

NOTA PREVIA SOBRE LA INTERPRETACION TEXTURAL DE LA POROSIDAD DE ALGUNAS ROCAS GRANITICAS DE GALICIA

R.M. ESBERT, J. GRANDA, J. ORDAZ y L. M. SUAREZ DEL RIO

TRABAJOS DE
GEOLOGIA



Esbert, R.M., Granda, J., Ordaz, J. y Suárez del Río, L. M. (1978).-Interpretación textural de la porosidad de algunas rocas graníticas de Galicia. *Trabajos de Geología*, Univ. de Oviedo, 10,000-000.

Se estudian en este trabajo algunas propiedades físicas, en especial la porosidad, de varias rocas graníticas de Galicia (N. O. de España). Los valores cuantitativos obtenidos en los ensayos se correlacionan con las observaciones directas cualitativas de poros y microfisuras realizadas con el microscopio electrónico de rastreo, así como con los distintos estados de alteración exhibidos por las rocas.

Some physical properties, especially the porosity, of a series of granitic rocks from the N.W. of Spain (Galician area) are studied. The quantitative values obtained are correlated with the qualitative direct observations of pores and cracks carried on scanning electron microscope, as well as with the different deterioration states showed by the rocks.

R. M. Esbert, J. Granda, J. Ordaz y L. M. Suárez del Río, Dpto. de Petrología, Facultad de Ciencias, Universidad de Oviedo. Manuscrito recibido el 15 de junio de 1978.

El estudio de la porosidad de las rocas ofrece datos de gran interés no sólo para una mayor comprensión de ciertos aspectos de sus propiedades mecánicas (p. ej. resistencia a la compresión) y elásticas (p. ej. velocidad de propagación de ondas sísmicas), sino también para la caracterización de los diversos grados de alteración (meteorización) de las mismas y de sus alterabilidades potenciales.

En dos trabajos anteriores (ORDAZ y ESBERT 1977; ESBERT y ORDAZ 1977) se han estudiado las propiedades físico-mecánicas de cuatro rocas graníticas de Galicia en relación con sus características mineralógico-texturales, con especial énfasis en el desarrollo de poros y microcavidades. En otro trabajo (ORDAZ et al. 1978), y utilizando materiales similares en cuanto a su naturaleza y procedencia, se intentan correlacionar los niveles de alteración en estos materiales graníticos —evaluados en base a índices de deterioración de carácter petrográfico— con otras cualidades físicas, entre ellas la porosidad.

El objeto del presente trabajo tiene una doble vertiente: 1) La determinación cuantitativa de las porosidades de algunas rocas graníticas, y subsiguiente caracterización cualitativa de las mismas en base a observaciones directas de los poros, microfisuras y vacíos de la roca, esencialmente mediante el uso del microscopio electrónico de rastreo o «scanning» (SEM); y 2) El establecimiento de posibles correlaciones entre los valores y aspectos peculiares de las porosidades de dichos materiales y los grados y formas de alteración alcanzados por cada tipo rocoso.

MATERIALES SELECCIONADOS

Los materiales seleccionados son seis rocas graníticas pertenecientes al complejo cristalino del N.O. de la Península Ibérica, a los que se les ha dado los nombres de: Guitiriz, Sarria, Orense, Albero, Gondomar y Porriño. Todas ellas son rocas explotadas con fines industriales, bien sea como material ornamental o en la fabricación de áridos. Las variedades Guitiriz y Sarria proceden de la provincia de Lugo; la variedad Orense de las proximidades de dicha capital; Albero, Gondomar y Porriño se localizan en la provincia de Pontevedra, el primero junto a Tuy, los otros dos en la zona costera.

En la Tabla I aparecen los resultados de los análisis modales obtenidos en el estudio petrográfico de las muestras.

