

ESTUDIO PETROLOGICO Y GEOQUIMICO DEL PLUTON DE TRUJILLO (CACERES, ESPAÑA)

J. Guijarro (*), A. Moreno (*), J. Astudillo (***) y A. Gutiérrez (*)

RESUMEN

En función del estudio petrológico, el plutón de Trujillo está constituido por una adamellita porfídica que ha cristalizado en tres fases, presentando una cuarta de alteración. Posteriormente consolidó la microadamellita porfídica, bajo tres facies petrogenéticas, en el siguiente orden: Biotítica, leucocrática y turmalinizada. Cada una de estas tres facies comportan tres fases de cristalización y una de alteración.

El análisis de elementos mayores ha sido realizado en las adamellitas, microadamellitas y en los contactos de los filones volframíferos con la adamellita porfídica. De la interpretación de los diagramas de Harker y de los triangulares AFM y CaO-Na₂O-K₂O se deduce un marcado carácter alcalino y peraluminoso en los tres grupos de muestras.

Se han analizado también numerosos elementos traza, observándose una clara concordancia entre el grado de diferenciación del material y el contenido en dichos elementos; siendo Rb, Cs, Sr, Ba y Li los que mejor reflejan dicha evolución.

PALABRAS CLAVE: Petrología, Geoquímica, Adamellita, Trujillo.

ABSTRACT

From the petrogenetic study is established that pluton of Trujillo is an porphyritic adamellite, crystallised in three phases with an alteration one. Later, the porphyritic microadamellite crystallised in three petrogenetic facies: biotitic, leucocratic and turmaline. Each facies has three crystallisation phases and an alteration one.

The major elements were analysed in adamellites, microadamellites and contacts between tungsten veins and porphyritic adamellite. From Harker, AFM and CaO-Na₂O Y K₂O diagrams is emphasized an alkaline and peraluminic character. The distribution of trace elements is agree with the material evolution; Rb, Cs, Sr, Ba y Li settle better this connection.

KEY WORDS: Petrology, Geochemistry, Adamellite, Trujillo.

Introducción

El batolito de Trujillo se halla situado al sureste de la provincia de Cáceres (fig. 1), constituyendo parte de la zona central ibérica del macizo Hespérico de España, según Lotze (1970).

Las rocas sedimentarias en las que se intruye dicho batolito están constituidas por una serie pizarroso-grauváquica, azoica y metamorfizada de edad Precámbrico superior (alcudiense)-Infracámbrico. El metamorfismo regional, con biotita y epidota, no sobrepasa la facies de esquistos verdes o de grado bajo, según Winkler (1970). El metamorfismo de contacto, que se traduce por una aureola relativamente ancha, tiene como asociación mineralógica cordierita incipiente, andalucita, biotita, clorita y moscovita, lo que permite definirlo como de bajo a medio grado, según Winkler (1970).

Petrología

El Plutón de Trujillo, según Guijarro (1982), está constituido por una adamellita porfídica de dos micas y una microadamellita porfídica, a veces de dos micas y otras moscovítica (fig. 1).

La adamellita porfídica ha cristalizado en tres fases, apareciendo una cuarta fase de alteración (fig. 2). Se caracteriza por la presencia de microcristales (< 500 μ), mesocristales (entre 500 μ y 3.500 μ) y fenocristales (> 3.500 μ). Siendo su composición mineralógica global: cuarzo 32 %, feldespato potásico (microclina) 27 %, plagioclasa (albita-An 3,19 %) 16 % (según análisis efectuados en ésta con microsonda electrónica por el doctor López Ruiz: SiO₂ 67,87 %, Al₂O₃ 20,31 %, CaO 0,62 %, Na₂O 10,91 %, K₂O 0,14 %; total, 99,85 %), moscovita 9 %, biotita 8 %, sericita 4 %, clorita 2 %, turmalina 1 % y, como indicios: circón, rutilo, anatasa, brookita, apatito, topacio, opacos, cordierita, andalucita, rutilo sagenético y óxidos de hierro. Describimos a continuación las diferentes fases de la evolución magmática de la adamellita porfídica (fig. 2):

(*) Departamento de Geología y Geoquímica (Universidad Autónoma de Madrid).

(**) Empresa Nacional del Uranio (E. N. U. S. A.).

— *Primera fase* (microcristales de tamaño inferior a 500μ). El 7 % aproximadamente del material ha cristalizado en esta fase siguiendo el siguiente orden de cristalización: circón, rutilo, anatasa, brookita, apatito, topacio y opacos (ilmenita y magnetita); todos como indicios y en inclusión en biotitas y cloritas así como en la matriz en forma de microcristales; andalucita damurnitizada y cordierita pin-

nitizada (indicios), produciéndose ambos fenómenos (damurnitización y pinnitización), al mismo tiempo que la moscovitización de las biotitas y cloritas y la sericitización de los feldespatos (4.^a fase); primera generación de biotita (indicios); primera generación de plagioclasas, débilmente sericitizadas (1,5 %); primera generación de moscovita (1,5 %); primera generación de cuarzo (4 %).

