

# GEOLOGIA Y COMPOSICION DE MATERIAS PRIMAS MAGMATICAS NEOGENAS DE CATALUÑA<sup>(1)</sup>

**P. ALFONSO ABELLA**  
**C. DE LA FUENTE CULLELL**  
**S. MARTINEZ MANENT**  
**I. QUERALT MITJANS**

U.E.I. Mineralogía, Instituto «Jaime Almera», C.S.I.C., Barcelona  
Dpto. Cristalografía y Mineralogía. Fac. Geología. Univ. Barcelona

## RESUMEN

El volcanismo neógeno catalán se divide en 3 áreas: Cordillera Transversal o área de La Garrotxa, El Emporda y La Selva.

Se han realizado análisis químicos de los materiales de los afloramientos principales, así como un estudio mineralógico mediante difracción de rayos X y estudio de láminas delgadas al microscopio óptico. Se ha visto que son lavas relativamente homogéneas pertenecientes al grupo de los basaltos y basanitas. El empleo de la microscopía de calefacción permitió conocer la variación de la viscosidad de estos materiales con el aumento de la temperatura, viendo que funden a temperaturas relativamente bajas.

## Geology and composition of magmatic neogenous raw materials of Catalonia

The neogenous Catalonian volcanic extension is divided into 3 areas: The range of mountains known as the region of La Garrotxa, El Emporda and La Selva.

Chemical analyses have been made of the main materials appeared on the surface, together with a mineralogical study using X-ray diffractometry and a thin layer study using an optical microscope. It has been observed that the lava is relatively homogeneous and belongs to the group of basalts and basanites.

The use of heat microscopy enabled to learn about the variation of viscosity of these materials with an increase in temperature, observing also that they melt at relatively low temperatures.

## Geologie et composition des matières premières magmatiques neogenes en Catalogne

Le volcanisme néogene catalan est observé dans trois régions distinctes: Cordillere transversale ou région de La Garrotxa, El Emporda et La Selva.

Il a été fait des analyses chimiques des matériaux des principaux affleurements ainsi qu'une étude minéralogique par diffractométrie de rayons X et observation de lames minces au microscope optique. On constate qu'il s'agit de laves relativement homogènes appartenant au groupe des basaltes et des basanites. Le recours à la microscopie avec chauffage permet de connaître la variation de la viscosité de ces matériaux avec l'augmentation de la température; on constate qu'ils fondent à des températures relativement peu élevées.

## Geologie und Zusammensetzung neogener magmatischer Mineralrohstoffe aus Katalonien

Der neogene Vulkanismus umfaßt in Katalonien folgende drei Gebiete: die querverlaufende Gerbirgsformation von La Garrotxa, El Emporda und La Selva.

Es wurden chemische Analysen der wichtigsten ausstreichenden Mineralstoffe vorgenommen, ferner eine mineralogische Untersuchung mittels Röntgenstrahlenbeugung und Lichtmikroskopie dünner Lamellen. Dabei konnte festgestellt werden, daß es sich um verhältnismäßig homogenes Lavagestein der Gruppe der Basalte und Basanite handelt. Durch Erhitzungsmikroskopie ließ sich ermitteln, wie sich die Viskosität dieser Stoffe mit zunehmender Temperatur ändert, ferner daß diese bei schon relativ niedriger Temperatur zschmelzen.

## 1. INTRODUCCION

Existe en Cataluña un importante volcanismo de edad neógena que afectó a un sector de unos 800 km<sup>2</sup> (fig. 1). Es un volcanismo fisural que se clasifica, por el quimismo de sus productos y su emplazamiento, en el tipo alcalino de zonas de rift continental, Arana *et al.* (1).

Tanto por la ubicación de sus afloramientos como por su edad y características geoquímicas, podemos dividir este volcanismo en tres áreas:

- La Cordillera Transversal o área de La Garrotxa. Es el área con mayor número de afloramientos, los más importantes son Olot, Castellfollit de la

(1) Original recibido el 5 de noviembre de 1985.

