

ADICION DE TRIDIMITA EN AGREGADOS FINOS, SU REACTIVIDAD FRENTE A LOS ALCALIS EN MORTEROS DE CEMENTO PORTLAND.

Pedro José Maiza¹, Silvina A. Marfil², Jorge D. Sota³, Oscar R. Batic³.

1. Departamento de Geología, Universidad Nacional del Sur, CONICET.
2. Comisión de Investigaciones Científicas de la Prov. de Buenos Aires.
3. Comisión de Investigaciones Científicas de la Prov. de Buenos Aires. CIC-LEMIT.

PALABRAS CLAVES : Agregados reactivos - álcali - tridimita - hormigón - fisuras -

RESUMEN

Para que la reacción álcali-agregado se produzca, es necesario que se den las siguientes condiciones: presencia de un agregado reactivo, álcalis en el hormigón o mortero, humedad suficiente y además tiene gran influencia la temperatura.

Uno de los factores determinantes lo constituye el agregado reactivo, ya que su incidencia está condicionada a la inestabilidad de la sílice, a su naturaleza, a la concentración, al tamaño del clasto, etc.. Por lo que es fundamental detectar por algún método a los agregados reactivos previo a la iniciación de las obras a fin de tomar recaudos.

En este trabajo se analizan las expansiones deletéreas que degradan el hormigón cuando se adiciona 5 % de tridimita en la fracción 50-100 a agregados naturales. Además se moldearon barras de mortero para realizar el ensayo ASTM-C-227 y se midieron los cambios de longitud hasta los seis meses. Se realizó el ensayo químico ASTM C-289 sobre los agregados naturales y con tridimita, y se confeccionaron cortes delgados para el estudio petrográfico.

Se analizan en este trabajo los resultados analíticos preliminares, que evidencian la importancia de la concentración de agregados reactivos en agregados naturales.

ABSTRACT

To the producing of alkali-silica reaction, it is necessary to be present the following conditions: presence of a reactive aggregate, alkalis in the concrete or mortar, sufficient moist and temperature.

One of the principal factors is the reactive aggregates, because its incidence is conditioned by the silica inestability, its nature, concentration, clast size, and so on. For this reason, is fundamental to detect by a method, the reactive aggregates previous the work iniciation with the propose to take precautions.

In this paper are analyzed the deletereous expansions with degrade the concrete when a 5 % of tridimite is admixed in the fraction 50-100 to natural aggregates. It was used XRD to do observations about aggregates. There were molded mortar bars to making ASTM-C-227 method and there were messured lenght changes untill six months. The chemical test, ASTM-C-289 was realized over natural aggregates, and there were made thin courts for the petrographical study.

The previous analitic results which proof the importance of the reactive aggregates concentration in natural aggregates, are analyzed in this paper.

INTRODUCCION

En el tema de la reacción álcali-agregado, cobran cada vez más relevancia los agregados reactivos, ya que algunos de ellos son muy abundantes en materiales que pueden utilizarse en la elaboración de hormigones y morteros con cemento portland. Esto lleva a la necesidad de identificarlos rápidamente para evitar las consecuencias de la reacción y su influencia, aún en pequeños porcentajes.

El estudio de los agregados que se utilizan en hormigones de cemento portland y especialmente aquellos que contribuyen a la desestabilización del mortero, llevó a considerar en forma individual a los diferentes minerales que componen las arenas. Han sido analizados varios minerales utilizando el método químico para la determina

ción de la reactividad alcalina potencial, entre los cuales la tridimita resultó fuertemente reactiva.

Por otro lado es conocida la dificultad que presenta este mineral para ser identificado mediante métodos petrográficos convencionales.

Su presencia está siempre relacionada con clastos de calcedonia, chert, xilópalo, cuarzo hidrotermal, etc., donde es difícil establecer su participación.

Como la tridimita resultó ser muy deletérea en el método químico, se adicionó en pequeñas cantidades en arenas naturales, que habían resultado tanto inócuas como reactivas cuando se evaluaron con ensayos convencionales.

El objetivo del presente trabajo es dar a conocer los resultados preliminares de los ensayos realizados debido a las fuertes expansiones que experimentaron las barras de mortero con una adición del 5 % de tridimita en la fracción 50-100. Esta fracción se determinó como la apropiada ya que permite comparar los resultados con los obtenidos con el método químico (IRAM 1650), que utiliza la misma fracción.

