

- STEIGER, R. H. y JAGER, E. (1978).—Subcommission on Geochronology: convention on the use of decay constants in Geochronology and Cosmochronology. In COHEE, G. V., GLAESSNER, M. F. y HEDBERG, H. D. (Eds.): *Contributions to the Geologic Time Scale. Studies in Geology*, **6**, 67-71, A.A.P.G.
- VAN CALSTEREN, P. W. C., BOELRIJK, N. A. I. M., HEBEDA, E. M., PRIEM, M. N. A., DEN TEX, E., VERDURMEN, E. A. T. y VERSCHURE, R. M. (1979).—Isotopic dating of older elements (including the Cabo Ortegal mafic-ultramafic complex) in the Hercynian Orogen of NW Spain: manifestations of a presumed early Paleozoic mantle-plume. *Chem. Geol.*, **24**, 35-56.
- VAN EYSINGA, F. W. B. (1978).—*Geological time table*. Elsevier, Amsterdam.
- VOGEL, D. E. (1967).—Petrology of an eclogite and pyrigarnite-bearing polymetamorphic rock complex at Cabo Ortegal, NW Spain. *Leidse Geol. Meded.*, **40**, 121-213.
- VOGEL, D. E. y ABDEL MONEM, A. A. (1971).—Radiometric evidence for a Precambrian metamorphic event in NW Spain. *Geol. Mijnb.*, **50**, 749-750.

G. Galán (*).—SOBRE LA NATURALEZA DE LOS ENCLAVES DE LA GRANODIORITA PRECOZ DE VIVERO (LUGO, NW. ESPAÑA)

La granodiorita precoz de Vivero forma un pequeño macizo alargado de dirección N.NE.-S., situado en la región granítica de Vivero-Burela-Mondoñedo dentro de la Zona Astur-Occidental-Leonesa. Está formada por tres tipos principales de rocas, tonalitas, granodiorita s. sr. y adamellitas, además de un escaso cortejo de diques leucograníticos y aplo-pegmatíticos (GALÁN en prepar.) Asociadas con ella como precursores básicos, aparecen rocas ultramáficas en afloramientos cartografiados (GALÁN 1981, GALÁN in litt.), además de otros enclaves de menores dimensiones cuya naturaleza se trata en la presente nota.

Se diferencian dos grupos de enclaves, los de origen ígneo y los metamórficos.

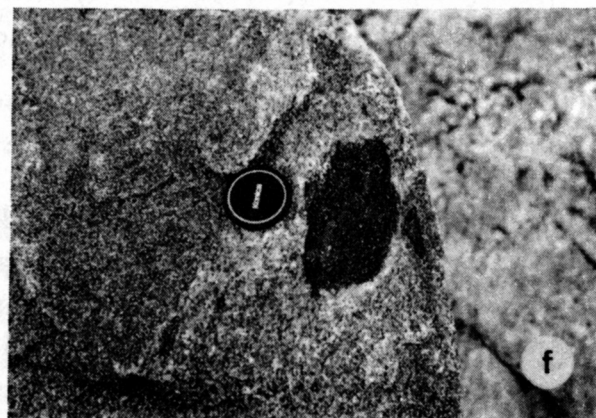
ENCLAVES DE ORIGEN IGNEO

Son más abundantes en las tonalitas aunque también existen en las granodioritas y adamellitas. Dentro de este grupo se diferencian varios tipos:

Enclaves ultramáficos.—No se han localizado enclaves de pequeñas dimensiones semejantes a las rocas ultramáficas de tipo cortlandítico y hornblendítico que lleva asociadas la granodiorita precoz, si exceptuamos algunos agregados de anfíboles con un tamaño de pocos centímetros (Lám. I a) que aparecen en las tonalitas próximas a los afloramientos de rocas ultramáficas. Estas agrupaciones de anfíboles, a veces con relictos de piroxenos, que por otra parte son frecuentes en las tonalitas con dimensiones que rara vez sobrepasan el medio centímetro, podrían representar fragmentos de rocas ultramáficas en proceso de asimilación por un magma de naturaleza más ácida.

Enclaves tonalíticos a dioríticos.—Se localizan en varios puntos pero son más abundantes en los afloramientos tonalíticos entre las localidades de Vivero y Cillero. En esta zona presentan formas elípticas, con un tamaño que rara vez sobrepasa 1 m. de longitud en la dirección más larga, bordes netos con la roca englobante y están orientados; la orientación también se manifiesta en la disposi-

(*) Departamento de Petrología y Geoquímica. Universidad de Oviedo.



