

ANÁLISIS PETROGRÁFICO DE LAS ARENAS DEL SUR DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. FACTIBILIDAD DE SU USO COMO AGREGADO EN HORMIGÓN

**Berezosky, Juan José^{1, 2, 3}; Marfil, Silvina^{2, 3};
y Lescano, Leticia^{2, 3}**

¹ Dirección Nacional de Vialidad 19° Distrito. Montevideo 366. Bahía Blanca.
jberezosky@vialidad.gob.ar

² CGAMA-CIC-UNS.
smarfil@uns.edu.ar

³ Dpto. de Geología. UNS. San Juan 670. Bahía Blanca.
leticia.lescano@uns.edu.ar

Palabras claves: áridos, reactividad, hormigón.

Resumen

Las arenas naturales utilizadas como agregado fino en el sur de la provincia de Buenos Aires están constituidas predominantemente por rocas volcánicas (hasta un 46%), de las cuales, un gran porcentaje presenta pastas vítreas (frescas y alteradas). Es frecuente también la presencia de trizas de vidrio volcánico y en menor medida de calcedonia. Estos componentes, pueden provocar reacciones deletéreas cuando son utilizados en hormigones con contenidos considerables de álcali y exposición constante a períodos de humedad.

En el presente trabajo se relevaron y muestrearon nueve canteras comercialmente activas ubicadas en proximidades de las localidades de Claromecó, Orense, Necochea, Médanos, Villalonga y Río Colorado. Se realizó un análisis granulométrico según norma IRAM 1627 y el correspondiente estudio petrográfico según lo establecido en la norma IRAM 1649. Se analizó la composición modal en cada fracción y se determinaron las especies potencialmente reactivas frente a la reacción álcali - sílice en el hormigón según las especificaciones de la norma IRAM 1512.

1. Introducción

Los pavimentos diseñados en la actualidad necesitan alcanzar valores de resistencia acordes a las exigencias del tránsito por lo que es común encontrar hormigones con cantidades significativas de cemento. Esto trae aparejado un incremento en el contenido de álcalis totales y por lo tanto más posibilidades de reaccionar con agregados potencialmente reactivos.

En trabajos previos se estudió la potencial reactividad frente a la reacción álcali - sílice (RAS) de algunas canteras del sur de la provincia de Buenos Aires utilizando ensayos físicos y petrográficos. La expansión medida en barras de mortero [1], superó ampliamente los límites máximos permitidos [2], [3], [4], evidenciando así una problemática frecuente en esta parte de la provincia.

La norma IRAM 1649 [5], establece el procedimiento que se debe seguir para evaluarlos agregados (gruesos y finos) en lo que se refiere a su uso como componente del hormigón. Para la evaluación de arenas naturales el material debe tamizarse utilizando tamices 4,75 mm, 2,36 mm, 1,18 mm, 0,600 mm, 0,300 mm y 150 mm (análisis granulométrico, [6]). Para el estudio petrográfico se deben analizar como mínimo 500 partículas en cada una de las fracciones. Se elabora una tabla con el porcentaje retenido en cada fracción y luego se pondera por el porcentaje en peso que representa cada fracción en el total de la muestra.

La norma IRAM 1512 [7] fija el contenido máximo de sustancias potencialmente reactivas frente a la reacción álcali-sílice (RAS) (Tabla 1). Además establece que cuando el agregado contenga más de uno de estos componentes debe considerarse potencialmente reactivo independientemente del porcentaje en el que se presente.

Tabla 1: Minerales y rocas potencialmente reactivos (IRAM 1512)

Reacción	Minerales / Rocas	Contenido máximo (%)
Reacción álcali-sílice (RAS)	Cuarzo fuertemente tensionado, microfracturado	5,0
	Cuarzo microcristalino (tamaño de grano promedio menor que 62 µm)	
	Ftanita, chert	3,0
	Calcedonia	
	Tridimita	
	Cristobalita	1,0
	Ópalo	0,5
Vidrio volcánico contenido en rocas volcánicas	3,0	

2. Materiales y métodos

Se relevaron y muestrearon nueve canteras de arena en explotación, proveedoras de agregado fino en el sur de la provincia de Buenos Aires según lo establecido en la norma IRAM 1509 [8]. Las mismas se tomaron por ser las más utilizadas en las principales obras de hormigón localizadas en los alrededores de la ciudad de Bahía Blanca. Su ubicación se observa en la Figura 1 según el siguiente detalle: 1) en proximidades de Quequén (Necochea), 2) en Claromecó, 3) en el balneario de Orense, 4) 5) y 6) al noroeste de la localidad de Médanos, 7) en Villalonga y 8) y 9) próximas a la ciudad de Río Colorado. Se tomaron muestras representativas provenientes de los acopios y se tamizaron de acuerdo a lo establecido en la norma IRAM 1627 [6]. Se analizó la composición petrográfica-mineralógica según la norma IRAM 1649 [5] y se evaluó su potencial utilización como agregado para hormigón de acuerdo a los requerimientos de la norma IRAM 1512 [7], haciendo hincapié en la reacción álcali-sílice, siendo esta una problemática vinculada al deterioro prematuro de los pavimentos de hormigón.