METODO DE TRABAJO

De las canteras estudiadas en el área de Punta Alta y Bahía Blanca, cuyos resultados se informan en estas jornadas (Maiza et al. 1988) se seleccionaron dos: una reactiva (Cantera N°4) y otra inócua (Cantera N°1).

Se efectuó el ensayo químico de reactividad alcalina potencial a varios minerales que constituyen los agregados finos a fin de evaluar la reactividad de cada uno de ellos. En la tabla N°1 se mencionan algunos de los valores obtenidos. Cada uno de los minerales utilizados fue analizado por difracción de rayos X con el propósito de definir su pureza, grado de alteración y minerales asociados.

Mineral	Sílice disuelta (mg)	Reducción en alcalinidad milimoles/litro (ml/l)	C1 m/l
Cuarzo	5.9	30	19.66
Microclino	2.3	190	7.66
Muscovita	4.5	205	15.00
Tridimita	104.5	620	348.13
Vidrio volcánico	31.1	190	103.66

Tabla N°1

De los minerales ensayados y del vidrio volcánico riolítico, surge que la tridimita es el que más sílice aporta a la solución. Por ello se utilizó un material obtenido de un tronco silicificado, cuya composición mineralógica determinada por rayos X es tridimita, para adicionar a agregados naturales. En la tabla N° 2 se compara la ficha de tridimita del ASTM N° 18-1169, con la muestra.

Tridimita tronco fósil		ASTM 18-1169	
d (Å)	d (Å)	hkl	I/Io
4.349	4.370	100	80
4.129	4.118	002	100
3.863	3.826	101	60
2.995	2.995	102	35
2.533	2.523	110	25
2.336	2.325	103	20

Tabla N°2

El material fue triturado y tamizado utilizándose la fracción que pasó el tamiz ASTM N°50 y fue retenida en el N°100.

Para la evaluación de la reactividad de los agregados naturales y los que se prepararon adicionándole 5% de tridimita en la fracción 50-100, se utilizó el ensayo de reactividad alcalina potencial, método químico IRAM 1650 (ASTM-C-289), y barras de mortero IRAM 1637 (ASTM-C-227).

La composición mineralógica del agregado natural se determinó con el ensayo petrográfico según lo expresado en la norma IRAM 1649, (ASTM-C-295), utilizándose secciones delgadas de cada una de las fracciones que la misma indica.

En la tabla n°3 se muestran los valores promedios obtenidos para cada una de las canteras estudiadas.

Cantera N°1

Constituyentes	Composición de las fracciones retenidas por los tamices N°					
	10	18	30	60	100	
Cuarzo	-	-	42.5	42.7	37.4	
Feldespato	-	-	0.7	9.3	17.3	
Vidrio	-	-	6.1	10.3	5.4	
Frag.Lít.frescos	-	-	30.4	19.3	14.1	
Frag.Lít.alterad.	-	-	19.6	14.0	13.2	
Opacos	-	-	0.3	3.2	7.2	
Pirox. y anfíboles	-	-	-	1.1	5.2	
Micas	-	-	-	0.1	0.1	
Olivinos	-	-	-	-	0.1	
Calcedonia	-	-	0.4	-	-	
Totales			100	100	100	
Constituyentes	Porcentajes en peso de los constituyentes en cada fracción de los tamices N°					Composición de la muestra en peso
	10	18	30	60	100	
Cuarzo	-	-	0.4	11.3	27.2	38.9
Feldespato	-	-	0.01	2.5	12.6	15.0
Vidrio	-	-	0.01	2.7	3.9	6.6
Frag.Lít.frescos	-	-	0.3	5.1	10.2	15.6
Frag.Lít.alterados	-	-	0.2	3.7	9.6	13.5
Opacos	-	-	0.003	0.8	5.2	6.1
Pirox. y anfíboles	-	-	-	0.3	3.8	4.1
Micas	-	-	-	0.03	0.07	0.1
Olivinos	-	-	-	-	0.07	0.07
Calcedonia	-	-	0.004	-	-	0.004
Total en fracción en tamiz	-	-	0.97	26.4	72.7	100

Cantera N°4

Constituyentes	Composición de las fracciones retenidas en los tamices N°				
	10	18	30	60	100
Cuarzo	-	-	26.1	24.9	29.2
Feldespatos	-	-	0.8	4.0	9.8
Vidrio	-	4.8	11.3	25.8	17.2
Frag.Lít.frescos	-	16.3	22.8	16.2	12.4
Frag.Lít.alterados	2.0	5.4	17.7	13.5	16.3
Opacos	-	0.7	0.2	5.2	10.1
Pirox. y anfíboles	-	-	-	-	0.3
Micas	-	-	-	-	-
Olivinos	-	-	-	-	-
Calcedonia	-	1.4	1.2	10.3	0.1
Conchillas	98.0	65.3	19.9	-	4.7
Total	100	100	100	100	100