LAMINA I

- a) Enclave ultramáfico formado fundamentalmente por anfíboles en tonalitas anfibólico-biotíticas. Ensenada Meitón.
- b) Enclaves tonalíticos en proceso de asimilación por adamellitas. Comparar con el aspecto de las tonalitas de la fotografía anterior de las que derivan. Ensenada Meitón.
- c) Dique diorítico/gabroico en tonalitas de la ensenada Muinelo.
- d) Aspecto de los enclaves microgranudos tonalíticos y monzoníticos en tonalitas entre las localidades de Vivero y Cillero.
- e) Enclave metamórfico corneánico de naturaleza neísica. Playa de Esteiro.
- f) Enclave surmicáceo. Playa de Esteiro.

ción de los fenocristales de plagioclasa y agregados de máficos que presentan. Los bordes netos y orientación concordante de la fabric dentro y fuera del enclave, significarían un estado reológico semejante de los dos materiales frente a la deformación. Son de color oscuro, con textura microgranuda de aspecto porfí-

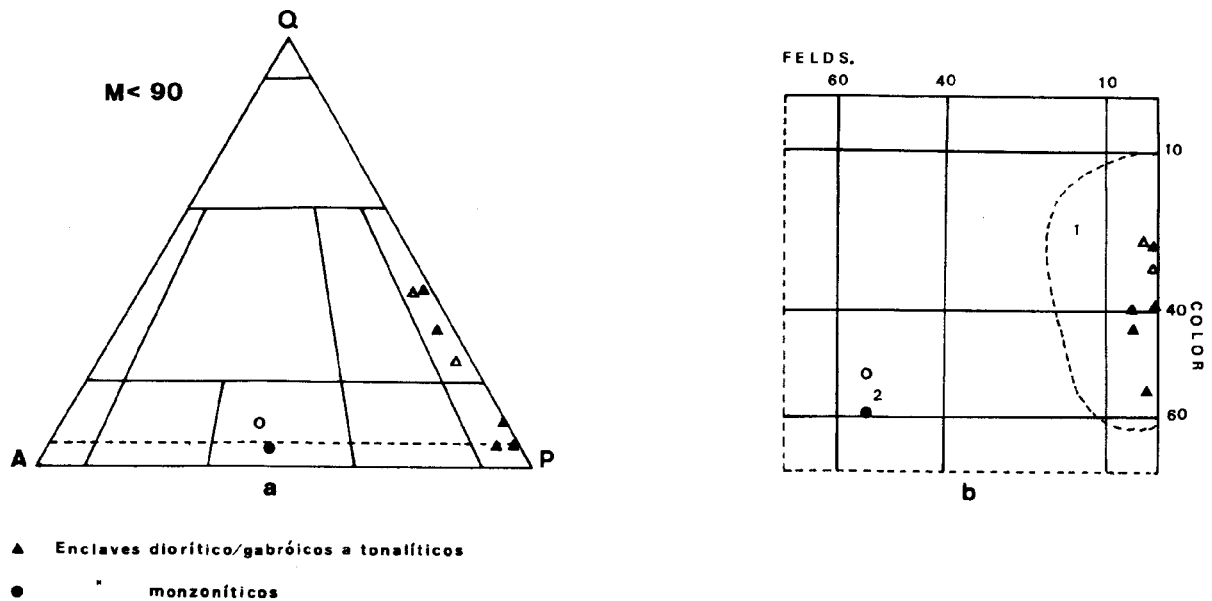


Fig. 1.-a) Representación triangular QAP de la composición modal de enclaves microgranulares y rocas comparables: Δ : tonalitas englobantes, \circ : cuarzomonzonitas asociadas a rocas ultramáficas. b) Clasificación de enclaves microgranulares (DIDIER 1973) basada en el I. de Color e I. Feldespático. 1: campo de los enclaves oscuros enriquecidos en plagioclasa. 2: enclaves oscuros monzoníticos.

