



## DESARROLLO DE LA REACCIÓN ÁLCALI – AGREGADO EN EL HORMIGÓN DE LA ROTONDA DE ACCESO A LA LOCALIDAD DE MÉDANOS, PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Juan J. BEREZOSKY<sup>1,2\*</sup>, Leticia LESCANO<sup>2,3</sup>, Silvina A. MARFIL<sup>2,3</sup>, Pedro J. MAIZA<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Vialidad Nacional, Distrito N° 19, Bahía Blanca, \*jberezosky@vialidad.gob.ar

<sup>2</sup> Dpto. de Geología - Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca

<sup>3</sup> CGAMA-CIC de la provincia de Buenos Aires

### RESUMEN

El hormigón del pavimento de la rotonda de acceso a la localidad de Médanos (provincia de Buenos Aires), fue diseñado para alcanzar una vida útil de 20 años de servicio, teniendo en cuenta varios factores determinantes como cargas, el clima, espesores, etc. A los 4 años de habilitado al tránsito, se observó que presentaba un avanzado estado de deterioro, evidenciado por el fisuramiento en forma de mapa, levantamiento de losas y desarrollo de productos de neoformación. En el presente trabajo se utilizaron métodos tendientes a determinar las causas del deterioro prematuro. Para ello se realizaron estudios petrográficos macroscópicos, con estereomicroscopio y microscopio óptico sobre muestras de hormigón. Se evaluó la composición de los agregados gruesos y finos, la interfase agregado – mortero y se identificaron productos de neoformación. El agregado grueso es una piedra partida granítica y el fino una arena natural en cuya composición predominan las rocas volcánicas (la mayoría con pastas vítreas). También se identificó vidrio volcánico como especie deletérea.

Los componentes líticos presentan coronas de reacción, evidencias de procesos de lixiviación y perturbación en la textura del mortero, lo cual concluye al enmascaramiento de los agregados. Es abundante el microfisuramiento del mortero, que en algunos casos, llega a afectar también al agregado grueso. Se concluyó que el deterioro prematuro del hormigón se debe al desarrollo de la reacción álcali-agregado (RAS), siendo la arena el componente reactivo.

**Palabras Clave:** pavimento, agregados, RAS.

### ABSTRACT

*Development of the alkali - silica reaction in the concrete of the access roundabout of Médanos town, province of Buenos Aires. The concrete of the pavement of the access roundabout of Médanos town (province of Buenos Aires) was designed for 20 years of service life. Several determinants factors such as traffic, climate, thickness, etc. were considered. At the age of 4 years, it was observed advanced deterioration, evidenced by “map cracking”, slabs rising and development of neoformation products. In the present work studies were carried out to determine the causes of premature deterioration. Petrographic studies of the concrete samples were carried out with stereomicroscope and optical microscope. The composition of the coarse and fine aggregates, the aggregate-mortar interface and neoformation products were evaluated. The coarse aggregate is a granite crush stone and the fine is natural sand composed mainly by volcanic rocks (most with vitreous pastes). Volcanic glass was also identified as a deleterious species. The lithic components present reaction rims, with evidence of leaching processes and disturbance in the mortar texture, which concludes with the masking of aggregates.*

Micro-cracking in the mortar is abundant, affecting in some cases the coarse aggregate. It was concluded that the premature deterioration of the concrete is due to the development of alkali-silica reaction (ASR), being the sand the reactive component.

**KeyWords:** pavement, aggregate, ASR.

## INTRODUCCIÓN

La reacción álcali-sílice se produce entre los álcalis ( $\text{Na}_2\text{O}$  y  $\text{K}_2\text{O}$ ) de la solución de poro del hormigón y ciertos materiales potencialmente reactivos de los agregados. Stanton (1940a, 1940b) y Stanton et al. (1942), fueron los primeros en establecer una descripción de esta patología que sirvió de base para otras investigaciones llevadas a cabo en todo el mundo.

Como consecuencia se produce una disminución en la resistencia, expansión considerable y desarrollo de un patrón de fisuramiento característico conocido como “map cracking” (en forma de mapa). También es característico el desarrollo de un “gel” síliceo, y coronas de reacción en los bordes de los agregados.

Para que se desarrolle la reacción es necesario la concurrencia de tres factores: agregados potencialmente reactivos, elevado contenido de álcalis y humedad relativa superior al 80 %.

La reacción álcali-agregado (RAA) se puede subdividir en dos tipos principales según la composición de los agregados involucrados, la reacción álcali-sílice (RAS), cuando intervienen materiales síliceos inestables en condiciones alcalinas, y la reacción álcali-carbonato (RAC), cuando intervienen agregados dolomíticos. A su vez, los agregados síliceos pueden producir reacciones de tipo lentas/diferidas si la tasa de reacción es baja (vinculada con el cuarzo tensionado y/o microcristalino), o reacciones de tipo rápidas si la tasa de reacción es elevada (cuando el agregado contiene variedades de sílice criptocristalina (ópalo, tridimita, cristobalita, calcedonia) y/o vidrio volcánico).