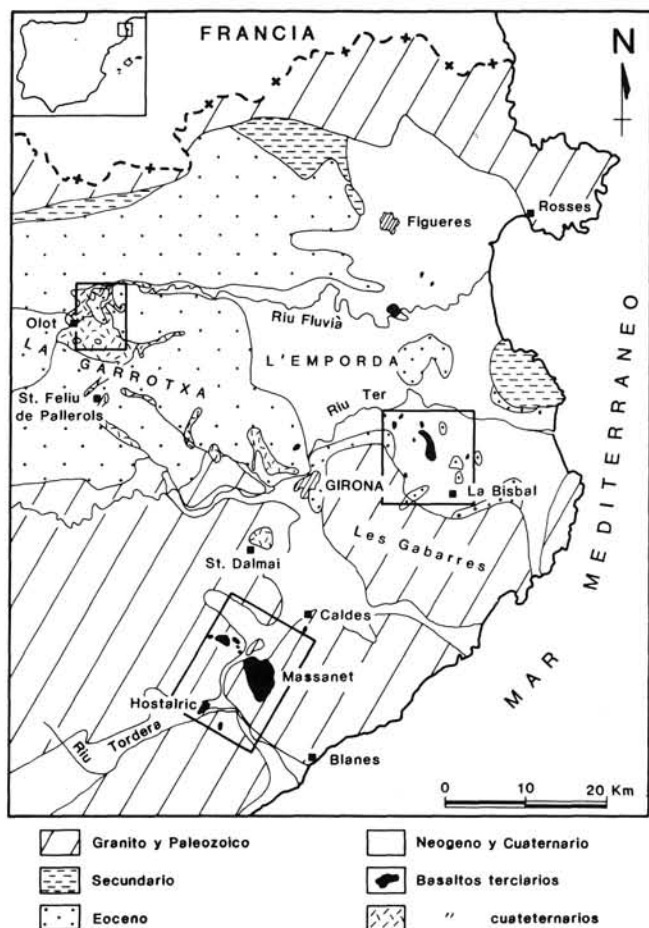


Fig. 1.— Localización del volcanismo neógeno catalán. Según Arana et al. (1).

Roca, Sant Joan Les Fonts, Balet, El Croschat, etc. Sus materiales son coladas de lavas basálticas y basaníticas que fluyeron a lo largo de los valles de los ríos principales. También son muy abundantes los materiales piroclásticos, ej. en el volcán Sta. Margarita, El Roca Negra, etc. La mayoría de estos materiales son de edad cuaternaria. La cartografía más moderna y detallada de este área es la debida a Marallach (2).

- El Empordà. Estructuralmente se divide en dos: Alt y Baix Empordà, es en el segundo donde se encuentran los afloramientos volumétricamente más importantes: Rupià, Corsà, Flassà, etc. Los materiales son también basaltos y basanitas, pero de edad terciaria, Donville (3).
- La Selva. Sus afloramientos más importantes son los del bloque de l'Esparra, Massanet, Les Mallorquines y Hostalric. Están formados por lavas basálticas y también contienen piroclastos. Son todos ellos de edad terciaria.

Se ha efectuado un muestreo de las lavas en los principales afloramientos de la zona en los que se cumplen las siguientes características: son abundantes, de bajo coste de extracción y no presentan un grado de alteración elevado (fig. 2 a, b y c).

## 2. PARTE EXPERIMENTAL

### 2.1. Análisis químico

Para determinar la composición química de los materiales de los distintos afloramientos estudiados se efectuaron análisis por diferentes técnicas: espectrofotometría de absorción atómica para el Si, Al, Ti, Mn, Mg y Ca, espectrofotometría de llama para en Na y K y colorimetría en el caso del  $P_2O_5$  y  $Fe_2O_3/FeO$ .

### 2.2. Microscopía óptica

Para el estudio de la mineralogía y estructura de las rocas muestreadas, se realizaron láminas delgadas, que fueron estudiadas al microscopio óptico de transmisión.

### 2.3. Difracción de rayos X

La difracción de rayos X se ha empleado como una técnica auxiliar en la determinación de la composición mineralógica. Se han realizado difractogramas de rayos X de todas las muestras, a partir de los cuales se calculó la composición del olivino. También se emplearon para determinar la composición de los feldespatoides. Sólo mediante esta técnica se pudo detectar la presencia de estos minerales y de sanidina en las muestras en que únicamente están presentes en la matriz y, por lo tanto, su tamaño es muy pequeño.

El aparato empleado ha sido un difractómetro de polvo convencional Siemens D 500, con monocromador de grafito y anticátodo de Cu.

