ejecución material.

Esta edición, como la anterior, ha sido realizada mediante el fotograbado de los datos, obtenidos directamente del ordenador electrónico, asegurando así la garantía de su exactitud para facilitar la labor de todos los profesionales de la construcción.

Encuadernado en rústica, de $29,7 \times 21$ cm, compuesto de unas 192 páginas.

Madrid, 1979.

Precios: España, 1.000 pesetas. Extranjero, \$ 20.

NOTA:

Debido al actual cambio de la peseta, con respecto al \$ USA, todos los pedidos de publicaciones del IETcc (sin incluir revistas) que se efectúen a librerías en el extranjero, e incluso directos, obtendrán una bonificación del 30 % sobre los precios marcados en dólares. Este descuento será aplicado por los vendedores —hasta nueva orden— a cualquier pedido que se formule fuera de España.