Existen antecedentes de estructuras de hormigón afectadas por la RAS en todo el mundo. En Argentina los primeros trabajos relacionados con la reacción álcali-agregado fueron realizados en la década del '50 en la ruta que une la ciudad de La Plata con el balneario Punta Lara (Fava et al. 1961).

En la zona de Bahía Blanca los primeros trabajos sobre la evaluación de la potencial reactividad de los agregados fueron realizados por Maiza et al. (1988), Marfil (1990), entre otros. También identificaron varias estructuras afectadas por esta patología (Marfil et al. 2001, Maiza y Marfil 2003, entre otros).

Los agregados gruesos de trituración utilizados actualmente para la construcción en la zona de Bahía Blanca provienen principalmente de dos canteras ubicadas en las sierras australes de la provincia de Buenos Aires, y las rocas que se explotan son cuarcitas y granitos. Estos últimos fueron los utilizados como agregado para el hormigón citado en este trabajo y ha sido motivo de estudio relacionado a su potencial reactividad frente a la reacción álcali-sílice. Berezosky et al. (2016a), determinaron que esta roca granítica no es reactiva con todos los méto-

dos de ensayo normalizados (físicos y petrográfico).

Los agregados finos pertenecen a depósitos fluviales con niveles arenosos y conglomerádicos. La potencia del nivel de rodados varía entre 80 cm y 2 metros, constituido por clastos bien redondeados de rocas predominantemente porfíricas. La matriz es arenosa y es muy abundante el carbonato de calcio que generalmente cementa los niveles superiores. Estos depósitos son probablemente coetáneos con los limos areno-arcillosos pleistocénicos adjudicados al Chapadmalense (García, J. y García, O. op cit.). En su composición prevalecen las rocas volcánicas cuya pasta se compone mayormente de vidrio volcánico. Además existe un porcentaje significativo de vidrio volcánico fresco (Berezosky et al. 2016b).

El objetivo del presente trabajo es determinar si las causas de deterioro prematuro del hormigón de la rotonda de acceso a la localidad de Médanos (a 45 km al oeste de la ciudad de Bahía Blanca sobre la R.N. N° 22), se deben a la generación de la reacción álcali-sílice a partir de los componentes del agregado fino utilizado.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se tomaron muestras del hormigón deteriorado de la rotonda y se realizaron estudios petrográficos de los agregados y del hormigón utilizando un estereomicroscopio Olympus trinocular SZ-PT y un microscopio Olympus, trinocular BH-2.

## RESULTADOS

El agregado grueso está constituido principalmente por una piedra partida granítica (> 95 %), color rosado, en cuya composición predomina el feldespato potásico, con plagioclasa y cuarzo subordinados. Los mafitos son biotita y anfíbol (hornblenda). La textura de la roca es granular hipidiomórfica. El resto (aproximadamente 5%) está constituido por un canto rodado polimíctico, natural, en cuya composición predominan las rocas volcánicas (andesitas y riolitas, la mayoría con pastas vítreas).

El agregado fino es una arena natural polimíctica, constituida principalmente por rocas volcánicas, tobas, cuarzo y areniscas síliceas y en menor proporción feldespatos, piroxenos, micas, areniscas carbonáticas (tosca) y minerales opacos.

El hormigón presenta claras evidencias de deterioro. Son abundantes las cavidades de aire accidental, las que en general se encuentran colmatadas por productos de neoformación (calcita, portlandita). Los agregados finos presentan coronas de reacción, con evidencias de procesos de lixiviación y perturbación en la textura del mortero. El producto de reacción formado en esta zona es amorfo, color ámbar y de fractura concoidea, característico de la RAS.

A nivel macroscópico se observa el típico fisuramiento en forma de mapa, con grietas dispuestas a 120° que parten de un mismo punto, y diferentes niveles de apertura. Éstas no solo afectan al mortero sino también a algunas partículas del agregado grueso.

En secciones delgadas se observó que la roca granítica está constituida por grandes fenocristales de feldespato potásico (ortosa), subhedrales, con procesos de desmezcla, (principalmente peritización), de tamaño de grano de hasta 0,5 mm, con plagioclasa subordinada (oligoclasa). El cuarzo es anhedral y tiene extinción ondulante, aunque su ángulo es bajo (< 17°). Como minerales máficos se identificó biotita y anfíbol (hornblenda). Los minerales accesorios son apatito y circón (este último en muy baja proporción). Los principales procesos de alteración que afectan a la roca son cloritización y desferización de los mafitos, escasa epidotización y argilización en los feldespatos. La textura es granular hipidiomorfa. Se identificó cuarzo anhedral, fino, de tamaño promedio 50 µm, con extinción ondulante.

