

ESTUDIO DE CORTES DELGADOS SOBRE BARRAS DE MORTERO CON AGREGADOS
FINOS Y GRUOSOS UTILIZADOS EN LA ZONA DE BAHIA BLANCA

Pedro J. Maiza^{1,2} y Silvina A. Marfil^{1,3}

RESUMEN

Se estudiaron, con el microscopio petrográfico, cortes delgados de barras de mortero que fueron confeccionadas según el ensayo ASTM C-227, a la edad de un año.

Las barras se realizaron con los materiales de las principales canteras proveedoras de arenas, cantos rodados y piedra partida, utilizados como agregados para hormigón en la zona de Bahía Blanca.

Esas canteras fueron calificadas de acuerdo a su reactividad alcalina potencial por los métodos químico, barras de mortero y examen petrográfico. (Maiza et al. 1988).

El propósito de este estudio es evaluar las características petrográficas de las barras de mortero (ASTM C-227) de los agregados reactivos e inocuos citados, especialmente la pasta, los clastos reactivos, los bordes de reacción, presencia de ceolitas, fisuramiento de la pasta y/o de los clastos y contacto pasta-cemento.

El estudio de los cortes delgados de las barras de mortero permite confirmar si el agregado es potencialmente reactivo o predecir sobre la evolución futura del agregado natural en materiales que serían aptos según los ensayos ASTM C-227.

Materiales ensayados en las barras de mortero

En la Tabla N° 1 se dan los valores de expansión de las barras de mortero a la edad de 6 meses y un año y se califican según su comportamiento en inocuos y reactivos.

(1) Dpto. de Geología. Universidad Nacional del Sur
San Juan 670. Bahía Blanca (8000).

(2) Investigador CONICET

(3) Becaria CIC

TABLA N° I

Cantera N°	Muestra	Agregado	% de expansión a la edad de		Calificación
			6 meses	1 año	
1	197	(f)	0.037	0.080	i
1	236	(f)	0.043	0.190	*
2	201	(f)	0.187	0.249	r
2	228	(f)	0.213	0.191	r
3	205	(f)	0.250	0.249	r
3	232	(f)	0.206	0.210	r
4	209	(f)	0.273	0.296	r
4	240	(f)	0.102	0.081	r
5	218	(f)	0.324	0.294	r
5	244	(f)	0.146	0.151	r
6	222	(f)	0.154	0.181	r
6	245	(f)	0.014	0.005	i
6	1665	(c)	0.411	0.656	r
6	1673	(c)	0.010	0.041	i
7	120	(f)	0.006	-0.150	i
8	127	(f)	0.022	0.008	i
8	1645	(c)	0.049	0.093	i
9	1681	(f)	0.018	0.013	i
9	1649	(c)	0.134	0.217	r
10	1661	(c)	0.120	0.222	r
10	1669	(c)	0.110	0.211	r
11	1637	(p)	0.014	0.030	i
11	1641	(p)	0.016	0.044	i
12	1653	(p)	0.044	0.136	*

(f) agregados finos
(c) cantos rodados
(p) piedra partida
i potencialmente reactiva
r potencialmente reactiva
* inocua a los 6 meses pero al año superó los límites establecidos en la norma

Petrografía de los agregados y de los cortes delgados en las barras de mortero

Los agregados fueron analizados por el método de examen petrográfico (ASTM C-295), sobre secciones delgadas, según el modelo propuesto por Marfil (1990) y luego se realizaron los cortes delgados de las barras de mortero para ser estudiadas al microscopio de polarización.

Se trabajó sobre las siguientes canteras:

Cantera N° 1:

Betá ubicada en la zona de Punta Alta. Corresponde a una arena de origen eólico.

Los agregados naturales, estudiados en cortes delgados están constituidos princi-

palmente por cuarzo (45 %) y feldespatos (15 %).

Además se observan fragmentos de rocas, sobre todo graníticas tanto frescas como alteradas, con predominio de las primeras (16 y 8 % respectivamente) y como potencialmente reactivos hay vidrio volcánico (2 %) y algo de calcedonia (< 1 %).

Una barra de mortero de esta cantera, (M 236) dio una expansión de 0.039 a los 6 meses pero 0.190 al año y la M 197 de 0.080 al año.

No se observan fisuras en la pasta, ni en los clastos, ni cavidades rellenas con ceolita. Hay clastos fantasmas y vidrio ceolitizado en la M 236. Pero la ceolitización en los clastos podría indicar que se trata de agregados con reacción lenta. Si bien las barras no son reactivas a los 6 meses, al año superan los límites establecidos en la norma.

Cantera N° 2:

Está ubicada en la zona suburbana de Punta Alta. Su origen es eólico. los constituyentes de esta arena son los mismos que los de la cantera anterior, pero con mayor cantidad de fragmentos líticos y vidrio volcánico (2%).