dico por el mayor desarrollo de algunos cristales de plagioclasa. Modalmente se corresponden con tonalitas a dioritas semejantes a las rocas englobantes (ver Fig. 1a). El color más oscuro que presentan se debe al tamaño de grano y a la mayor concentración de máficos, I. C. sobre 40: melanotonalitas (I.U.G.S. 1973). Las fases presentes son también semejantes, con las mismas relaciones y composición de la plagioclasa (An_{45-50}) (ver Tabla I), aunque pueden presentar distintas formas; así, los apatitos muestran un hábito acicular en contraste con el hábito prismático corto de las tonalitas circundantes. Esta diferencia tiene un significado genético distintivo según DIDIER (1964), que se refiere a los experimentos en el sistema $CaO-CaFe-P_2O_5-H_2O-CO_2$ llevados a cabo por WYLLIE et al. (1962), según los cuales el enfriamiento rápido de un líquido coexistente con apatito produce cristales alargados según el eje c con radios de elongación de hasta 1 : 20, cavidades paralelas al eje c y exfoliación basal procedente de la fragmentación, mientras que en condiciones lentas de enfriamiento el radio de elongación es de 1 : 1 ó 1 : 3. Esta característica, junto con el tamaño de grano más fino y la semejanza en el análisis modal con las rocas englobantes, parecen apoyar la hipótesis de que estos enclaves podrían originarse a partir de bordes de enfriamientos periféricos dislocados por impulsos magmáticos posteriores. Su situación en zonas próximas al encajante metamórfico estaría también en favor de esta idea.

En algunos afloramientos de tonalitas intruidas por adamellitas posteriores, se originan pasillos de enclaves tonalíticos de escasos centímetros (Lámina Ib) que sufren un proceso de asimilación traducido en una disminución del tamaño de grano y un aumento de la cantidad de biotita a partir de anfíbol, conservándose muy ocasionalmente la textura de la roca original en el centro.

Enclaves de diques diorítico/gabróicos.—En diversos afloramientos de esta

TABLA I: *Análisis modal de enclaves microgranulares y rocas comparables*

MINERALES	MUESTRAS							
	5766	5796	5	5764	5914	5915	4	5953
Cuarzo	18,57	18,9	2,5	17,29	6,6	2,2	1,8	5
Plag.	26,01	39,1	52,1	52,85	54,1	49,7	18,1	19,2
Feld. K	0,67	2,3	3,3	1,77	0,4	-	20,4	23,6
Anf.	20,79	20,5	18	8,94	12,1	22,7	41,9	50,6
Biot. + Cl. ..	31,43	17,9	21,2	19,15	26,2	23,7	16,9	0,6
Acc.	2,51	1,3	2,9	-	0,6	1,7	0,9	0,9
TOTAL	99,98	100	100	100	100	100	100	99,9
I. C.	54,75	39,7	42,1	28,1	38,9	48,1	59,7	52,2
I. S.	41	31,3	4,3	24	11	4,1	4,4	10
I. F.	2,5	5,5	5,9	3,2	0,7	0	53	55,1

5766: melanotonalita anfibólico-biotítica (enclave). 5796: tonalita anfibólico-biotítica (enclave). 5: diorita (enclave). 5764: tonalita biotítico-anfibólica englobante de los enclaves anteriores. 5914: cuarzodiorita/cuarzogabro (enclave de dique). 5915: diorita/gabro (enclave de dique), 4: melanomonzonita (enclave). 5953: melanomonzonita asociada con rocas ultramáficas.

$$I. \text{ Color} = 100 - (Q + \text{Felds.}) \quad I. \text{ Saturación} = \frac{Q}{Q + \text{Felds.}} \times 100$$

$$I. \text{ Feldespático} = \frac{\text{Feld. K}}{\text{Feld. K} + \text{Plag.}} \times 100$$

granodiorita se observan diques más básicos, de 30 a 75 cms. de espesor, que aparecen también en el encajante metamórfico. Con las tonalitas muestran un contacto neto, buena continuidad, incluso con bifurcaciones (Fig. 2a, Lám. Ic) y pueden presentar las siguientes relaciones:

- Diques con contacto neto, foliación propia paralela al contacto y claramente discordante con la del material granítico circundante.

- Diques con contacto y foliación seudoparalela con las tonalitas circundantes, a veces con pequeñas inclusiones mutuas.

- Diques con relación de continuidad entre su foliación y la del material englobante, existiendo algo de refracción.

También es frecuente encontrar una zona muy fina en el borde de los diques con mayor enriquecimiento en feldespato.

Son rocas oscuras, de grano muy fino. Al microscopio presentan textura dolerítica con plagioclasas, que muestran un contenido en An_{60} en los núcleos más cálcicos y An_{35-40} en las zonas de borde oscilando la composición media de las plagioclasas sin zonación alrededor de An_{50} , anfíboles verdes y biotita, siendo el cuarzo y feldespato K inexistentes o muy escasos; como accesorios presentan esfena, anatasa, brokita, apatito y epidotas. Su análisis modal (Tabla I, Fig. 1a) nos da una roca situada en el tránsito cuarzodiorita/cuarzogabro a diorita/gabro, teniendo en cuenta la composición de las plagioclasas.