Constituyentes	Porcentaje en peso de los constituyentes en cada fracción de los tamices N°					Composición de la muestra en peso
	10	18	30	60	100	
Cuarzo	-	1.3	8.5	5.9	2.4	18.1
Feldespatos	-	-	0.3	1.0	0.8	2.0
Vidrio	-	1.0	3.7	6.1	1.4	12.2
Frag.Lít.frescos	-	3.5	7.4	3.8	1.0	15.7
Frag.Lít.alterados	0.3	1.2	5.8	3.2	1.3	11.7
Opacos	-	0.2	0.1	1.2	0.8	2.3
Pirox. y anfíboles	-	-	-	-	0.02	0.02
Micas	-	-	-	-	-	-
Olivinos	-	-	-	-	-	-
Calcedonia	-	0.3	0.4	-	0.01	0.7
Conchillas	14.0	14.0	6.5	2.4	0.4	37.3
Total en fracción en tamiz	14.3	21.4	32.5	23.6	8.1	100

Tabla N°3

La identificación de la tridimita al microscopio petrográfico es dificultosa a pesar de que algunas de sus propiedades ópticas permiten su determinación, por ejemplo su índice de refracción muy bajo (oscila entre n_{α} 1.474/1.479 a n_{γ} 1.478/1.481), siendo su birrefringencia muy baja (entre 0.001 y 0.003). Si el desarrollo cristalino es bueno, es frecuente el maclado que permite su distinción. Por lo general se presenta como mineral criptocristalino, de fractura concoidea a irregular, incoloro a débilmente coloreado.

RESULTADOS

En la tabla N°4 se observan las expansiones en el ensayo IRAM 1637 (ASTM-C-227) de los agregados estudiados en estado natural y con la adición de 5 % de tridimita en la fracción 50-100 a las edades de hasta seis meses.

Canteras	Conjunto (x)	Variación de la longitud a la edad de (%)			
		1 mes	2 meses	3 meses	6 meses
C-1	A	0.018	0.020	0.037	0.037
**C-1 + 5% T		0.147	0.156	0.196	0.222
C-4	B	0.016	0.109	0.193	0.273
* C-4 + 5% T		0.264	0.312	0.394	0.475

** Al mes abundantes manchas claras y oscuras.

* Al mes curvas y manchas.

A los tres meses fisuras.

(x) Cemento de alto álcali (1,14 %).

Tabla N°4 - Resultado de estabilidad de los agregados estudiados.
Método de la barra de mortero IRAM 1637 (ASTM-C-227/81).

En el caso de la cantera N°1, la muestra natural se comporta como no reactiva hasta la edad de seis meses, pero cuando se adiciona la tridimita, rápidamente presenta valores de expansión que la colocan por encima de los límites de la norma. En la cantera N°4, la muestra natural sí es reactiva a la edad de estudio y al agregar tridimita prácticamente se duplican los valores de expansión.

Tanto en el conjunto A como en el B, la adición de tridimita origina una expansión ya a la edad de un mes, superior al valor especificado en las normas (0,1 % a la edad de 6 meses); además se evidencian en las probetas, manchas claras y oscuras en su superficie.

En el caso del conjunto B, a los tres meses las probetas presentan curvatura y fisuras.

En la tabla N°5 se muestran los resultados del método químico (ASTM-C-295) de los mismos conjuntos de agregados.

Canteras	Conjunto	Sílice disuelta	C1	R
C1	A	30.4	101.32	130
C1 + 5% T		161.9	539.61	155
C4	B	40.3	134.32	125
C4 + 5% T		167.0	556.61	220

Tabla N°5

En la figura N°1 se grafican los resultados del ensayo químico para las muestras naturales y las que poseen adición de tridimita.

Nótese que el valor promedio de sílice disuelta en la muestra natural de la cantera C1 es de 30.4 mg pasando a 161.9 mg cuando se le adicionó 5% de tridimita.

En la muestra natural de la cantera C4 este valor varió de 40.3 mg a 167.0 mg. De la comparación de estos valores surge que la variación es consecuencia del aporte de sílice a la solución por disolución de la tridimita.