En el agregado fino se identificaron rocas volcánicas porfíricas (andesitas y riolitas), cuarcitas, tobas, cuarzo, feldespato, areniscas carbonáticas (tosca), minerales opacos, micas, piroxenos y trizas de vidrio. Las vulcanitas están alteradas (desvitrificadas y argilizadas).

## DISCUSIÓN

Los Pliegos de Especificaciones Técnicas que rigen para la construcción de obras viales nacionales, condicionan el uso de agregados potencialmente reactivos a partir del contenido de álcalis del cemento portland. Estudios previos a este trabajo mencionan que todas las arenas naturales utilizadas en la zona de Bahía Blanca, son potencialmente reactivas frente a la RAS, según el ensayo acelerado de la barra de mortero (IRAM 1674) y el análisis petrográfico (IRAM 1649).

Si bien existen antecedentes del desarrollo de esta patología en pavimentos y otras estructuras de hormigón en la región, no se conocen registros tan prematuros. A partir de estos resultados se considera necesario analizar los otros dos factores desencadenantes de la RAS (contenido de álcalis y humedad relativa).

## CONCLUSIONES

- El pavimento de hormigón de la rotonda de acceso a la localidad de Médanos, sobre la ruta Nacional N° 22 muestra un avanzado estado de deterioro debido al desarrollo de la reacción álcali-sílice.
- Se manifiesta con un intenso desarrollo de fisuras en forma de mapa, la mayoría rellenas con productos de reacción.
- La textura del mortero está obliterada por el desarrollo de minerales de neoformación (geles, ettringita, calcita y portlandita).

gita, calcita y portlandita).

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al 19° Distrito de la D.N.V., al CGAMA, a la Comisión de Investigaciones Científicas de la Prov. de Bs. As. y a la Universidad Nacional del Sur, por el apoyo brindado.

## LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Berezosky J., Falcone D., Lescano L., Madsen L., Marfil S., Maiza P., 2016a. Comportamiento frente a la RAS de los materiales utilizados como agregado pétero en la zona de Bahía Blanca, provincial de Buenos Aires. 21° Reunión Técnica y VII Congreso Internacional de la AATH, Salta, octubre de 2016, 373-380.
- Berezosky J., Falcone D., Locati F., Madsen L., Marfil S., 2016b. 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 AATH, Salta, octubre de 2016, 357-364.
- Fava A.S.C., Manuele R.J., Colina J.F., Cortezzi C.R., 1961. Estudios y experiencias realizadas en el LEMIT sobre la reacción álcali-agregado que se produce entre el cemento y los agregados, en el hormigón de cemento portland. LEMIT, Serie II, N° 85, pp. 313-349.
- García J. y García O., 1964. Hidrogeología de la región de Bahía Blanca. Boletín N° 96. Dirección Nacional de Geología y Minería. Buenos Aires.
- Maiza P., Marfil S., 2003. Evolución de los pavimentos de concreto afectados por la reacción álcali-sílice (RAS) en la ciudad de Bahía Blanca (Provincia de Buenos Aires, Argentina). 10° Congreso Geol. Chileno. Concepción. Chile. 8 pp.
- Maiza P., Marfil S., Sota J., Batic O., 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. II Jornadas Geológicas Bonaerenses.
- Bahía Blanca. Actas: 697 709.
- Marfil, S., 1990. La reacción álcaliagregado. Investigación de la reactividad potencial de los agregados con los álcalis del cemento, utilizados en Bahía Blanca y su zona de influencia. Tesis Doctoral. Universidad Nacional del Sur. 289 pp.
- Marfil S., Maiza P., Salomón R., 2001. ASR Induced Blow-up in an Urban Concrete Pavement (Bahía Blanca-Argentina). The International Journal of Pavement Engineering. UK, 2 (4): 271-276.
- Priano C., 2011. Evaluación del estado de conservación de los hormigones en ambientes urbanos, rurales y marinos de la ciudad de Bahía Blanca y su zona de influencia. Tesis Doctoral. Universidad Nacional del Sur. 289 pp.
- Stanton, T.E., 1940a. Expansion of Concrete Through Reaction Between Cement and Aggregate. Proceedings of the American Society of Civil Engineers 66 (10): 1781-1811.
- Stanton, T.E., 1940b. Influence of Cement and Aggregate on



XX CONGRESO GEOLÓGICO ARGENTINO  
7-11 de agosto de 2017 | San Miguel de Tucumán



Concrete Expansion. Engineering News-Record 124 (5): 59-61.  
Stanton, T.E., Porter, O.J., Meder, L.C., Nicol, A., 1942. Cali-

fornia Experience with the Expansion of Concrete Through Reaction Between Cement and Aggregate. Journal of the American Concrete Institute 38: 209-236.