

# Susceptibilidad a la corrosión de agregados pétreos para hormigón a partir del estudio sobre superficies pulidas

P. J. Maiza  
R. C. Salomón  
S. A. Marfil

Dpto. de Geología. Universidad Nacional del Sur.  
San Juan 670. 8000-Bahía Blanca.  
E-mail: smarfil@criba.edu.ar

## ABSTRACT

The susceptibility to corrosion of quartzose sandstone in alkaline medium was study. It is known that it is a highly reactive material when it is used in concrete of portland cement.

Corrosion tests were made over polished surfaces to analyze the rock damage, reaction velocity and the identity of the corroded minerals.

Samples were corroded with a NaOH 1N solution at 80 °C, and the evolution of reaction was study by means a polarization microscope, which allows to record an image each seven hours in the same section. The results were treated statistically using multivariate analyses over the pixel luminosity of digitalized images. It was performed a covariance matrix from the data matrix and the principal components were calculated. The results were plotted in a 3D graphic where it is possible to notice the relief sample, which reflects the differential attack in different sectors. The upper dots correspond to quartz grains and the depressed zones to the opaline cement. Later, a map with the isoluminosity curves were made to show reaction zones.

The application of this method to different minerals and rocks is proposed with the aims to evaluate preliminary the potential reactivity in aggregates used in concrete and to know which are the materials responsible of damage in hardened concrete.

## INTRODUCCION

El conocimiento de la susceptibilidad al ataque en medio alcalino de los diferentes minerales y rocas es de fundamental importancia para establecer su comportamiento cuando son utilizados como agregados en hormigones de cemento portland. Las principales especies deletéreas son las variedades de sílice pobremente cristalizada y el vidrio volcánico los que reaccionan con los álcalis del cemento y desarrollan minerales del grupo de las ceolitas provocando expansiones que fisuran el hormigón.

Los ensayos de rutina normalizados para evaluar la reacción álcali-sílice son lentos. El método físico aceptado universalmente (ASTM C-227), que mide la expansión de barras de mortero, necesita 6 meses para obtener un resultado confiable. Existe un método acelerado (ASTM C-1260-94), que utiliza un medio mucho más agresivo, que reduce el tiempo a 16 días. El método químico (ASTM C-289), se basa en evaluar la sílice disuelta cuando la muestra es sumergida en una solución de NaOH 1 N a 80 °C durante 24 horas.

En un trabajo previo (Marfil *et al.* 1998), se estudió la corrosión superficial de una roca cuarcítica mediante el estudio estadís-

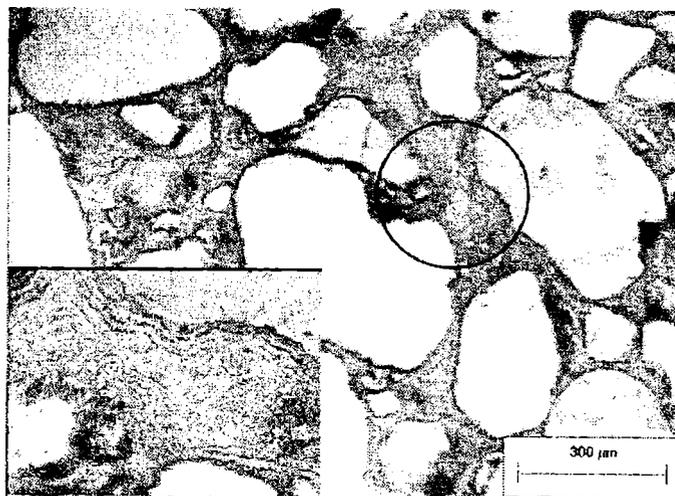


Figura 1. Fotomicrografía de la arenisca, luz paralela. En el detalle se muestra el cemento de cristobalita y ópalo.

tico de imágenes de SEM, con el propósito de detectar diferencias significativas entre ellas y luego calcular el volumen virtual para cuantificar el material lixiviado.

En el presente trabajo se propone un método de estudio de la corrosión superficial para evaluar en forma rápida la degradación, velocidad de reacción y tendencias dentro de la roca. Este ensayo permite tener una idea preliminar de la potencial reactividad de un agregado pétreo silíceo así como determinar la posible degradación en un hormigón endurecido.