En las barras de mortero hay clastos fantasma y otros ceolitizados en los bordes. No se observaron fisuras. Se observó también un clasto de ceolita. No habría diferencias con las barras de la Cantera N° 1, si bien estas son potencialmente reactivas.

Cantera N° 3:

Próxima a la anterior y de características petrográficas similares. Su origen es eólico.

Los agregados naturales tienen mucha calcedonia, 19 % de fragmentos líticos alterados y 3 % de vidrio volcánico.

La expansión en las barras a los seis meses duplica los límites máximos establecidos por la norma ASIM C-227. En la barra M 205 se observan cavidades con ceolitas creciendo en los bordes externos. Hay clastos fantasma y un clasto fue reemplazado por ceolita, quedando material isótropo en el centro. No se observó la pasta fisurada. Hay un clasto de vidrio parcialmente ceolitizado.

En el corte delgado de la barra M 232 se presenta vidrio con reacción en los bordes. Se observan clastos fantasma, otros totalmente ceolitizados. Algunas cavidades formadas por aire entrampado están ceolitizadas. La pasta se encuentra sana. En la fotomicrografía N° 1 se observa un clasto de vidrio volcánico ceolitizado (c), con un borde nítido de material isótropo (b), además hay clastos de cuarzo (q). (x 125, con analizador).

Cantera N° 4:

Está ubicada en Baterías (Base Naval Puerto Belgrano). Es de origen marino.

El agregado natural se trata de una arena que contiene calcáreos, cuarzo, calcedonia (2 %), rocas graníticas, feldespatos, fragmentos líticos alterados (13.5 %) y vidrio volcánico en porcentajes superiores al 12 %.

Los cortes delgados de las barras de mortero 209 y 240 muestran cristales fantasma y clastos ceolitizados.

La M 209 dio una expansión de 0.273 % a los 6 meses. Los clastos fantasma con ceolita (c) en el borde son abundantes. (Fotomicrografía N° 2). No se observan fisuras en la pasta. Hay clastos ceolitizados y cavidades formadas por aire entrampado rellenas con ceolita.

En la fotomicrografía N° 3 se observa un clasto ceolitizado (c) en la periferia (x

30), el detalle de este borde de reacción (b), puede verse en la fotomicrografía N° 4. (x 125).

La barra de mortero M 240, correspondiente a la muestra N° 11 de la Cantera N° 4, dio una expansión de 0.102 % a los 6 meses. Son abundantes los clastos ceolitizados y los clastos fantasma. Hay calcedonia y vidrio fresco. También se observan microfibras (f), que atraviesan clastos de cuarzo (q) y fragmentos de conchillas (v) (fotomicrografía N° 5) (x 125).

Algunas cavidades formadas por aire entrampado se encuentran rellenas con ceolita.

Cantera N° 5:

Puerto Galván: Es de origen marino. Corresponde al material extraído por dragado de la ría de Bahía Blanca frente a las boyas 23-24.

Los cortes delgados del agregado natural muestran gran cantidad de material calcáreo, cuarzo, rocas graníticas, vidrio volcánico (14 %), fragmentos líticos alterados (14 %) y calcedonia (2 %).

La barra 218 dio una expansión de 0.324 % a los 6 meses. Hay cavidades con ceolita en el borde, clastos ceolitizados, cavidades tapizadas con ceolita y clastos fantasma.

Cantera N° 6:

Ubicada en cercanías de la localidad de Médanos (Partido de Villarino). Constituida por niveles arenosos y conglomerádicos bolsoneados, heterogéneos, emplazados debajo del nivel de tosca. Se explota para la extracción de arena y cantos rodados.

Los agregados finos tienen predominio de rocas alteradas (25 %), sobre todo volcánicas y con pastas vitreas. El porcentaje de vidrio volcánico también es elevado (9 %). Se observó gran variación en el contenido de este último en las diferentes muestras encontrándose una con sólo 3 %. (Corresponde a la barra M 245).

La barra de agregado fino M 222, dio una expansión de 0.154 % a los 6 meses. Hay ceolitas en el borde de cavidades. Se observan clastos fisurados, con las fisuras atravesando la pasta.

La barra 245 dio una expansión de 0.014 % a los 6 meses. La pasta se encuentra sana, no se observa reacción. Corresponde a la muestra con bajo contenido de vidrio volcánico.

Los agregados gruesos están constituidos principalmente por clastos de tosca, cuarcitas, areniscas y rocas volcánicas básicas.

La barra de mortero M 1665, realizada con agregados gruesos dio una expansión de 0.656 % al año. La pasta está muy fisurada y se presenta isótropa, hay clastos de rocas volcánicas y graníticas. Se observan clastos con bordes con reacción y otros fisurados.

