

DISTRIBUCIÓN DE ARCILLAS EXPANSIVAS EN FRAGMENTOS DE BASALTO TRITURADO

Maiza, P. J.¹; Salomón, R. C.²; Marfil, S. A.³ y Batic, O. R.⁴

1. Dpto. de Geología-UNS/CONICET. San Juan 670. 8000 B. Bca. TE 0291-4595184. FAX 0291-4595148. email: pmaiza@uns.edu.ar.
2. CIC/Dpto. de Geología UNS. email: rsalomon@criba.edu.ar
3. Dpto. de Geología UNS/CIC. email: smarfil@criba.edu.ar
4. CIC-LEMIT. TE 0221-4831142/44. FAX 0221-4250471. e-mail: orbatic@netverk.com.ar.

Palabras clave: basalto – esmectitas – expansión.

RESUMEN

Se analizó un agregado triturado procedente de una cantera de la Prov. de Corrientes que estuvo almacenado un año en estibas.

La roca es un basalto toleítico constituido por plagioclasa, sanidina, piroxenos, minerales opacos y relictos de vidrio volcánico parcialmente desvitrificado. En algunos sectores el vidrio desarrolló un proceso de alteración a minerales arcillosos (esmectita), incipiente en la zona interna del clasto y más intenso hacia las áreas externas. Se observó un halo periférico en el contorno de los clastos, producido por el intemperismo.

Para identificar la montmorillonita, se utilizó el método de tinción con azul de metileno, que permitió reconocer su distribución y determinar los porcentajes modales. Estos son en promedio: núcleo 3.88 %; zonas periféricas 14.93 %.

Para estudiar el carácter reactivo frente a la RAS se aplicó el método acelerado de la barra de mortero IRAM 1674 y se vinculó con la petrografía del agregado.

INTRODUCCIÓN

Las rocas basálticas trituradas son frecuentemente utilizadas como agregado grueso, en hormigón. Por sus características litológicas y propiedades físicas su comportamiento se considera aceptable

1. Profesor titular Dpto. de Geol. UNS. Inv. Principal CONICET
2. Técnico Principal. CIC.
3. Inv. Independiente CIC. Prof. Adjunto Dpto. de Geol. UNS
4. Investigador Principal CIC. Prof. UNLP

Existen numerosas contribuciones que analizan la mineralogía de las rocas basálticas desde el punto de vista de su aptitud para usarlas como agregados gruesos, entre las que pueden citarse [1,2,3].

Sin embargo se conoce que pueden existir componentes deletéreos que deben ser evaluados antes de decidir su utilización. [4,5,6,7,8].

Yacimientos de este tipo de rocas se hallan distribuidos en todo el territorio argentino. Su litología es variable, principalmente en cuanto a texturas y presencia de vidrio volcánico con distinto grado de alteración. Influye claramente la edad de las coladas involucradas ya que en las más antiguas es más probable el desarrollo de especies deletéreas, debido a que ha avanzado el proceso de desvitrificación con desarrollo de minerales arcillosos en algunos casos expansivos.

Otro factor a tener en cuenta es que los componentes primarios de la roca basáltica son metaestables como por ejemplo el vidrio volcánico y por lo tanto deleznable. Los componentes amorfos, se transforman con mayor velocidad posibilitando su destrucción y erosión en climas templado – húmedo y con lluvias abundantes, buen drenaje o factibilidad de infiltración.

Si el material basáltico es obtenido por voladuras, luego triturado y almacenado a la intemperie, sufrirá procesos de meteorización que se intensificarán y evolucionarán desde la superficie hacia el interior del fragmento rocoso llegando, si el tiempo es suficiente, a alterarse totalmente perdiendo sus propiedades físicas y características mecánicas.

Existen ejemplos en la Mesopotamia y en el sur de Brasil de basaltos, que luego de explotados, se deterioran totalmente como consecuencia de la esmectita diseminada en la masa de la roca.

Desde el punto de vista mineralógico y geoquímico es posible que los iones se lixivien, algunos de los cuales migran (elementos alcalinos y alcalino térreos), otros se concentran (Si, Al, Ti) y generan especies de neoformación especialmente minerales arcillosos. Si el medio es suficientemente ácido, se produce una fuerte lixiviación quedando como producto final caolín, sílice (como ópalo, cristobalita o tridimita) y óxidos de hierro y titanio. Si el medio es neutro o alcalino, en lugar del caolín, cristalizan esmectitas, principalmente montmorillonita.