TABLA I.—Composición mineralógica cuantitativa de las seis rocas graníticas estudiadas

	Albero	Gondomar	Guitiriz	Orense	Porriño	Sarria
Cuarzo	34,0	31,6	32,3	33,3	39,0	32,9
Microclina	12,5	14,0	22,9	24,8	51,7	22,5
Plagioclasa	28,9	41,1	31,8	27,3	5,6	33,0
Moscovita	23,5	3,3	10,1	10,9	—	9,5
Biotita	1,0	9,7	2,4	2,2	3,0	1,8
Clorita	—	—	—	0,7	—	—
Accesorios	0,5	0,3	0,5	0,9	0,7	0,3

Dichos porcentajes, enmarcados dentro de la clasificación de STRECKEISEN (1967) se localizan en los puntos señalados en la Fig. I.

Las variedades Albero y Gondomar son granodioritas, destacando en el primero el elevadísimo contenido en moscovita (23,5 %).

Sarria, Guitiriz y Orense son granitos de dos micas y de grano fino, el Porriño es un granito de grano grueso, textura pegmatítica y tendencia alcalina.

PROPIEDADES FÍSICAS; INDICES DE DETERIORACIÓN GLOBAL Y MINERAL

Las diferentes propiedades físicas calculadas, así como los índices de deterioración mineral y global de las rocas aparecen en la Tabla II.

Si observamos los valores obtenidos, podemos deducir inmediatamente que, referente a la porosidad, existen tres grupos bien diferenciados.

—Un primer grupo con porosidad superior a 2 (Albero).

—Un segundo grupo con porosidades comprendidas entre 1,5 y 2 (Porriño y Guitiriz).

—Un tercer grupo con porosidades inferiores a 1,5 (Gondomar, Orense y Sarria).

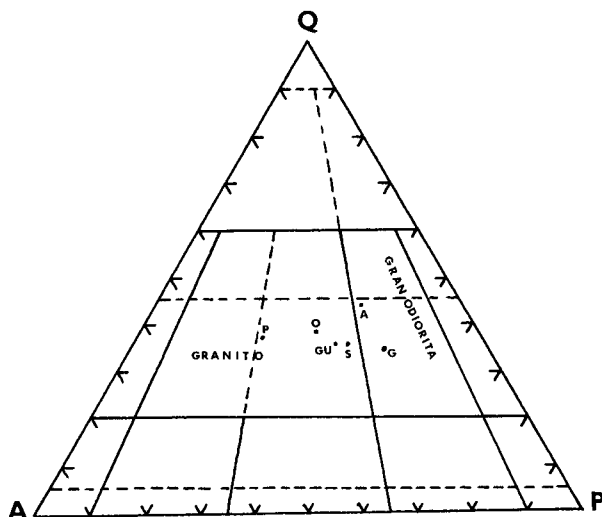


Fig. 1.-Clasificación, según STRECKEISEN, de los materiales estudiados. A, Albero; G, Gondomar; GU, Guitiriz; O, Orense; S, Sarria; P, Porriño.

TABLA II.-Propiedades físicas e índices de deterioración global y mineral de las rocas estudiadas.

	Densidad	Porosidad total	Índice de deterioración I_d	D_q	D_f	D_m
Albero	2,70	2,51	0,9	1,1	1,3	0,0
Guitiriz	2,65	1,91	1,1	1,5	0,9	0,1
Porriño	2,66	1,87	1,6	1,9	1,5	0,8
Gondomar	2,69	1,32	1,1	1,1	1,3	0,1
Orense	2,65	1,25	1,3	1,4	1,5	0,4
Sarria	2,64	1,11	1,2	0,6	1,6	0,8

Como consecuencia de ello y para un mejor entendimiento, dentro del grupo de rocas estudiadas hablaremos de variedades con porosidad alta, media y baja, respectivamente.

El estado de alteración se ha evaluado según los criterios establecidos anteriormente por ORDAZ et al. (1978), pudiéndose afirmar que se trata de rocas en su mayoría poco alteradas ($I_d = 1,1 - 1,5$).

INTERPRETACIÓN DE LA POROSIDAD.