## MATERIALES Y METODOS

Se trabajó con una arenisca cuarcosa de conocida reactividad alcalina potencial. Se estudio su composición mineralógica con microscopio petrográfico y difracción de rayos X. Se utilizó un sistema microscópico Olympus, con procesador de imágenes integrado con un estereomicroscopio Olympus trinocular SZ-PT; microscopio petrográfico Olympus trinocular BH2-UMA, con una cámara de video Sony 151 AP incorporada, monitor de alta resolución y procesador de imágenes Image Pro Plus versión 3.1 y un difractor de rayos X Rigaku, D-max III-C, con radiación de Cu Ka y monocromador, con 35 Kv y 15 mA computarizado.

Para el estudio estadístico se trabajó con el método de componentes principales de análisis multivariado, que consiste en simplificar la estructura de los datos de forma tal que enfatice el patrón de mayor variación en sus respuestas a través de una combinación lineal de las variables originales (Cuadras 1981; Johnson *et al.* 1982). El programa utilizado para el cálculo de las componentes principales fue realizado en el Dpto. de Matemática de la UNS por

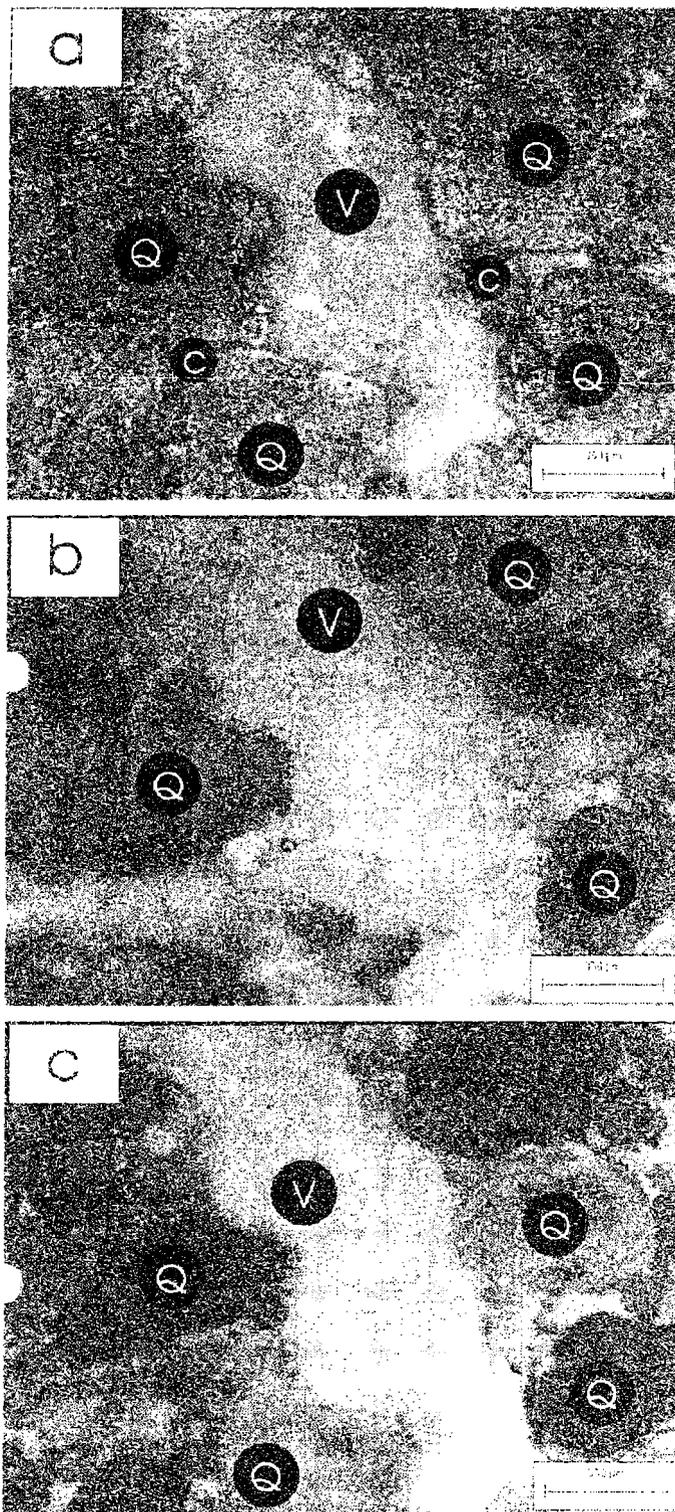


Figura 2. Fotomicrografías de la arenisca (con luz reflejada). 1a: muestra natural. 1b: luego de 7 horas de tratamiento; 1c: a las 14 horas; V: venilla de cuarzo; Q: clastos de cuarzo; C: cemento de cristobalita y ópalo.

el grupo de la Dra. N. Winzer. El programa utilizado para el procesamiento de las imágenes fue realizado por los autores del presente trabajo.