El objetivo de este trabajo es estudiar la presencia de minerales arcillosos, en particular montmorillonita, cuantificarla y vincular la incidencia que tiene en la reacción deletérea con los álcalis (RAS).

MATERIALES Y MÉTODOS

Para llevar a cabo el estudio propuesto se utilizó la fracción 12.7-19.0 mm de un basalto toleítico de una cantera de la Prov. de Corrientes, triturado aproximadamente 1 año antes obtenido en una pila de acopio del yacimiento.

El intemperismo a que se vio sometido el agregado desarrolló en los clastos de roca una zona externa de alteración de algunos mm de espesor, donde se concentraron minerales de neoformación que se comportan como adherencias superficiales, parcialmente deleznable.

Para el estudio por difracción de rayos X se extrajo el material arcilloso de la roca totalmente pulverizada. Luego se colocó en agua destilada y se dispersó con ultrasonido (a 35 KHz/10 min). Se dejó decantar hasta separar el material suspendido con tamaño menor o igual de 2 μ , del líquido. Se sometió a centrifugación, se separó el sólido y se preparó un extendido sobre portamuestra de vidrio. Se utilizó un difractómetro Rigaku D-max III-C, con radiación de Cu K α y monocromador de grafito, con 35 Kv y 15 mA.

El estudio por microscopía de polarización, se realizó utilizando secciones delgadas habituales. Para aplicar el método de tinción propuesto por Maiza et al. (2005) [9], se usaron otras secciones sin cubrir.

Para la captura y digitalización de imágenes, se trabajó con un microscopio de polarización Olympus trinocular BH2-UMA, con cámara de video Sony 151 AP incorporada, monitor de alta resolución y procesador de imágenes Image Pro Plus versión 3.1

La tinción se realizó utilizando una solución al 5 % de ferrocianuro férrico (azul de metileno). La muestra, adelgazada a 20 micrones de espesor aproximadamente, se trata con una solución de SO₄H₂ durante 1 minuto y luego con el azul de metileno durante 2 minutos. Se lava con agua a 50 °C, cinco o más veces y luego con agua fría y se cubre.

El azul de metileno es fijado sólo en los sectores donde la muestra contiene montmorillonita. Se observa un color azul con intensidad variable que depende de la cantidad de arcilla presente.

Se utilizó un soft que permite determinar la cantidad de montmorillonita presente a través del porcentaje del área pintada en el campo del microscopio. Su precisión está condicionada por la homogeneidad de la muestra, debiendo definir el número de campos visuales que es necesario evaluar para obtener un resultado confiable.

Los estudios para determinar el comportamiento del basalto frente a la RAS se realizó utilizando el método acelerado de la barra de mortero especificado por la norma IRAM 1674 [10], para lo cual se tritura la roca a tamaño arena.

RESULTADOS

Petrografía

La roca está constituida por abundantes tablillas de plagioclasa (oligoclasa) subhedrales, con sus bordes corroídos y sanidina intersticial, alojando, en los interespacios, granos de piroxenos, minerales opacos (principalmente magnetita y hematita) y relictos de vidrio volcánico parcialmente desvitrificado. (Figura 1a (con nicoles cruzados)). En algunos sectores, asociados con el vidrio volcánico cristalizó nefelina. En el núcleo de los fragmentos analizados, se visualizó un proceso de alteración incipiente, que se intensifica hacia las áreas externas de los mismos.

En la Figura 1b se muestra la zona periférica intensamente argilizada. La Figura 1c corresponde al sector central.

Tinción de las muestras

Como la muestra es muy homogénea se confeccionaron tres secciones delgadas conservando la zona externa dentro de las posibilidades de la preparación. Si el fragmento es de mayores dimensiones deberán prepararse dos secciones delgadas: una interna y otra externa.

En la Figura 1d se muestra la coloración por tinción que tomó la sección, vista con estereomicroscopio; claramente desarrolló un anillo externo teñido que bordea a un núcleo casi sin colorearse.

El color es fijado por la montmorillonita debido a su capacidad de intercambio catiónico, activada por el tratamiento ácido antes de ponerla en contacto con azul de metileno. En las Figuras 1e y f se muestra, con microscopio de polarización, las zonas teñidas del núcleo y periferia respectivamente.