Las relaciones de campo anteriormente expuestas, sugieren que estos diques debieron emplazarse anterior o contemporáneamente con las tonalitas en las que muestran mayor continuidad, aunque también pueden estar distorsiona-

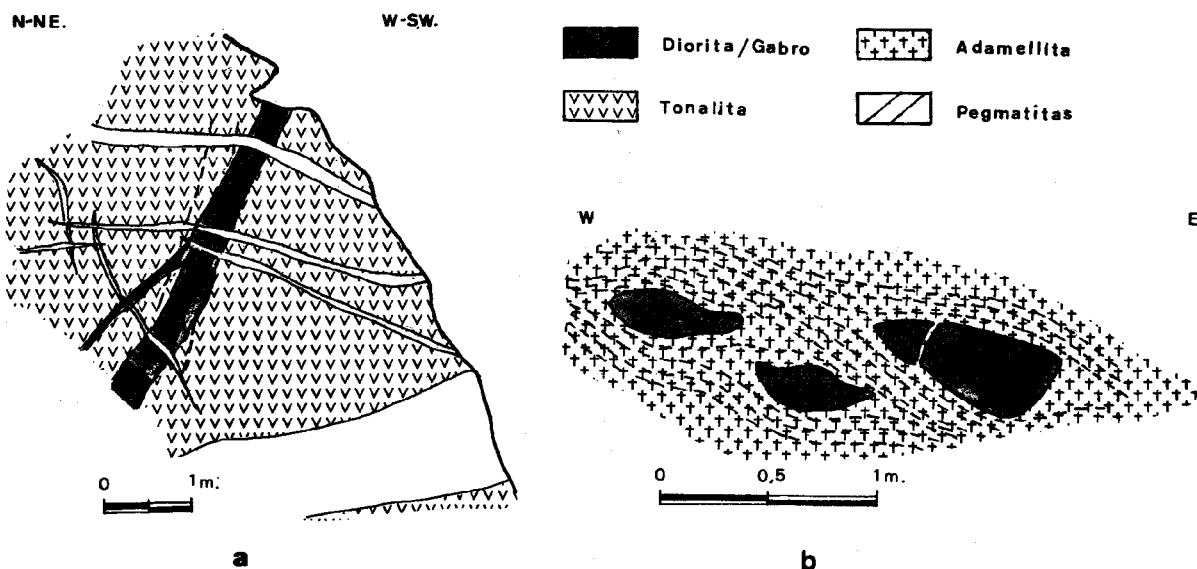


Fig. 2.-a) Dique diorítico/gabroico en tonalitas con foliación penetrativa y cortado por pegmatitas posteriores. NE. playa de Esteiro. b) Enclaves alineados resultantes de la fragmentación de un dique en adamellitas; la fabric de la roca granítica englobante rodea a los enclaves. Borde SW. playa de Esteiro.

dos por ellas, mientras que en las granodioritas y adamellitas están claramente distorsionados dando lugar a enclaves con formas angulosas rectangulares, en ocasiones difíciles de distinguir en el campo de algunos enclaves metamórficos, o con formas elípticas rodeados por la fabric de la roca granítica circundante (Fig. 2 a y b). Su mayor abundancia en la zona próxima a los afloramientos de ultramáficas sugiere su posible relación con éstas representando términos más evolucionados.

Enclaves monzoníticos.—El aspecto de campo es indistinguible de los enclaves tonalíticos con textura porfídica anteriormente descritos (Lám. Id); sólo el análisis microscópico permite diferenciarlos. La textura es también semejante, siendo la característica más distintiva la abundancia de cristales poiquilíticos de feldespato K que engloban plagioclasas, anfíboles y biotitas además de frecuentes apatitos aciculares y rotos, de enfriamiento rápido (WYLLIE et al. 1962); la macla de la microclina que aparece en algunos cristales se origina probablemente de forma secundaria por deformación. La plagioclasa es una andesina (An^{47}), los anfíboles son de color verde en agregados o cristales individuales, hay también biotita y los mismos accesorios que en los enclaves tonalíticos: esfena, opacos, circón, apatito y allanita. Rocas semejantes a estos enclaves se hallaron en relación con las ultramáficas asociadas a la granodiorita (GALÁN in litt.) (ver Tabla I y Fig. 1).

Los tres últimos tipos de enclaves serían enclaves microgranulares, del tipo enclaves oscuros enriquecidos en plagioclasa los dos primeros y enclaves oscuros monzoníticos el último, según la clasificación establecida por DIDIER para los macizos de Aigoual y St. Guiral-Liron (Macizo Central Francés), basándose en el Índice de Color e Índice Feldespático de JUNG y BROUSSE (1959) (Fig. 1b).