### 2.4. Microscopía de calefacción

Se ha empleado esta técnica para conocer el comportamiento de la viscosidad de estos materiales al ser tratados térmicamente y así determinar, aproximadamente, la temperatura a la que fundirán.

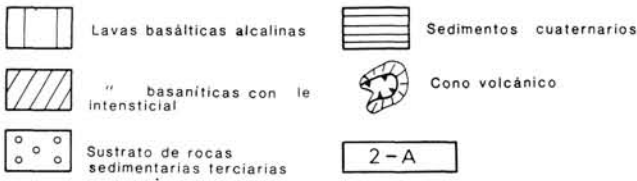
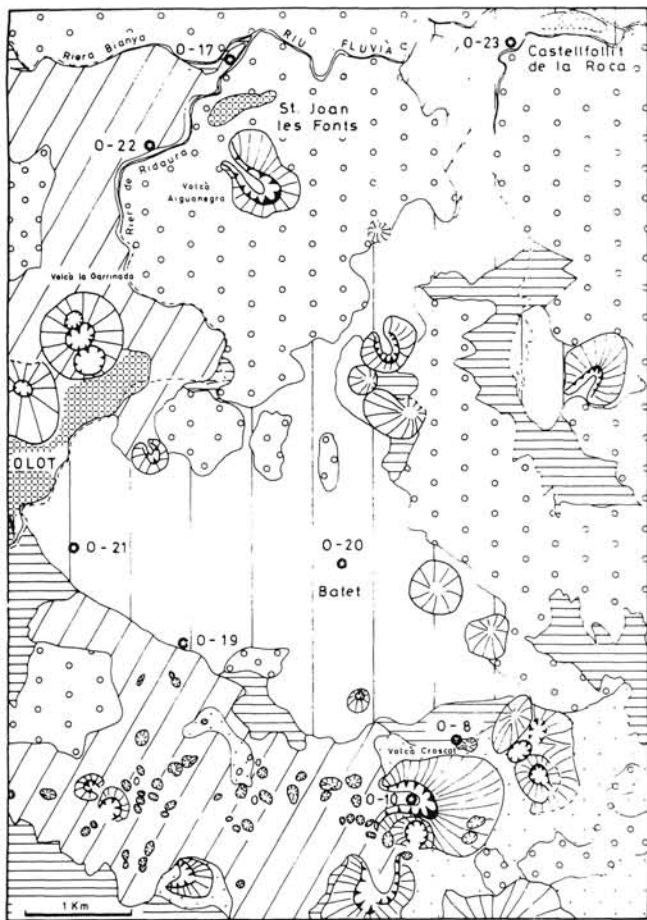
## 3. RESULTADOS Y DISCUSION

### 3.1. Análisis químico

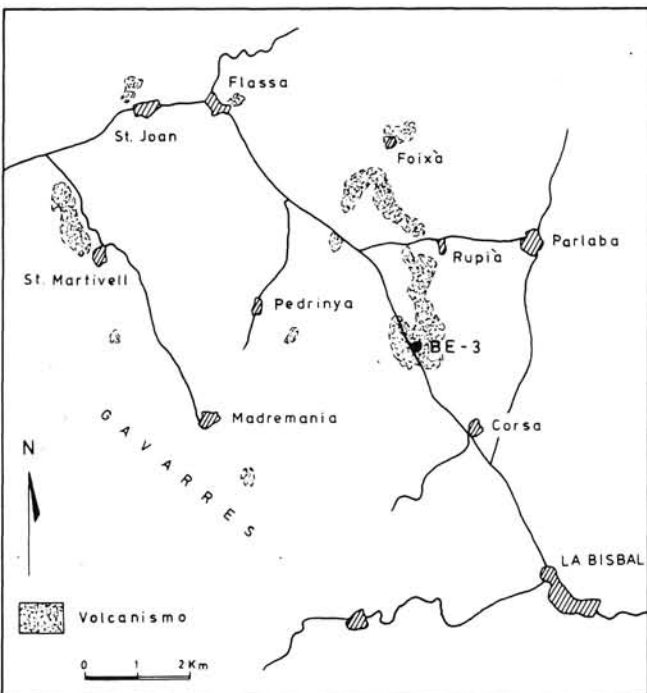
La composición química de los materiales estudiados puede observarse en la tabla I. Mediante la utilización de estos datos, se halló la composición mineralógica normativa de las rocas estudiadas. Esta es una mineralogía teórica, calculada a partir de la composición química según la combinación adecuada de los diferentes óxidos que componen la roca. Existen diversas reglas o normas establecidas para la realización de estos cálculos. La más empleada en el caso de las rocas ígneas, y por tanto de materiales basálticos, es la norma C.I.P.W., Hutchinson (4) (tabla II).