Para ello se utilizó un juego de tamices Macotest ASTM Nros. 10,18,30,60 y 100 de abertura cuadrada para la granulometría y un estereomicroscopio Olympus, trinocular SZ-PT, para el análisis petrográfico.

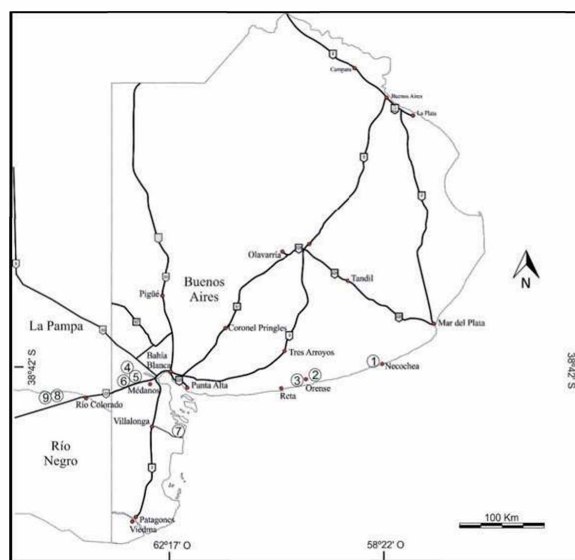


Figura 1: Mapa de ubicación de las canteras de agregados finos

3. Resultados y discusión

Las canteras se agruparon en tres sectores: este (1, 2 y 3), central (4, 5, 6 y 7) y oeste (8 y 9).

De los resultados del análisis granulométrico (Figura 2) se puede observar que las arenas estudiadas arrojan predominio en la fracción retenida en el tamiz ASTM N° 60 en los tres sectores (Figura 2a, b y c). Los porcentajes varían entre 26% y 55% aunque 8 de las 9 canteras retienen entre el 40% y 55% del total de su granulometría en esta fracción. También

se puede observar que solo la granulometría de las arenas de la cantera 4 se encuentra comprendida dentro de los límites establecidos en la norma IRAM 1627 para las curvas A y B; mientras que las arenas de la cantera 5 no cumplen con dichos límites (muy gruesa). De igual modo, si se tiene en cuenta que la norma permite un exceso sobre la curva B (para hormigones con control de calidad en obra), pero sin sobrepasar los límites de la curva C, no quedarían fuera de la norma ninguna de las arenas. Analizando la Figura 2a, se puede observar que en el sector Este, las arenas son muy similares, con un quiebre en los pasantes de las fracciones más finas. En la Figura 2b, se observa que las granulometrías son bastante disímiles entre ellas. La arena de la cantera 5 posee un 67% de su retenido en la malla mayor a 2 mm y cae por debajo de la curva A, mientras que la arena de la cantera 7 supera por encima el límite de B. Las canteras 4 y 6 son similares, siendo la segunda de una granulometría más fina. La granulometría de las arenas de la figura 2c está entre los otros dos grupos y también se asemejan entre ellas. Es reconocible visualmente la finura presentada por estos agregados (módulo de finura entre 1,6 a 2,2), donde se verifica un quiebre notorio en los retenidos de los extremos de las curvas.