Preparación de las muestras para su observación.-Para la interpretación textural de la porosidad se ha llevado a cabo un minucioso estudio mediante microscopía electrónica de scanning (SEM) sobre secciones de roca preparadas de tal manera que pudiesen cubrirse dos objetivos:

a) que las discontinuidades de la sección (poros y microfisuras en especial) fuesen reales y no inducidas durante el proceso de preparación de la muestra;

b) que dichas discontinuidades resaltasen de manera notoria y no quedasen enmascaradas por otros accidentes de la roca (superficies de fractura, p. ej.).

Atendiendo a estas consideraciones se han preparado muestras de 1 cm² de superficie, cortándolas con una sierra de baja velocidad (4-5 rev/s) y baja deformación. A continuación, dicha superficie se ha desbastado, primero con carburo de silicio 600 y seguidamente con carburo de silicio 800, empleando 10 min. en cada desbaste. Posteriormente, se realizó un pulido con pasta de diamante de 9 μ durante 15 min. seguido de otros dos pulidos, uno con alúmina de 5 μ durante 10 min. y otro con alúmina de 0,3 μ durante 7 min. Entre las etapas de pulido, la muestra se limpió con ultrasonidos, con el fin de evitar contaminación entre distintos abrasivos y limpiar los poros y fisuras de la roca. Finalmente se metalizó con capa fina de Au de aproximadamente 300 Å por el procedimiento de «sputtering».

Caracterización de la porosidad.—La observación directa de los huecos o cavidades de las rocas estudiadas mediante el SEM, permite distinguir en principio dos grandes tipos de estos fenómenos: las microfisuras y los poros.

Las microfisuras (cracks) consisten en microdiscontinuidades de recorrido variable (de unas micras a varios milímetros) y espesor por lo general inferior a 1 μ . A su vez se pueden diferenciar tres subtipos: las intragranulares (que se inscriben en el interior de los cristales, sin sobrepasarlos); las intergranulares (que siguen los bordes de grano); y las transgranulares (que abarcan dos o más granos en su trayectoria). La presencia de uno u otro tipo es consecuencia de los defectos intracristalinos y de los enlaces cohesivos entre las fases minerales.

Dentro de los poros «sensu latu», se pueden observar varias formas que responden a dos subtipos principales: microporos y microcavidades. GONI et al. (1970) establecen una distinción entre ambos en base a su tamaño. Así, los microporos tendrían un «radio de entrada» comprendido entre 300 Å y 7,5 μ , siendo el de las microcavidades superior a 7,5 μ (Lám. I A). Por su parte, SPRUNT y BRACE (1974), distinguen dos formas básicas de microcavidades en sección, según el llamado «aspect ratio», α , o relación entre la mínima y la máxima abertura: las de alto α (inferior a 10^{-1}) o «high aspect ratio cavities» (HARC); y las de bajo α (entre 10^{-1} y 10^{-4}) o «low aspect ratio cavities» (LARC). Estas últimas son largas y estrechas y se acercan por su constitución a las microfisuras, de las que no siempre pueden diferenciarse fácilmente. Las primeras tienen tendencia a ser equidimensionales, con los bordes redondeados, agudos o irregulares, acercándose morfológicamente a los poros «sensu strictu». Ambos subtipos de microcavidades pueden presentarse aisladas, o estar más o menos conectadas entre sí y con las microfisuras (Lám. I B).

Evaluación cualitativa de la porosidad.—En general no existe, para las rocas estudiadas, una relación inmediata entre el valor de la porosidad y el índice de deterioración global de la roca, sin embargo resulta de gran utilidad conocer dicho valor para la interpretación de la misma, sobre todo si se conocen los índices de deterioración mineral, ya que, según los criterios en que

están basados (ORDAZ et al. o. cit.), podrán ayudarnos a determinar de manera precisa aquellas discontinuidades, descritas en el apartado anterior, que son directamente responsables de los valores de la porosidad, cotejado todo ello por la observación directa de las muestras al SEM.

Así, el Albero, la roca con porosidad más elevada de la serie, presenta gran cantidad de poros (microcavidades y microporos) y microfisuras, y frecuente conexión de los unos con las otras; es la roca en que ambos fenómenos están más interrelacionados (Lám. I C y D). Esto hace que se eleve en gran medida el valor de porosidad.