### 3.2. Clasificación geoquímica

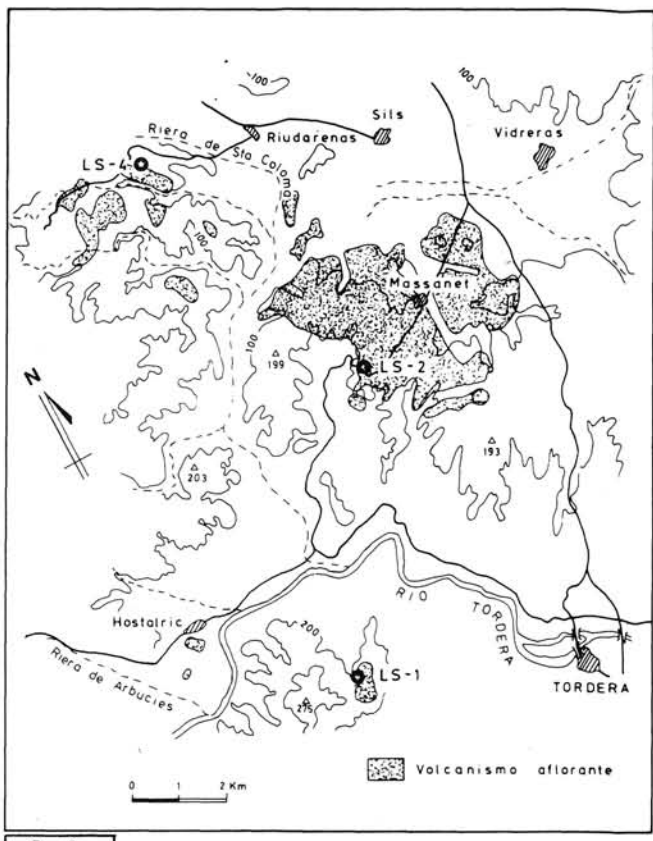
La clasificación geoquímica de las rocas volcánicas se puede representar mediante un diagrama debido a La Roche (5), realizado a partir del tetraedro de los basaltos de Yoder y Tilley, haciendo intervenir todos los elemen-



2-A



2-B



2-C

Fig. 2.— Localización de los afloramientos estudiados: a) La Garrotxa, cartografía según Marallach (2). b) Baix Empordà y c) La Selva, según Donville (3)

tos mayores. Según su situación en este diagrama (fig. 3), las rocas estudiadas pertenecen a los grupos de los basaltos, basanitas y tefritas.

3.3. Petrografía y mineralogía

Petrográficamente todas las rocas estudiadas pertenecen al grupo de las basanitas o al de los basaltos, según contengan o no feldespatoides.

Estos materiales presentan una estructura porfídica formada por una matriz constituida esencialmente por microlitos de plagioclasa de composición entre andesina y bytownita, de tamaño variable, ente 10 y 400 μm. En ocasiones, estos microlitos se hallan dispuestos rodeando a los fenocristales dando lugar a una estructura fluidal (fig. 4). Otras veces la estructura puede ser dolerítica, como por ejemplo en el basalto de Batet, O-20 (fig. 5). En otras muestras se hallan orientados al azar.

Los fenocristales más abundantes son de olivino y/o augita. El olivino se encuentra formando cristales idiomórficos o subidiomórficos, a menudo con un tamaño visible al ojo humano. Respecto a su composición, que fue determinada por difracción de rayos X mediante la ecuación de Yoder y Sahama (6), pertenece a la serie forsterita-fayalita (Mg<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>) (Fe<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>), dentro de la cual se halla en un intervalo comprendido entre Fo<sub>55</sub> y Fo<sub>88</sub>. El clinopiroxeno es de tipo Fassaita, es decir, una augita