Cuantificación de las zonas teñidas:

Las esmectitas de las muestras teñidas fueron identificadas mediante un software, cuantificándose el material coloreado.

Los valores promedios obtenidos para el borde de la muestra y para el núcleo realizada sobre 5 campos microscópicos (luz paralela) para cada caso, promediados, son: núcleo: 3.88 % y periferia 14.93 %.

El mismo método se aplicó observando las secciones con estereomicroscopio; los resultados obtenidos son: núcleo 2.66 %, periferia 13.43 %.

La observación de un halo periférico, en las secciones delgadas de los fragmentos de roca basáltica, teñidos con azul de metileno, permitió identificar el incremento de los minerales arcillosos y la distribución. Este aumento es

consecuencia de que los procesos de intemperismo desarrollaron en los agregados expuestos donde las condiciones ambientales, climáticas y el tiempo juegan un papel importante.

La metaestabilidad de los minerales primarios y del vidrio afectados por fenómenos exógenos, liberan iones que son retenidos y ordenados para generar la estructura de los minerales arcillosos, junto a otras especies cristalinas y amorfas.

Las características texturales del basalto, su porosidad y permeabilidad contribuyen a que esta roca sea muy susceptible a alterarse, incrementándose en el tiempo.

Difractometría de rayos X

El análisis por rayos X del material arcilloso, se realizó sobre la fracción menor de 2 micrones de la muestra total.

En la Figura 2a es posible observar las reflexiones basales de montmorillonita. La Figura 2b corresponde al material tratado con etilen glicol. El desplazamiento de las reflexiones basales indica el hinchamiento que se desarrolla por el tratamiento previo recibido y permite identificar la presencia de montmorillonita.

Método acelerado de la barra de mortero

Con el fin de comprobar el comportamiento del basalto frente a los álcalis (RAS), se aplicó el método IRAM 1674. Para ello se confeccionaron barras de mortero de 2.5x2.5x30 cm que se estacionaron según lo especificado en una solución de hidróxido de sodio 1N a 80° C, realizando lecturas periódicas de la longitud hasta los 16 días. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1: Resultados de la expansión con la edad

Edad (días)	3	6	9	13	15	16
Expansión (%)	0.011	0.132	0.180	0.269	0.287	0.302

A la edad de 6 días se observaron fisuras y geles sobre la superficie de las barras que se incrementaron con la edad.

La expansión alcanzada a 16 días (0.302 %), supera a la máxima admitida de 0.100 % recomendada por el Proyecto de Reglamento CIRSOC 201 (2006) [11]. Por lo que este agregado debe ser considerado reactivo frente a los álcalis.