ENCLAVES METAMORFICOS

Son poco abundantes. Sus dimensiones van desde varios metros a escasos centímetros y se localizan en zonas próximas al encajante metamórfico. Dentro de este grupo se pueden diferenciar a su vez dos tipos:

Enclaves corneánicos.—Tienen formas angulosas y contactos netos. Se corresponden con la naturaleza de las rocas metamórficas encajantes. Así, hay enclaves cuarcíticos en torno a los cuales a veces se desarrolla una corona de reacción de máficos por diferencia de temperatura entre la roca encajante y el magma que la asimila; enclaves neísicos con plagioclasa, cuarzo, biotita, feldespato K, apatito, opacos y esfena. Los pequeños enclaves de esta naturaleza muestran zonas de borde más enriquecidas en biotita (Lám. Ie); por último dentro de este tipo también hay enclaves de naturaleza calcosilicatada con cuarzo, plagioclasa, clinopiroxeno, granate, epidota, esfena y opacos.

Enclaves surmicáceos.—Son muy raros, de color negro, con tamaño centimétrico, formas redondeadas y formados fundamentalmente por biotita (Lám. If). Estos enclaves pueden representar un estadio más avanzado de transformación de los enclaves corneánicos de tipo neísico arriba mencionados, teniendo en cuenta el enriquecimiento en biotita que muestra alguno de ellos.

De los diferentes tipos de enclaves aquí descritos, los metamórficos y enclaves microgranulares son citados como frecuentes en los granitos hercínicos peninsulares de la serie calco-alcalina (CAPDEVILA 1969, CAPDEVILA y FLOOR 1970, CAPDEVILA et al. 1973, APARICIO et al. 1975), siendo los stocks aislados o pequeños enclaves con formas redondeadas o elípticas las formas de presentación más frecuentes, no así los enclaves ultramáficos en pequeñas y grandes dimensiones y los enclaves de diques que aquí se mencionan.

Deseo expresar mi agradecimiento a la Dra. O. SUÁREZ MÉNDEZ del Departamento de Petrología y Geoquímica de la Universidad de Oviedo por la revisión y comentarios sobre el presente manuscrito.

BIBLIOGRAFIA

- APARICIO, A., BARRERA, J. L., CARBALLO, J. M.^a, PEINADO, M. y TINAO, J. M.^a (1975).—Los materiales graníticos hercínicos del Sistema Central español. *Mem. Inst. Geol. Min. de España*, 88, 1-145.
- CAPDEVILA, R. (1969).—Metamorphisme régional progressif et les granites dans le segment hercynion du NE. de Galicie. *These Doctoral*. Un. de Montpellier. 430 pp.
- y FLOOR, P. (1970).—Les différents types de granites hercyniens et leur distribution dans le nord ouest de l'Espagne. *Bol. Geol. y Min.*, 81, 215-225.
- , CORRETGE, L. G. y FLOOR, P. (1973).—Les granitoïdes varisques de la Meseta Ibérique. *Bull. Soc. Géol. de France* (7), 15, 209-228.
- DIDIER, J. (1973).—*Granites and their enclaves* (1.^a ed.). Elsevier Publ. Co., Amsterdam, 393 pp.
- GALÁN, G. (1980).—Estudio petrológico y geoquímico de la granodiorita precoz de Vivero y rocas ultramáficas asociadas. *Tesis de Licenciatura*. Dep. de Petr. y Geoq. Un. de Oviedo. 112 pp.
- (1981).—Aportaciones previas sobre la presencia y petrografía de rocas ultramáficas asociadas a granitoides calcoalcalinos precoces en la zona de Vivero (Lugo). *Cuad. Lab. Geol. de Lage* 2, n.º 1, 35-44. La Coruña.
- (in litt.).—Aspectos petrológicos y geoquímicos de las rocas ultramáficas asociadas a la granodiorita precoz de Vivero (Lugo). VII Reunión Geología NW. Peninsular 1981. *Cuad. Geol. Iber.*
- (en prepar.).—Caracterización petrológica y geoquímica de la granodiorita precoz de Vivero.
- I. U. G. S. (1973).—Plutonic Rocks: classification and nomenclature recommended by I.U.G.S. Sub-commission on the systematics of Igneous Rocks. *Geotimes*, 26-30.
- JUNG, J. y BROUSSE, R. (1959).—*Classification modale des roches éruptives*. (1 ed.). Masson. París. 122 pp.
- WYLLIE, P., COX, K. G. y BIGGAR, G. M. (1962).—The habit of apatite in synthetic systems and igneous rocks. *Jour. Petrol.* 3, 238-243.