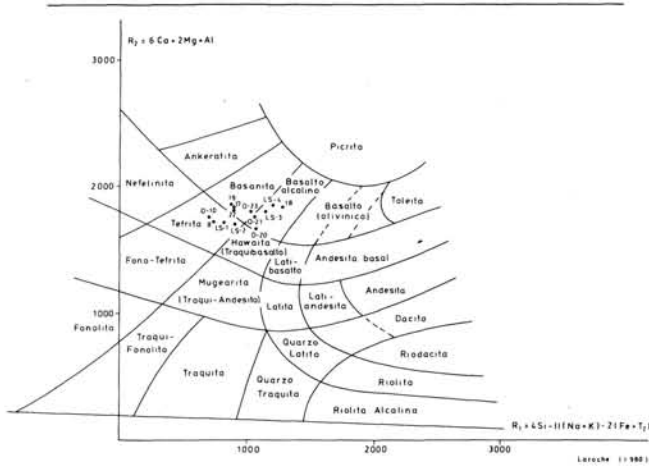


Fig. 3.— Situación de las muestras estudiadas en el diagrama  $R_1-R_2$ : La Roche (4).

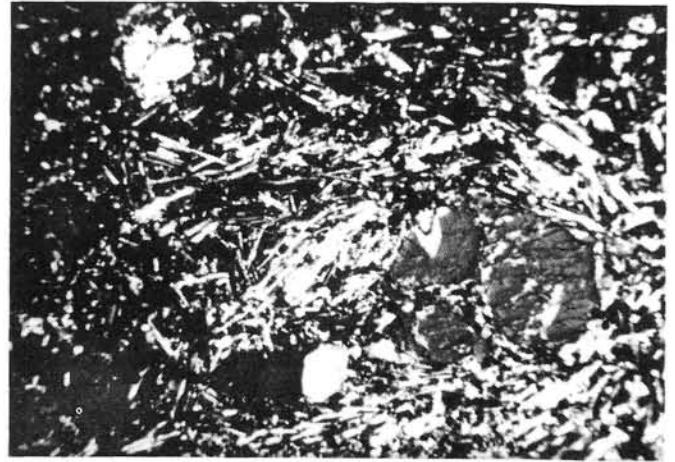


Fig. 4.— Microfotografía en la que se muestra la orientación de los microlitos de plagioclasa rodeando a un fenocristal de olivino (Nx, x50).

TABLA I  
COMPOSICION QUIMICA HALLADA POR ABSORCION ATOMICA, FOTOMETRIA DE LLAMA Y COLORIMETRIA EN LAS ROCAS ESTUDIADAS

	0-8	0-10	0-17	0-18	0-20	0-21	0-22	0-23	LS-1	LS-2	LS-4	BE-3
SiO <sub>2</sub>	45.20	44.70	46.00	45.10	47.20	45.00	45.00	45.00	46.70	47.10	46.50	44.80
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.85	14.55	14.60	15.00	14.65	15.85	14.60	15.00	16.55	16.10	16.40	16.10
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.15	4.11	3.75	3.76	4.65	1.91	3.08	5.07	2.98	3.06	4.11	3.20
FeO	8.00	8.02	7.48	8.64	6.89	8.26	8.15	7.33	6.91	6.65	6.14	8.05
MnO	0.17	0.18	0.17	0.18	0.18	0.16	0.17	0.18	0.15	0.17	0.16	0.18
MgO	8.53	9.13	9.21	9.16	6.27	7.49	9.21	9.16	6.79	7.17	7.83	7.98
CaO	9.43	9.59	10.12	10.14	9.83	10.11	10.02	10.04	9.94	9.83	10.69	10.79
Na <sub>2</sub> O	3.97	3.78	3.61	3.42	3.55	3.56	3.51	3.42	4.32	4.56	3.04	3.52
K <sub>2</sub> O	2.09	2.37	2.09	1.53	1.81	1.47	2.29	1.53	1.89	1.35	2.00	0.96
TiO <sub>2</sub>	2.58	2.52	2.50	2.61	2.60	1.95	2.60	2.61	1.84	2.03	2.45	2.39
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.48	0.49	0.36	0.26	0.85	0.52	0.41	0.30	0.27	0.24	0.31	0.39
P.F.	0.69	0.38	0.35	0.50	0.52	0.65	0.35	0.47	1.80	1.90	0.65	2.40
	100.14	99.82	100.24	100.30	99.00	96.93	99.39	100.11	100.20	100.16	100.28	100.16

TABLA II  
COMPOSICION MINERALOGICA NORMATIVA DE LOS MATERIALES DEL VOLCANISMO NEOGENO CATALAN REALIZADA A PARTIR DE DATOS DE LA TABLA I (SEGUN LAS NORMAS C.I.P.W.)