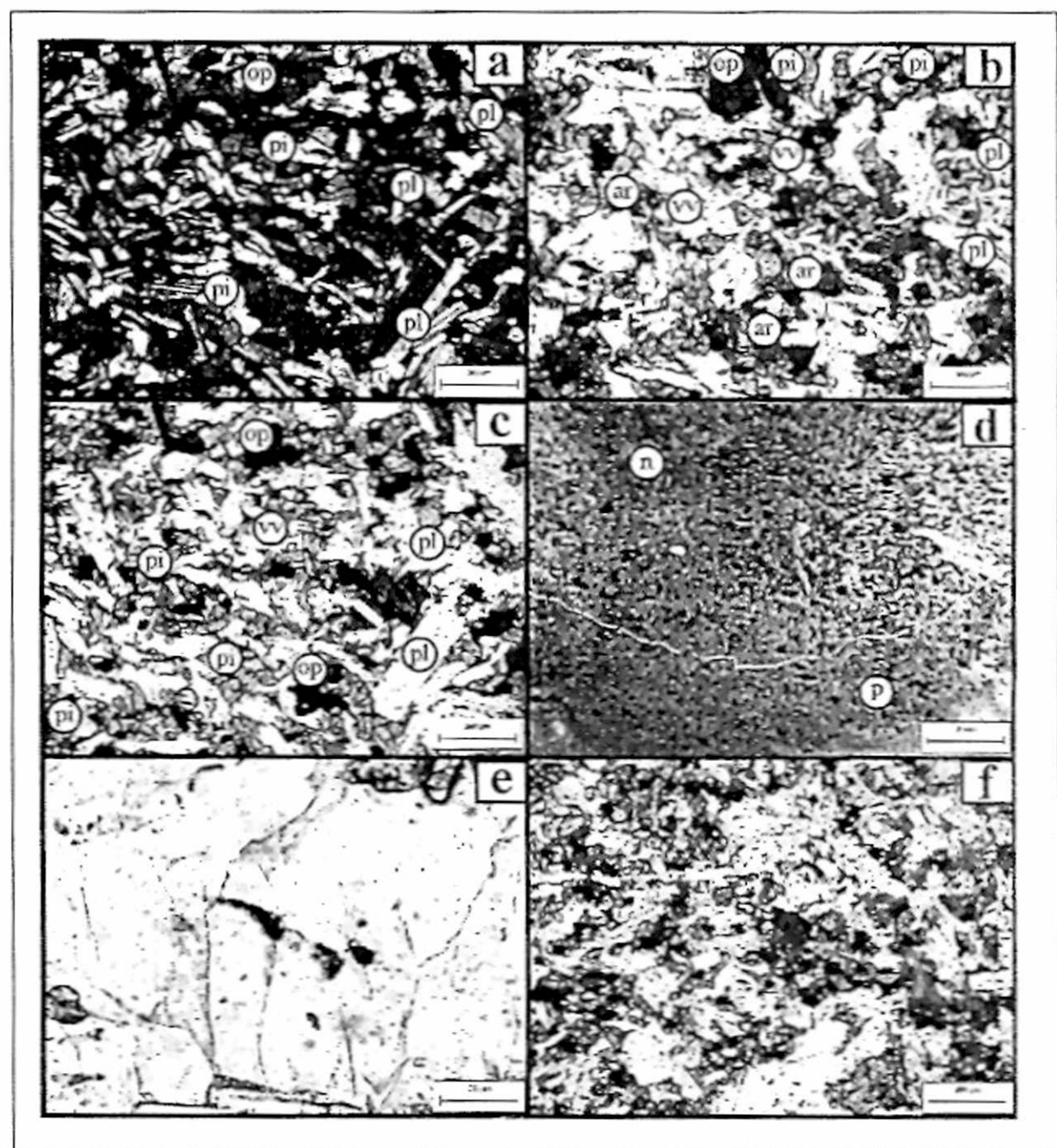


Fig. 1. a: Características petrográficas del basalto visto con microscopio de polarización (con nicoles cruzados). op: minerales opacos; pi: piroxenos; pl: plagioclasa. b: Zona periférica (con luz paralela). vv: vidrio volcánico; ar: minerales arcillosos. c: Sector central visto con luz paralela. d: Clasto teñido con azul de metileno visto con estereomicroscopio. p: zona periférica. n: núcleo. e: zona teñida

del núcleo visto con microscopio de polarización. f: zona teñida de la periferia visto con microscopio de polarización

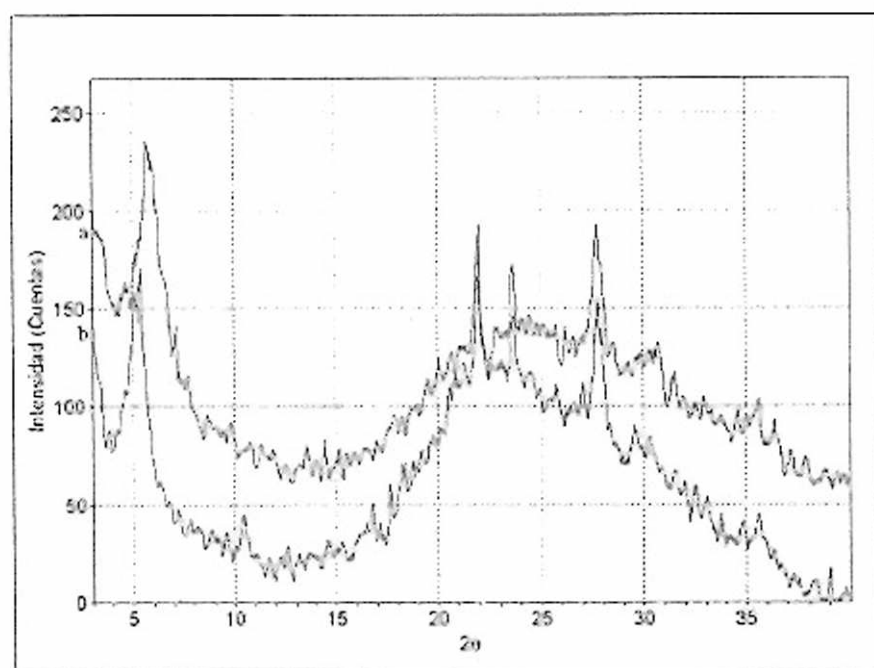


Fig. 2. Difractometría de rayos X. a. Material natural (montmorillonita). b. Material tratado con etilenglicol.