En los granitos Guitiriz y Porriño la porosidad varía de media a alta.

El factor que influye en este caso de manera decisiva es la microfisuración; se aprecian fisuras inter, intra y transgranulares, lo cual nos queda perfectamente evidenciado por los elevados índices de deterioración del cuarzo, 1,5 y 1,9 respectivamente (Lám. I E y F).

Muchas de dichas microfisuras están conectadas (Lám. I G). Encontramos asimismo abundancia de microporos, preferentemente en el seno del feldespato (Lám. I H).

Las variedades Gondomar, Orense y Sarria forman el grupo con porosidades más bajas. En el primero abundan los microporos y las microfisuras, aunque el grado de conexión entre unos y otras o de las microfisuras entre sí sea muy escaso. Las características del granito Orense son similares. En cuanto al Sarria, el granito con porosidad más baja, 1,1, la microfisuración es escasísima, por lo que podemos afirmar que su valor depende casi exclusivamente de la existencia de microporos, los cuales afectan de manera selectiva a la plagioclasa (Lám. II A).

Algunas veces estos poros de la plagioclasa se orientan preferentemente siguiendo líneas de debilidad del cristal (Lám. II B).

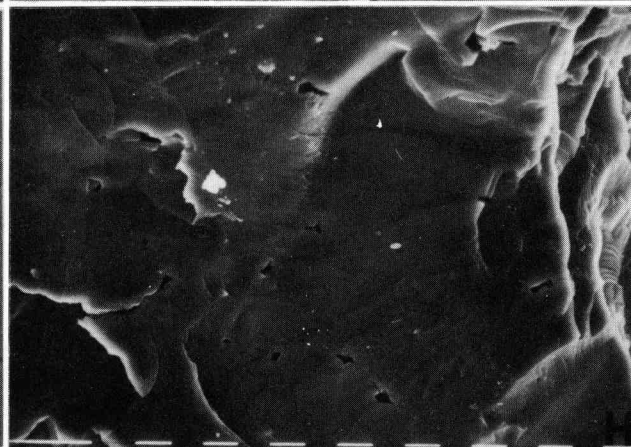
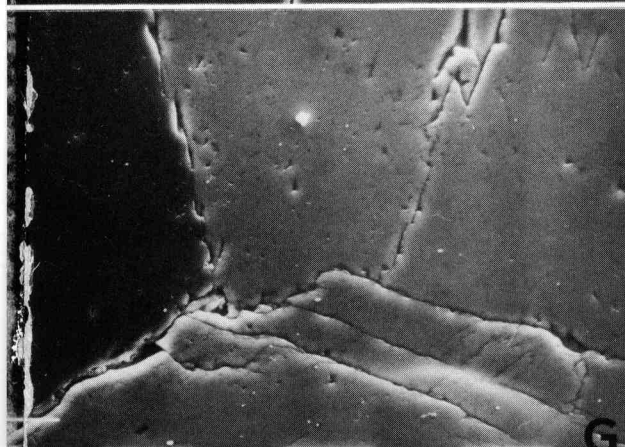
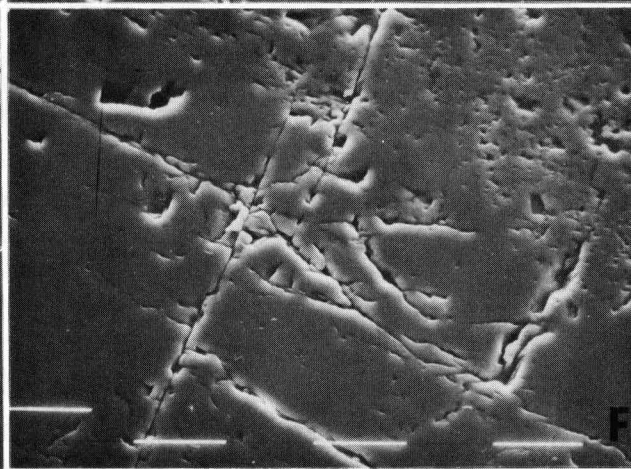
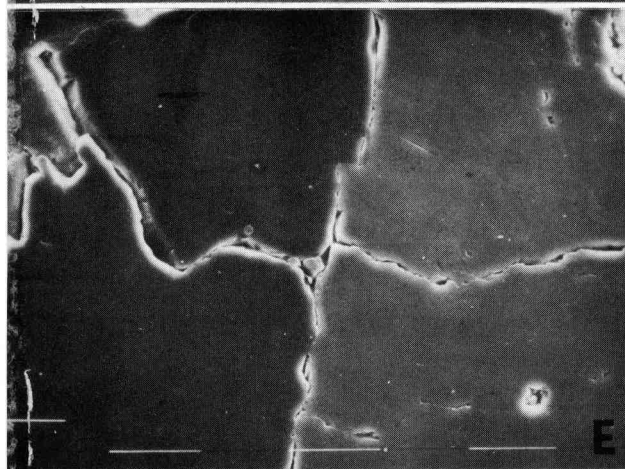
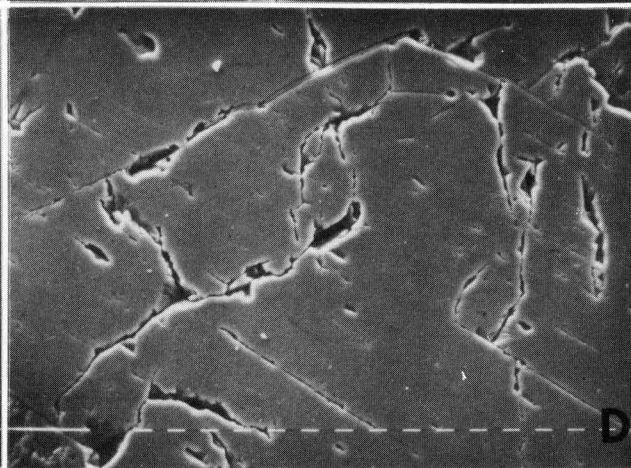
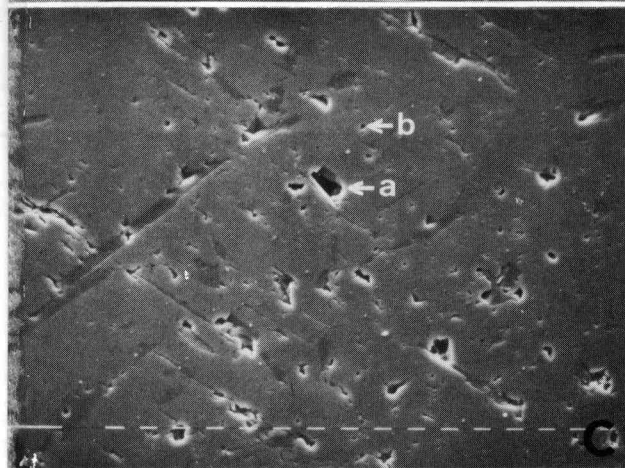
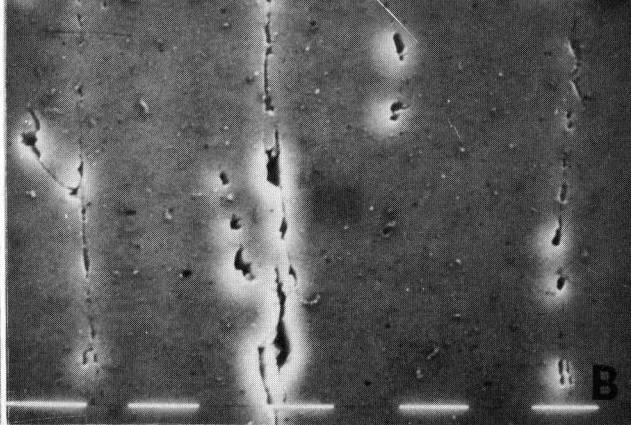
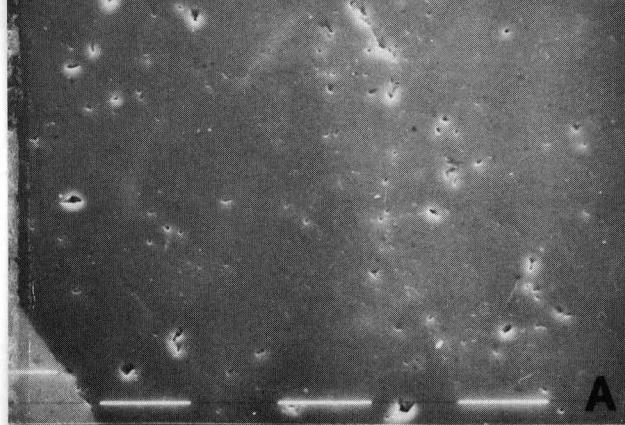
Ciertos autores (SPRUNT y BRACE 1974; MONTGOMERY y BRACE 1975) han estudiado con detalle la morfología de estos microporos en plagioclasa, así como su origen, llegando a la conclusión de que en su desarrollo influye de manera decisiva las condiciones de cristalización de la roca, y, en especial, el contenido en agua del ambiente petrogenético.