CONSIDERACIONES Y CONCLUSIONES

1) Del análisis de la reactividad alcalina potencial por el método químico, - realizado a varios minerales considerados constituyentes mayoritarios de los agregados, surgió que la tridimita es el más reactivo. En la bibliografía se menciona a este mineral como deletéreo (Arcurj, 1960).

2) La adición de tridimita en agregados inócuos y reactivos provoca prácticamente un efecto similar, manifestándose tanto en el incremento de sílice disuelta (método químico), como en la expansión excesiva de las barras de mortero.

3) La tridimita agregada en la fracción 50-100 provoca una respuesta rápida, a corta edad. Esto se comprueba si se compara la expansión con la de los agregados naturales a la edad de 1 mes (tabla 4). Además el valor observado es muy superior al límite aconsejado como máximo admisible a la edad de 6 meses. Consideramos que ello se debe al tamaño de partícula de la fracción 50-100, de una gran superficie específica.

4) El párrafo anterior induce a la necesidad de la realización de un análisis petrográfico detallado en el estudio de agregados, con la conveniente utilización de cortes delgados, puesto que es muy dificultoso individualizar la presencia de tridimita en las fracciones de clastos pequeños, en tenores del 5 % o menos.

A la luz de los resultados del ensayo de barras de mortero se hace necesario determinar tenores del orden del 1 %.

Se debe recordar que las recomendaciones generalmente indican que tenores totales por debajo de este valor, constituyen agregados potencialmente reactivos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Universidad Nacional del Sur, al CONICET, a la CIC y al LEMIT por la ayuda y colaboración prestadas.

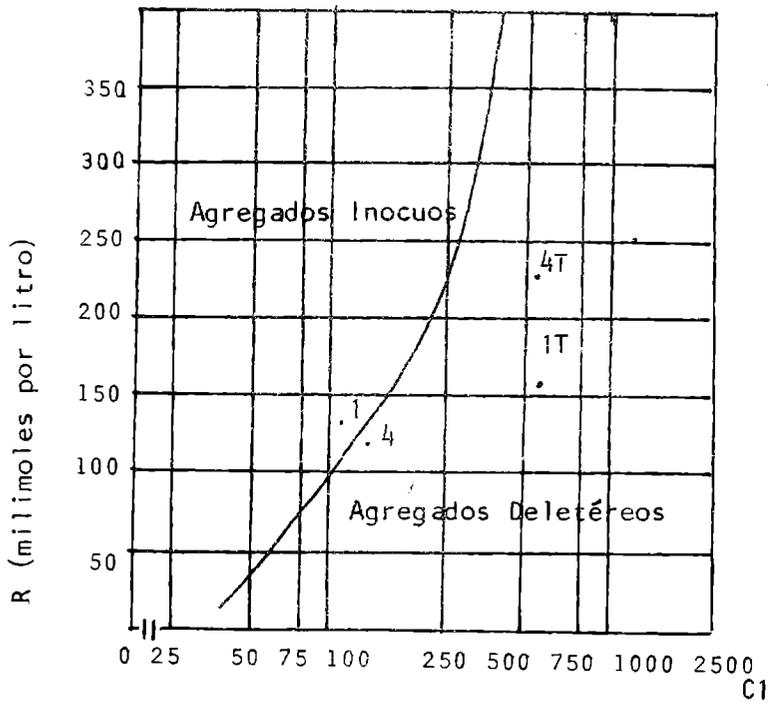


Figura N°1

Lista de trabajos citados en el texto

- Arcuri José (1960). La reacción de los álcalis del cemento con los áridos del hormigón (293-301).
- ASTM C -227/81(1981). Standard method for potential alkali reactivity of cement-aggregate combinations (Mortar Bar Method). (148-153).
- ASTM C - 289/81 (1981). Standard test for potential reactivity of aggregates (Chemical Method) (193-197).
- ASTM C - 295/79 (1979). Standard practice for petrographic examination of aggregates for concrete.
- IRAM 1637 (1966). Reacción álcali-árido. Método de la barra de mortero para la determinación de la reactividad alcalina potencial.
- IRAM 1649 (1968). Áridos para hormigones. Exámen petrográfico (1-10).
- IRAM 1650 (1968). Reactividad alcalina potencial en áridos. Método de ensayo químico. (3-15).
- Maiza P. J., Marfil S. A, Sota J. D. y Batic O. R. (1988). Comparación de los resultados obtenidos en los ensayos de reactividad potencial alcalina en áridos finos utilizados en Bahía Blanca y Punta Alta, Prov. de Buenos Aires. Segundas Jornadas Geológicas Bonaerenses.