	0-8	0-10	0-17	0-20	0-21	0-22	0-23	LS-1	LS-2	LS-4	BE-3
Ortosa	12.35	14.00	12.35	10.69	8.69	13.53	9.04	11.17	7.98	11.82	5.79
Albita	12.13	8.11	11.35	25.31	14.93	9.47	14.64	14.73	19.30	15.13	17.59
Anortita	16.53	15.73	17.47	18.69	22.93	17.32	21.66	20.18	19.47	25.20	25.23
Nefelina	11.67	12.99	10.44	2.57	8.27	11.00	7.78	11.87	10.49	5.76	6.63
Diópsido	21.75	22.94	24.21	19.62	19.37	23.86	21.31	22.08	22.27	20.56	18.36
Olivino	13.64	13.83	13.02	7.96	14.46	14.34	12.85	9.92	9.94	9.92	14.12
Magnetita	6.02	5.96	5.44	6.74	2.77	4.46	7.35	4.32	4.44	5.96	4.64
Ilmenita	4.90	4.79	4.75	4.96	3.70	4.94	4.96	3.49	3.85	4.65	4.54
Apatito	1.14	1.16	0.85	2.01	1.23	0.97	0.71	0.64	0.57	0.73	0.92
Total norma	98.00	48.69	98.39	98.80	53.73	98.47	51.50	96.86	96.95	98.92	96.97





Fig. 5.— Vista de la estructura dolerítica del basalto de Batet, 0-2- (Nx, x20).

rica en Ti. Estos fenocristales también pueden observarse a menudo a simple vista. Algunos de ellos pueden ser idiomórficos y otros subidiomórficos; si lo son, suelen presentar zonación. Los olivinos presentes en las rocas terciarias se encuentran algo alterados a iddingsita y óxidos de Fe.

En el caso de las basanitas, además de éstos, puede haber feldespatoides: leucita y analcima. Estos minerales se observaron en todos los materiales terciarios: LS-1, LS-2, LS-4 y BE-3, y en las muestras 0-8, 0-10 y 0-22.

En algunas muestras estos feldespatoides y/o Feldespato potásico (sanidina en este caso), solamente están presentes en la matriz, observándose por DRX (fig. 6).

Algunas muestras también contienen megacristales de plagioclasa y de sanidina.

El vidrio generalmente está ausente; sólo se ha observado en los materiales procedentes del Croscat (fig. 7).

### 3.4. Microscopía de calefacción

A partir de las microfotografías obtenidas por esta técnica, puede realizarse la gráfica viscosidad/temperatura. En ella aparecen, de menor a mayor temperatura, las temperaturas de sinterización, reblandecimiento,

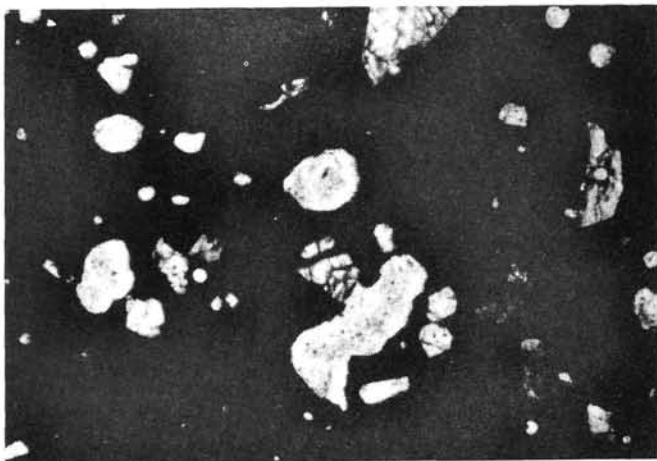


Fig. 6.— Microfotografía de la muestra 0-10, Croscat, con abundante vidrio intersticial y porosidad (L. P. x50).

media bola y fluidez; esta última varía entre 1.180° y 1.320° C. Una de las causas de esta variación podría ser atribuida al contenido en Al de estas muestras, ya que éste aumenta la viscosidad de los fundidos y los resultados observados en esta gráfica (fig. 8) concuerdan con lo que cabría esperar a partir de los valores del contenido en Al de las muestras que se exponen en la tabla I.