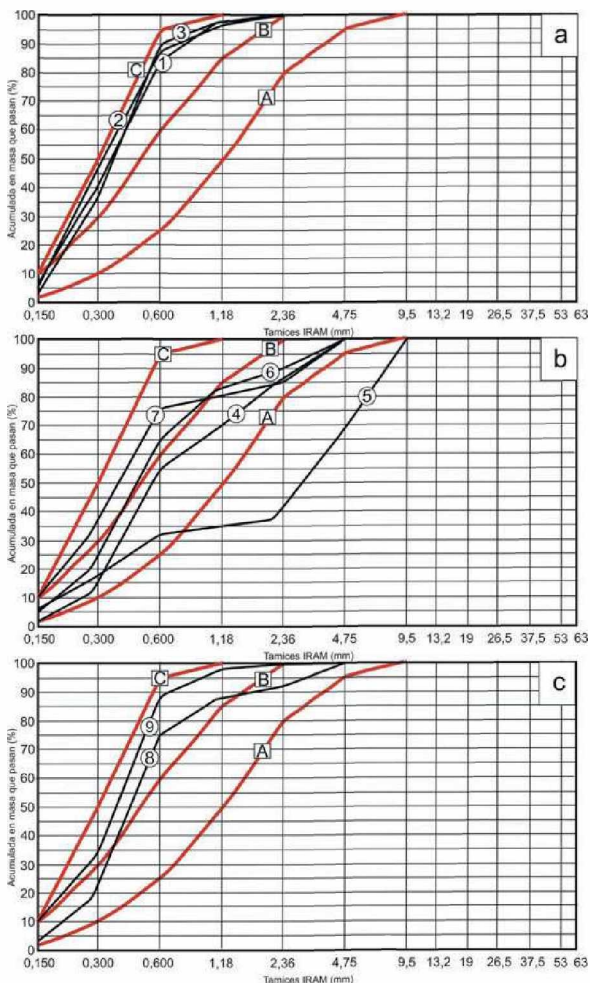


Figura 2: Curvas granulométricas de las arenas analizadas. A, B y C curvas límite según norma IRAM 1627 [6]. a: sector este. b: sector central. c: sector oeste.

Respecto a la petrografía, en la Tabla 2 se puede observar que los agregados estudiados poseen una diversidad composicional de rocas y minerales aunque muy similares si se dividen por su ambiente de deposición y ubicación geográfica. Así las arenas del sector este, poseen valvas carbonáticas y elevado contenido de cuarzo (entre 58% y 70%), mientras que las arenas del sector centro contienen tosca y terrones blandos y las del sector oeste porcentajes considerables de rocas graníticas. Para el presente trabajo se analizó la petrografía de las arenas con los requerimientos estipulados en la norma IRAM 1649 [5], haciendo hincapié principalmente en los requisitos dispuestos en la norma IRAM 1512 [7] para sustancias potencialmente reactivas. Respecto a las sustancias perjudiciales, se puede mencionar que el porcentaje de conchillas encontradas en algunas arenas (sector este), no alcanza el máximo fijado por la norma (30 %). Lo mismo ocurre con el contenido de "otras sustancias perjudiciales" (por ejemplo terrones blandos). Como componentes potencialmente reactivos se identificó vidrio volcánico, con contenidos que varían entre < 0,1 y 6%, registrándose los porcentajes más altos en el sector oeste del área estudiada (canteras 8 y 9). Puede destacarse que un gran porcentaje de vidrio volcánico se encuentra como constituyente de las pastas de las rocas volcánicas [9] las cuales están presentes en la totalidad de las canteras alcanzando en el sector centro hasta un 46%. Se identificó además calcedonia en algunas canteras aunque su contenido es muy bajo (< 1%). En las Figuras 3, 4 y 5 se muestra las características petrográficas y morfológicas de la fracción más abundante (retenido tamiz ASTM N° 60) para los sectores este, centro y oeste respectivamente.

VER Tabla 2: PAGINA SIGUIENTE

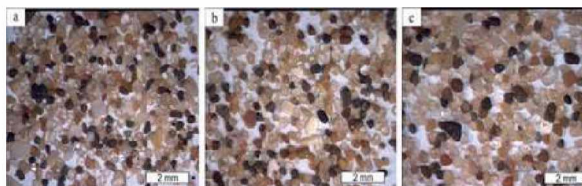


Figura 3: Composición y morfología del material retenido en el tamiz ASTM N° 60 visto con estereomicroscopio. Sector este. a: cantera 1. b: cantera 2. c: cantera 3

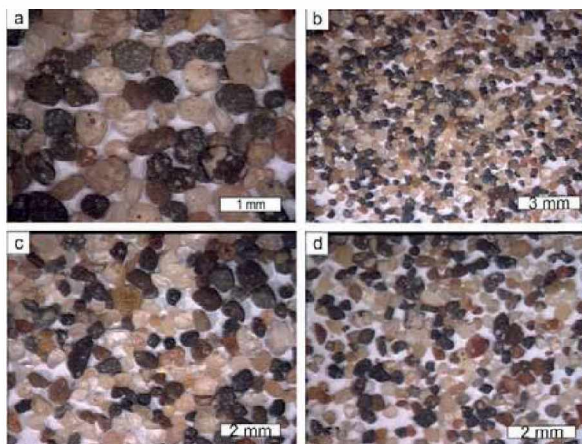


Figura 4: Composición y morfología del material retenido en el tamiz ASTM N° 60 visto con estereomicroscopio. Sector central. a: cantera 4. b: cantera 5. c: cantera 6. d: cantera 7