Mientras que la barra 1637, resultó no reactiva (0.010% de expansión a los 6 meses). Esta muestra está constituida principalmente por carbonato de calcio y en menor proporción cuarzo y fragmentos de rocas volcánicas. Hay clastos de vidrio fisurados pero no se observó reacción.

Canteras N° 7 y 8:

Bajo San José: Ubicada en la intersección de la ruta provincial N° 51 y el río Sauce

Grande. El material de estas canteras corresponde a sedimentos fluviales empiaizados en las terrazas del río Sauce Grande. De la cantera N° 8 se extrae arena y cantos rodados, la N° 7, ubicada frente a la anterior, al otro lado de la ruta, no se explota actualmente.

Los agregados finos están constituidos principalmente por cuarcitas y fragmentos de rocas graníticas lo que conforma aproximadamente el 50 % del material. El contenido de vidrio volcánico es de 2.5 % en promedio. No contienen calcedonia.

En la barra M 120 no se observaron ceolitas, fracturas ni indicios de reacción. La expansión a los 6 meses es de 0.006 %. Se trata de cuarcitas. El cuarzo tiene extinción ondulante.

La barra M 127 y la M 132 correspondientes al material de estas canteras, dieron una expansión de 0.022 % a los 6 meses.

La pasta está fisurada pero las fisuras no atraviesan los clastos. No se observan indicios de reacción, ni se vio ceolita.

Los cantos rodados están constituidos principalmente por cuarcita.

La M 1645 dio una expansión de 0.093 % a los 6 meses. No se observó reacción. La pasta está muy fisurada pero con pequeñas fisuras características de las barras sanas, sin atravesar los clastos, los contactos entre los clastos y la pasta son nítidos. No se ven indicios de reacción (Fotomicrografía N° 6) (x 25).

Cantera N° 9:

Villalonga Norte: Ubicada a 24 Km de la localidad de Villalonga. Se extrae arena y cantos rodados. Es de origen marino.

El agregado fino está constituido principalmente por fragmentos líticos alterados (40 %), frescos (14 %), cuarzo (25 %) y calcáreos (15 %). Tienen poco vidrio volcánico (2 %).

La barra M 1681 realizada con el material mencionado no muestra signos de reacción. La pasta está finamente fisurada pero no se ve reacción en los clastos.

Los cantos rodados están constituidos principalmente por cuarcita (30 %), rocas volcánicas frescas (33 %) y alteradas (17 %). En menor proporción se encuentran rocas sedimentarias graníticas.

Agregados Gruesos:

La barra M 1649 dio una expansión de 0.217 %. La mayoría son clastos de rocas volcánicas. La pasta está totalmente fisurada y se observan bordes con reacción. Hay ceolitas en los bordes de algunos clastos, mientras que otros se encuentran totalmente ceolitizados (c) como puede observarse en la fotomicrografía N° 7 (x 125). En la fotomicrografía N° 8 se observa un detalle de la anterior (x 315).

Cantera N° 10:

Villalonga Sur. Ubicada a 10 Km al sur de la anterior. Presenta características similares. Se explota por cantos rodados.

Los agregados están constituidos principalmente por cuarcita (27 %), rocas volcánicas frescas (29 %) y alteradas (26%), en menor proporción se encuentran rocas sedimentarias y graníticas.

La barra de mortero M 1661 dio una expansión de 0.222 % a la edad de un año. Hay clastos de calcedonia. La pasta está fisurada. Se observan clastos fisurados cuyas