## 4. CONCLUSIONES

La homogeneidad en la mineralogía y composición química de las lavas del volcanismo neógeno catalán, así

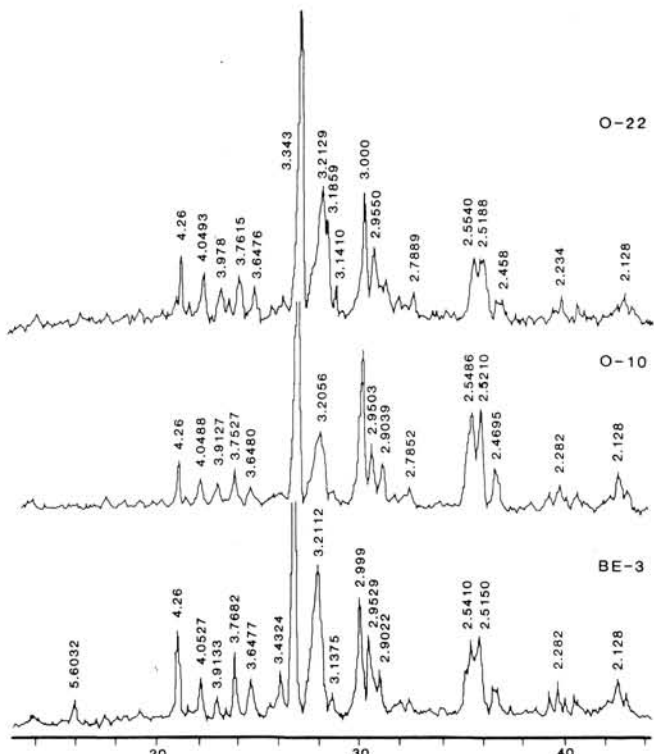


Fig. 7.— Difractogramas de algunos de los materiales estudiados.

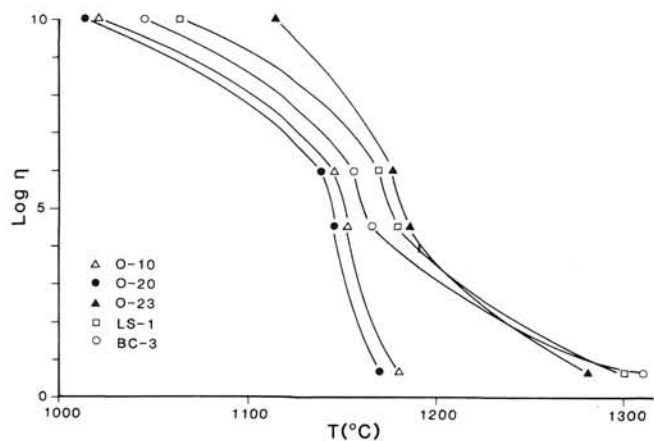


Fig. 8.— Gráfica viscosidad/temperatura realizada por microscopía de calefacción con materiales del volcanismo neógeno catalán.

como su relativamente poco elevada temperatura de fluidez constituyen dos factores positivos para su utilización como materias primas en la elaboración de materiales vitrocerámicos.

#### BIBLIOGRAFIA

ARAÑA, V., APARICIO, MARTIN ESCORZA, GARCIA CACHO, ORTIZ, VAQUER, BARBERI, FERRARIA, ALBERT y GASSIOT: El volcanismo neógeno cuaternario de Cataluña: caracteres estructurales, petrológicos y geodinámicos. *Acta Geol. Hisp.*, 18 (1984) 1, 1-17.

2. MARALLACH, J. M.: Carta Geológica de la región volcànica d'Olot. Edit. Ayuntamiento de Olot, E. 1:20.000 (1980).
3. DONVILLE, M.: Geologie neógene de la Catalogne Orientale. *Bull. B.R.G.M.*, IV (1976) 3, 177-210.
4. HUTCHINSON, CH.: Laboratory Handbook of Petrographic Techniques. Edit. A. Wylley and Sons. A. Wylley Intersc. Publ. N. York (1974).
5. LA ROCHE, H. *et al.*: A clasification of volcanic and plutonic rocks using  $R_1$ - $R_2$  diagram and major-element analyses. Its relation with current nomenclature. *Chem. Geol.*, 20 (1980) 183-210.
6. YODER, H. S.; SAHAMA, T. G.: Olivine X-ray determinative curve. *Amer. Mineral.*, 42 (1957) 17.