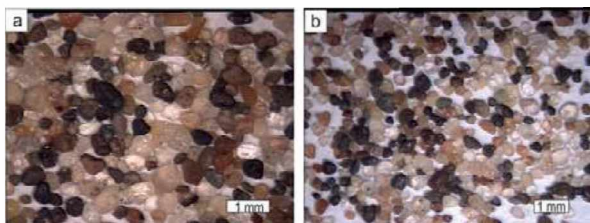


Figura 5: Composición y morfología del material retenido en el tamiz ASTM N° 60 visto con Estereomicroscopio. Sector oeste. a: cantera 8. b: cantera 9

La problemática de la reacción álcali-sílice es conocida en todo el mundo desde la década el 40. Produce el deterioro prematuro de estructuras de hormigón debido a la reacción entre la sílice lábil de los agregados y los álcalis. Estos últimos provienen principalmente del cemento aunque también pueden ser aportados por los agregados y por factores externos. Para que la reacción se desarrolle es necesario la presencia simultánea de tres factores: elevado contenido de álcali, agregados potencialmente reactivos y humedad relativa elevada.

Es por ello que la sola presencia de agregados potencialmente reactivos no implica que el hormigón sea afectado por RAS, aunque si se tiene en cuenta el tipo de estructura (pavimentos) y exposición, estos tendrán una influencia determinante en su desarrollo.

Como se mencionó anteriormente, en el sur de la provincia de Buenos Aires existen antecedentes, acerca de la potencial reactividad frente a la RAS de las arenas de la región de Bahía Blanca (denominadas sector central en el presente trabajo) debido al elevado contenido de vidrio volcánico (como trizas y contenido en las pastas de las

rocas volcánicas). Sin embargo las estructuras afectadas por esta patología son escasas y se pusieron en manifiesto en los últimos años (10 - 12 aproximadamente). Tomando estas como referencia, se amplió la región de estudio a otras canteras cercanas: sector este que abarca el área costera de Necochea Claromecú y Orense, y sector oeste, en proximidades a la ciudad de Río Colorado; ya que existen obras de similares características, dentro del sector de estudio en las que se utilizaron dichos materiales, sin manifestaciones considerables.

Por otra parte en trabajos previos se realizaron ensayos físicos (método acelerado de la barra de mortero para evaluar su potencial reactividad). Todassuperaron el límite máximo de expansión establecido por la norma IRAM 1674 [5] y [9]. Sin embargo, esta técnica de ensayo es muy agresiva (se trabaja con soluciones de NaOH 1N a 80°C) y es frecuente tener falsos positivos en los resultados. Es por ello, que como corroboración, se realizaron prismas de hormigón (IRAM 1700 [10]) que se encuentran en proceso de medición. Este ensayo consiste en el curado de probetas prismáticas de hormigón a 38° C durante 52 semanas, por lo que las condiciones de trabajo permiten obtener resultados más confiables, en especial en agregados de reacción rápida como es el caso de las arenas estudiadas.

Según la norma IRAM 1512 [7] si un agregado es considerado potencialmente reactivo según el examen petrográfico (como es el caso de las arenas estudiadas), es necesario realizar ensayos físicos. En la actualidad el más aceptado es el prisma de hormigón, aunque en términos prácticos el tiempo transcurrido para alcanzar un resultado genera una controversia.

La presencia de materiales potencialmente reactivos

Tabla 2: Análisis petrográfico de las arenas analizadas según norma IRAM 1649

COMPONENTES	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SECTOR	Este			Centro				Oeste	
Cuarzo	58,1	68,2	70,1	23,6	27,0	40,2	37,0	47,1	45,0
R. volcánicas básicas	14,5	6,1	12,8	23,8	11,8	16,1	9,1	9,8	21,2
R. volcánicas ácidas	1,2	0,9	2,0	22,5	9,3	23,2	5,3	6,4	9,9
Areniscas	3,1	5,1	4,4	10,6	26,9	14,9	18,6	13,7	0,1
Rocas graníticas	2,4	0,4	0,0	0,0	2,3	0,0	10,0	5,5	12,0
Cuarcitas	4,2	5,5	1,4	7,1	5,0	0,0	5,1	1,9	5,3
Tosca	0,0	0,0	0,0	6,2	4,0	1,4	0,3	0,5	0,3
Vidrio volcánico	0,8	1,5	<0,1	1,5	3,2	0,5	2,2	3,8	6,1
Calcedonia	0,1	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,1	0,0
Piroxenos + anfíboles	5,9	2,2	3,0	0,6	1,9	2,3	2,9	1,4	0,0
Minerales opacos	0,0	0,0	0,0	0,4	2,1	0,9	2,0	4,3	0,0
Valvas carbonáticas	9,7	10,1	5,9	0,3	0,0	0,0	2,8	0,0	0,0
Feldespatos	0,0	0,0	0,4	1,0	2,0	0,0	4,7	5,3	0,1
Terrones blandos	0,0	0,0	0,0	2,4	3,7	0,5	0,0	0,2	0,0
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