BIBLIOGRAFIA

- ESBERT, R. M. y ORDAZ, J. (1977).—Sobre las características físico-mecánicas de algunos granitos industriales de Galicia. *Bol. Geol. y Min.*, LXXXVIII (2), 41-47.
- GONI, J., GUILLEMIN, C., RAGOT, J. P. y SIMA, A. (1970).—Méthodes d'étude du champ microfissural des minéraux et des roches au cours de leur alteration. *Revue de l'Industrie Minière*, núm. spécial, 40-51.
- MONTGOMERY, C. W. y BRACE, W. F. (1975).—Micropores in plagioclase. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 52, (1), 17-28.
- ORDAZ, J. y ESBERT, R. M. (1977).—Sobre las características físico-mecánicas de algunos granitos industriales de Galicia. *Bol. Geol. y Min.*, LXXXVIII (1), 65-71.
- ORDAZ, J., ESBERT, R. M. y SUÁREZ DEL RÍO, L. M. (1978).—A proposed petrographical index to define mineral and rock deterioration in granitic rocks. *International Symposium on Deterioration and Protection of Stone Monuments*, I (2.6). París.
- SPRUNT, E. S. y BRACE, W. F. (1974).—Direct observation of microcavities in crystalline rocks. *Int. Journ. of Rock Mechan. and Min. Sc.* 11, (4), 139-150.
- STRECKEISEN, A. L. (1967).—Classification and nomenclature of Igneous Rocks. *N. Jb. Miner. Abh.*, 107, 144-240.

LAMINA I

- A. Poros (microcavidades y microporos) dispersos en el granito de Porriño. SEM, (1 marcador = 100 μ).
- B. Microcavidades elongadas (tipo LARC) y puntuales (tipo HARC) en el granito de Guitiriz. SEM, (1 marcador = 10 μ).
- C. Conjunto de microcavidades (a) y microporos (b) en el Albero. SEM, (1 marcador = 10 μ).
- D. En esta sección de la granodiorita Albero se aprecia una clara interconexión entre microcavidades y microfisuras. SEM. (1 marcador = 10 μ).
- E y F. Red de microfisuras intergranulares (a) e intragranulares (b) en los granitos de Guitiriz y Porriño, respectivamente. SEM, (1 marcador = 100 μ).
- G. Conjunto de microfisuras inter e intragranulares conectadas entre sí. Granito Porriño. SEM, (1 marcador = 100 μ).
- H. Microporos dispersos en el seno del feldespatos en el granito Porriño. SEM, (1 marcador = 10 μ).



LAMINA II

- A. Microporos y microfisuras incipientes concentrados en el seno de la plagioclasa del granito Sarria. SEM, (1 marcador = 10 μ).
- B. Microcavidades y microporos alineados según los planos de maclación de la plagioclasa. Granito Sarria. SEM, (1 marcador = 10 μ).