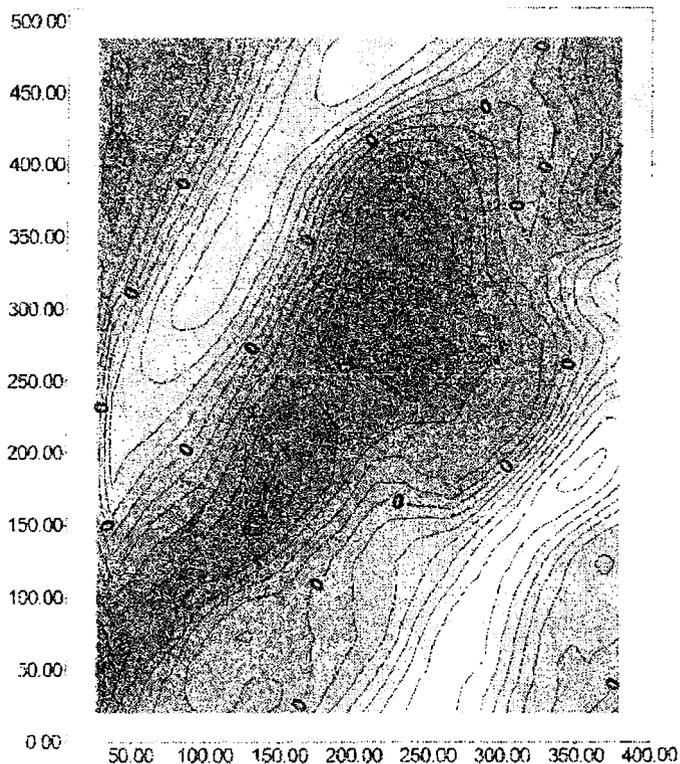


Figura 4. Curvas de isoluminosisidad de la figura 3.

Correlación entre las variables y los primeros componentes

	CP1	CP2	CP3
	-0.79101	-0.61164	-0.01425
	-0.91534	0.15408	0.37205
	-0.95683	0.18780	-0.22184

La primer componente resalta los puntos de luminosidad que tienen mayor asociación y permite reconstituir una nueva imagen virtual en 3 dimensiones que refleja el «relieve» de la superficie atacada (Figura N° 3).

En la figura 4 se representa el mapa de isoluminosisidad donde se visualiza claramente las zonas con mayor corrosión. Si comparamos el mapa virtual con las imágenes de las superficies pulidas de la roca de la figura 2, se puede concluir que las zonas de mayor ataque corresponden al cemento opalino y las zonas más elevadas en el diagrama pertenecen a la venilla de cuarzo.

## CONCLUSIONES

El método propuesto permite determinar los componentes de la roca que reaccionarán al ser incorporados al hormigón en un lapso corto de tiempo.

Si bien la roca analizada estaba calificada previamente como un agregado altamente reactivo, (característica que quedó confirmada al no soportar la tercera etapa del ensayo), se determinó que la sílice criptocristalina (ópalo) y la cristobalita, son los principales componentes que se lixivian rápidamente. Los clastos constituidos por granos de cuarzo, agregados de cuarzo microcristalino y las venillas de cuarzo, no evidencian modificaciones superficiales por el tratamiento.

Si bien este método no pretende sustituir a los ya normalizados y de uso corriente, puede constituirse en un test rápido y orientativo previo al análisis de agregados para hormigón.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a la CIC de la Prov. de Buenos Aires, al CONICET y a la UNS por el apoyo brindado.

## LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- ASTM C227/94. Book of Standards, 1995. 04.02. 134.
- ASTM C289/94. Book of Standards, 1995. 04.02. 153.
- ASTM C1260/94. Book of Standards, 1995. 04.02. 652.
- Cuadras, C. M., 1981. Métodos de Análisis Multivariante. EUNIBAR. Barcelona. 642 pp.
- Johnson, R. A. and Wichern, D. W., 1982. Applied Multivariate Statistical Analysis. Prentice Hall (N.J.), 335 pp.
- Marfil, S. A.; Maiza P. J. y Salomón R. C., 1998. Evaluación de la corrosión superficial de un agregado cuarcítico en un medio alcalino mediante el estudio estadístico de imágenes digitalizadas. Hormigón. N° 32. 11-16.