en un agregado, no lo descalifica en absoluto para su uso en hormigón. Es un objetivo primordial, alertar sobre la problemática para poder tomar las medidas necesarias al momento de elaborar una estructura, lo que permitirá garantizar una buena prestación durante su vida útil. Dentro de estas medidas se pueden considerar aquellas que contribuyan a inhibir o mitigar dicha reacción. Estas se establecen en la norma IRAM 1512 [7] y formarán parte de análisis posteriores a este trabajo.

4. Conclusiones

- Si bien todas las arenas estudiadas se califican como potencialmente reactivas frente a la RAS desde el punto de vista petrográfico, se observa un incremento en el contenido de vidrio volcánico (como partículas individuales) desde la zona este hacia el oeste. El contenido de este componente en las arenas de Necochea, Claromecú y Orense es bajo.
- El contenido de fragmentos de conchillas y sustancias perjudiciales de los materiales analizados no alcanzan los límites máximos estipulados por la norma IRAM 1512.
- Granulométricamente, las arenas estudiadas son en su mayoría finas (el mayor porcentaje se concentra en el retenido tamiz N° 60) aunque la mayoría de ellas se disponen dentro de las curvas límites fijadas por la norma IRAM 1627.
- Para confirmar la potencial reactividad de los agregados estudiados es necesario realizar el ensayo del prisma de hormigón (IRAM 1700).
- Se recomienda tomar medidas prescriptivas y/o prestacionales a fin de evitar el desarrollo de la RAS.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Dirección Nacional de Vialidad (Distrito 19), a la Universidad Nacional del Sur, al CGAMA-CIC por el apoyo brindado y a las canteras mencionadas por las muestras proporcionadas.

Referencias

- [1] IRAM 1674. Determinación de la reactividad alcalina potencial. Método acelerado de la barra de mortero, Instituto Argentino de Normalización, 14 p., 1997.
- [2] P. Maiza, S. Marfil. Estudio de cortes delgados sobre barras de mortero con agregados finos y gruesos utilizados en la zona de Bahía Blanca". Hormigón. N° 19, 31-39, 1991.
- [3] S. Marfil, P. Maiza. Los agregados utilizados en la construcción en la zona de Bahía Blanca". Sinergia 2004. XVII Congreso argentino de mecánica de suelos e ingeniería geotécnica. III Cong. Argentino de Presas y Aprovechamientos Hidroeléctricos. VII Simposio de Geología Aplicada a la Ingeniería y al Medio Ambiente. III Simposio Argentino de Mecánica de Rocas. Córdoba, 8 p., 2004.

- [4] J. Berezosky, D. Falcone, L. Lescano, L. Madsen, S. Marfil, P. Maiza. Comportamiento frente a la RAS de los materiales utilizados como agregado pétreo en la zona de Bahía Blanca, provincia de Buenos Aires. 21° Reunión Técnica y VII Congreso Internacional de la Asociación Argentina de Tecnología del Hormigón, Salta, 373-380, 2016.
- [5] IRAM 1649. Examen petrográfico de agregados para hormigón. Instituto Argentino de Normalización, segunda edición, 2008. 18 p.
- [6] IRAM 1627. Agregados. Granulometría de agregados para hormigones, IRAM, 23 p., 1997.
- [7] IRAM 1512. Agregado fino para hormigón de cemento, IRAM, 25 p., 2013.
- [8] IRAM 1509. Agregados para hormigones. Muestreo. Instituto Argentino de Normalización, segunda edición, 1987. 18 p.
- [9] J. Berezosky, D. Falcone, F. Locatti, L. Madsen, S. Marfil. Evaluación de la Potencial reactividad de arenas utilizadas como agregado fino en la zona de Bahía Blanca, provincia de Buenos Aires. 21° Reunión Técnica y VII Congreso Internacional de la Asociación Argentina de Tecnología del Hormigón, Salta, 373-380, 2016.
- [10] IRAM 1700. Agregados. Determinación del cambio de longitud en prismas de hormigón, debido a la reacción álcali-agregado, Instituto Argentino de Normalización, 16 p., 2016.