CONCLUSIONES

1. El estudio por microscopía permitió observar la presencia de montmorillonita en la roca, ubicada principalmente en los sectores ricos en vidrio volcánico, parcial o totalmente alterado. Se observó un importante incremento en las zonas externas de los fragmentos de roca triturada.
2. El incremento en la cantidad de arcillas en la periferia de los clastos es consecuencia del tiempo de exposición a los agentes atmosféricos.
3. El método de tinción constituye una herramienta útil para determinar la distribución de estos minerales neoformados y cuantificarlos.
4. Para que su aplicación sea efectiva es necesario conocer con detalle la petrografía de la roca.
5. El basalto estudiado debe ser considerado potencialmente reactivo frente a los álcalis que contiene el hormigón. El comportamiento deletéreo es consecuencia de la litología que lo constituye, principalmente vidrio volcánico alterado y montmorillonita.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Comisión de Inv. Científicas de la Prov. de Bs. As., al CONICET y a la UNS por el apoyo brindado.

REFERENCIAS

- (1) SHAYAN, A.; QUICK, G. W. "An alkali - reactive basalt from Queensland, Australia". *International Journal of Cement Composites and lightweight Concrete*, v. 10, n 4, (1988), p. 209-214.
- (2) MARFIL, S. A.; MAIZA, P. J. "Características petrográfico-mineralógicas de la alteración de basaltos de la Meseta de Somón Curá, Prov. de Río Negro". III Reunión de Mineralogía y Metalogenia. Public. N° 5. INREMI. Actas, La Plata, (1996) p. 287-293.
- (3) MARFIL, S. A.; MAIZA, P. J.; BENGOCHEA, A. L.; SOTA, J. D. BATIC, O. R. "Relationship between SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, CaO, K₂O and expansion in the determination of the alkali reactivity of basaltic rocks". *Cement and Concrete Research, USA*, v. 28, n. 2, (1998) p. 189-196.
- (4) BATIC, O. R.; SOTA, J. D.; MAIZA, P. J. "Alkali aggregate reaction in Concrete: Montmorillonite included in some aggregates: A principal factor of ARS". Ninth International Conference ASR, London, v. 1. (1992), p. 53-60.
- (5) BATIC O. R.; MAIZA, P. J.; SOTA, J. D. "Alkali silica reaction in basaltic rocks". *Cement and Concrete Research, USA*, v. 24. (1994). p. 1317-1326.
- (6) MAIZA, P. J.; MARFIL, S. A.; BATIC, O. R.; SOTA, J. D. "Estudio comparativo de rocas basálticas frente a la RAS". XII Reunión de la AATH. Memorias. La Plata. (1995), p. 127 - 140.
- (7) MAIZA, P. J.; MARFIL, S. A. "Comportamiento de rocas basálticas en hormigón, frente a la reacción álcali - sílice". II Congreso Uruguayo de Geología. Actas, Punta del Este, Uruguay, (1998), p. 134-137.
- (8) MAIZA, P. J.; MARFIL, S. A.; BENGOCHEA, A. L.; BATIC, O. R.; SOTA, J. D. "Aplicación de un modelo estadístico para evaluar la reactividad alcalina potencial en rocas basálticas". V Jornadas Geológicas y Geofísicas Bonaerenses, Mar del Plata, Argentina, v. 1. (1998) p. 135-143.
- (9) MAIZA, P. J.; SALOMÓN, R. C.; MARFIL, S. A. "Determinación de montmorillonita en rocas basálticas". Simposio Internacional FIB 2005: El hormigón estructural y el transcurso del tiempo. Memorias. Volumen 1. La Plata. Argentina. ISBN 987-21660-1-3. (2005), p. 233-240.
- (10) Norma IRAM 1674. "Método acelerado de la barra de mortero". (1997).
- (11) Proyecto Argentino de Estructuras de Hormigón CIRSOC 201 (2006).