FOTOMICROGRAFIA N° 1



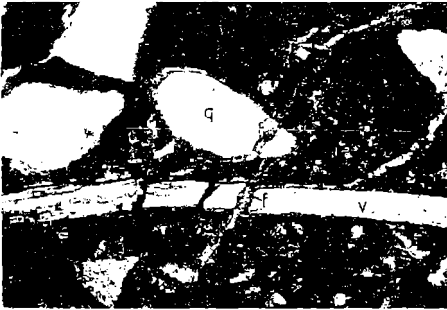
FOTOMICROGRAFIA N° 2



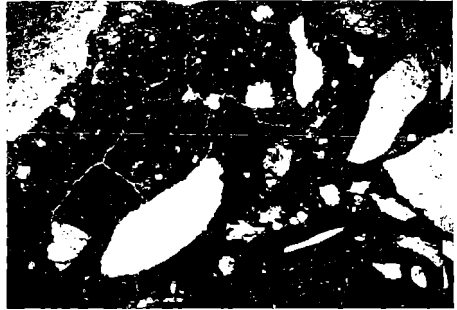
FOTOMICROGRAFIA N° 3



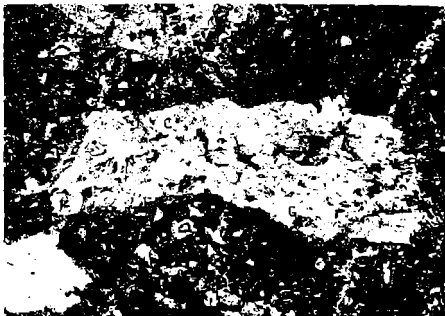
FOTOMICROGRAFIA N° 4



FOTOMICROGRAFIA N° 5



FOTOMICROGRAFIA N° 6



FOTOMICROGRAFIA N° 7



FOTOMICROGRAFIA N° 8

figuras (f) se continúan en la pasta. (Fotomicrografía N° 9) (x 30). No se encontró ceolita.

La barra M 1669, dio una expansión de 0.211 % al año. Se observó gran cantidad de ceolita en la pasta y en los bordes de algunos clastos de cuarzo. además hay clastos de vidrio parcialmente ceolitizados y clastos fantasma. La pasta se encuentra fisurada con microfisuras muy pequeñas, algunas se continúan en los clastos.

Cantera N° 11:

Cerros Colorados: Está constituida por granito, el que se explota como piedra partida.

La barra de mortero M 1637, dio una expansión de 0.030 % al año y la M 1641, de 0.044 %.

M 1637: La pasta se encuentra sana, no se ven ceolitas. Los clastos también están sanos y los contactos pasta-cemento son nítidos. (Fotomicrografía N° 10. x 30).

M 1641: La pasta está fisurada aunque no hay indicios de reacción. Hay cavidades parcialmente rellenas aparentemente con calcita.

Cantera N° 12:

Pigüé: La roca es una cuarcita. Se explota como piedra partida.

M 1653: La expansión al año es de 0.136 %. Pero no alcanza el límite para definirlo como peligroso a los 6 meses. Se observó ceolita y algunos clastos fisurados.



FOTOMICROGRAFIA N° 9



FOTOMICROGRAFIA N° 10

Conclusiones

1. Los resultados del análisis petrográfico brindan el primer indicio de la potencial reactividad de un agregado. Los resultados aquí comparados entre el análisis petrográfico y las barras de mortero son coincidentes. La presencia en el agregado de distintas variedades de sílice, rocas o minerales argilizados, etc., fácilmente identificados en el microscopio de polarización indican que dicho agregado es potencialmente reactivo.
2. En los casos analizados cuando aparecieron ceolitas en las barras de mortero, el agregado resultó ser potencialmente reactivo según el ensayo ASTM C-227. Sin embargo se han encontrado barras con agregados reactivos sin presencia de ceolitas, (especialmente en aquellas de reacción lenta), atribuyéndose este fenómeno, entre otros factores, a la falta de tiempo.
3. Otra característica que presentan en algunos casos las barras con expansión es el microfisuramiento, en general las fracturas atraviesan los clastos y están rellenas con un material anisótropo.
4. En las barras con agregados inocuos, si bien puede observarse fisuramiento, estas fracturas son mucho más finas y se distribuyen al azar en la pasta, pudiendo corresponder al agrietamiento propio de fraguado del cemento. Estas microfisuras están siempre vacías.
5. Los contactos entre los clastos inocuos y la pasta son netos, en cambio en las barras que resultaron con expansión se observan bordes de reacción, algunos clastos presentan senos de corrosión.
6. En las muestras de agregados finos reactivos no se observan fisuras en la pasta pero sí clastos ceolitizados o cavidades rellenas por estos minerales. En cambio en las de agregados gruesos hay gran cantidad de fisuras inclusive atravesando clastos, pero sólo en dos canteras se observó ceolita.

Agradecimientos

Al Ing. Oscar Batic y al personal de su laboratorio por la realización del método de la barra de mortero para la determinación de la reactividad alcalina potencial. A la CIC y al CONICET por el apoyo brindado y al PLAPIQUI por facilitarnos el uso del microscopio petrográfico.

Referencias

- ASTM C-227. "Standard test method for potential alkali reactivity of cement-aggregate combinations (Mortar-bar method)". p. 148-153. (1981).
- ASTM C-295. "Standard practice for petrographic examination of aggregates for concrete. (1979).
- P. J. Maiza, S. A. Marfil, J. D. Sota y O. R. Batic. "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. Bahía Blanca. Actas. pag. 697-709. (1988).
- S. A. Marfil. "La reacción álcali-agregado. Investigación de la reactividad potencial de los agregados con los álcalis del cemento utilizados en Bahía Blanca y su zona de influencia". Tesis Doctoral. Biblioteca Central UNS. Bahía Blanca. (1990).