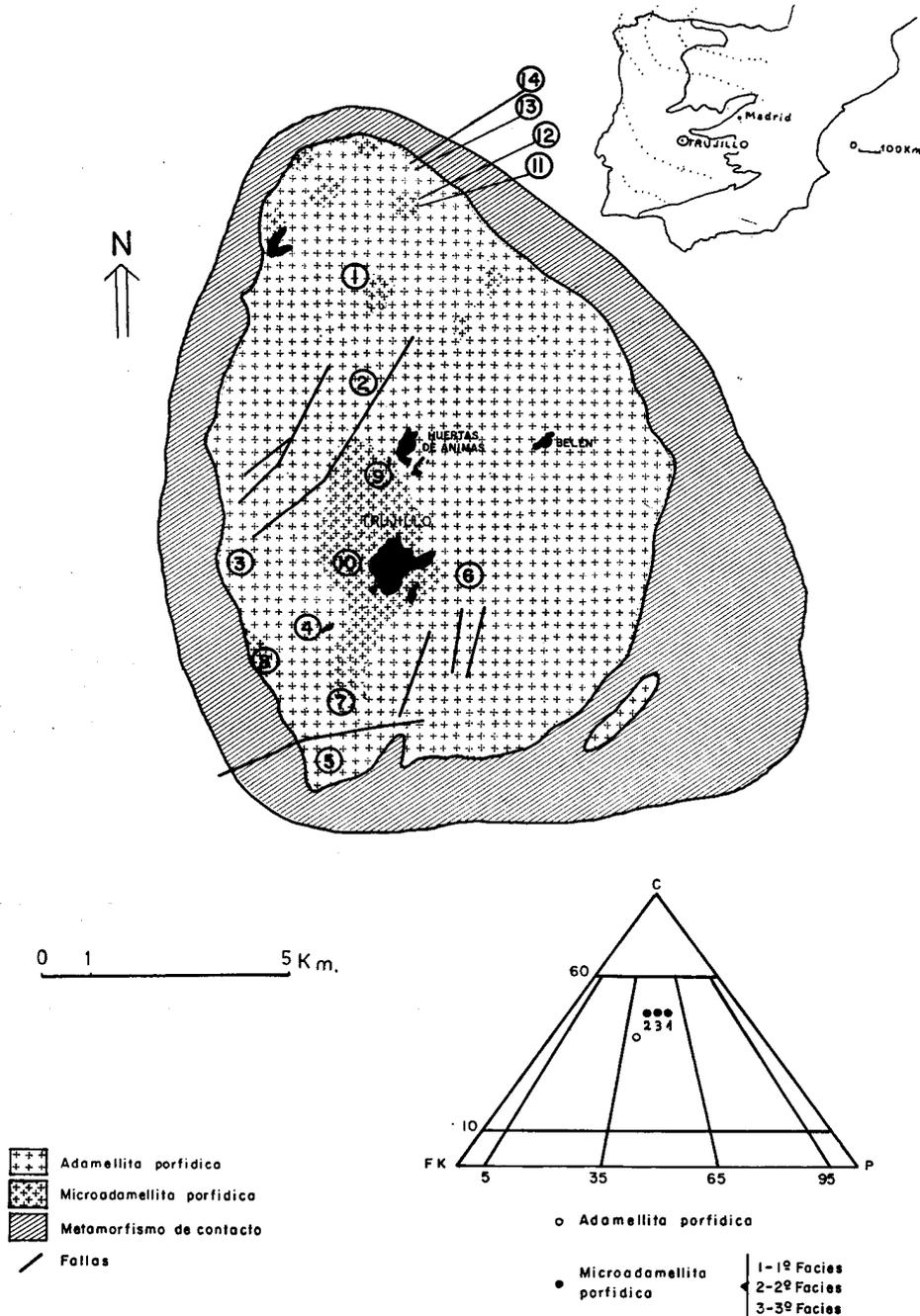


Fig. 1.—Situación y mapa geológico del plutón de Trujillo. Clasificación de los componentes petrogenéticos según I. U. G. S.

- Segunda fase (mesocristales con tamaños comprendidos entre 500 μ y 3.500 μ). El 42 %, aproximadamente, del material ha cristalizado en esta fase según el siguiente orden de cristalización: segunda generación de biotita (8 %); segunda generación de plagioclasas, con cierto grado de sericitización (6 %); primera generación de feldespato potásico, microclina sana o débilmente sericitizada (8 %); segunda generación de moscovita (5 %), y segunda generación de cuarzo (15 %).
- Tercera fase (fenocristales de más de 3.500 μ). El material cristalizado en esta fase es aproximadamente del 37 %, con el siguiente orden de cristalización: tercera

se halla en las 470 μ , se encuentra representada bajo tres facies petrogenéticas bien diferenciadas, todas ellas posteriores a la formación de la adamellita porfídica. Cada facies comporta, como en el caso de la adamellita porfídica, tres fases de cristalización y una cuarta fase de alteración (fig. 2). La primera fase de cristalización está representada por microcristales (< 200 μ), la segunda por mesocristales (200-1.000 μ) y la tercera por fenocristales (> 1.000 μ).

La composición mineralógica total de la primera facies petrogenética es: cuarzo 39 %, plagioclasa (albita-An 2,95 %) 22 % (análisis efectuado en ésta con microsonda electrónica por el doctor López Ruiz. SiO₂ 67,73 %, Al₂O₃ 20,24 %, CaO 0,58 %, Na₂O 11,08 %, K₂O 0,11 %, total 99,74 %).

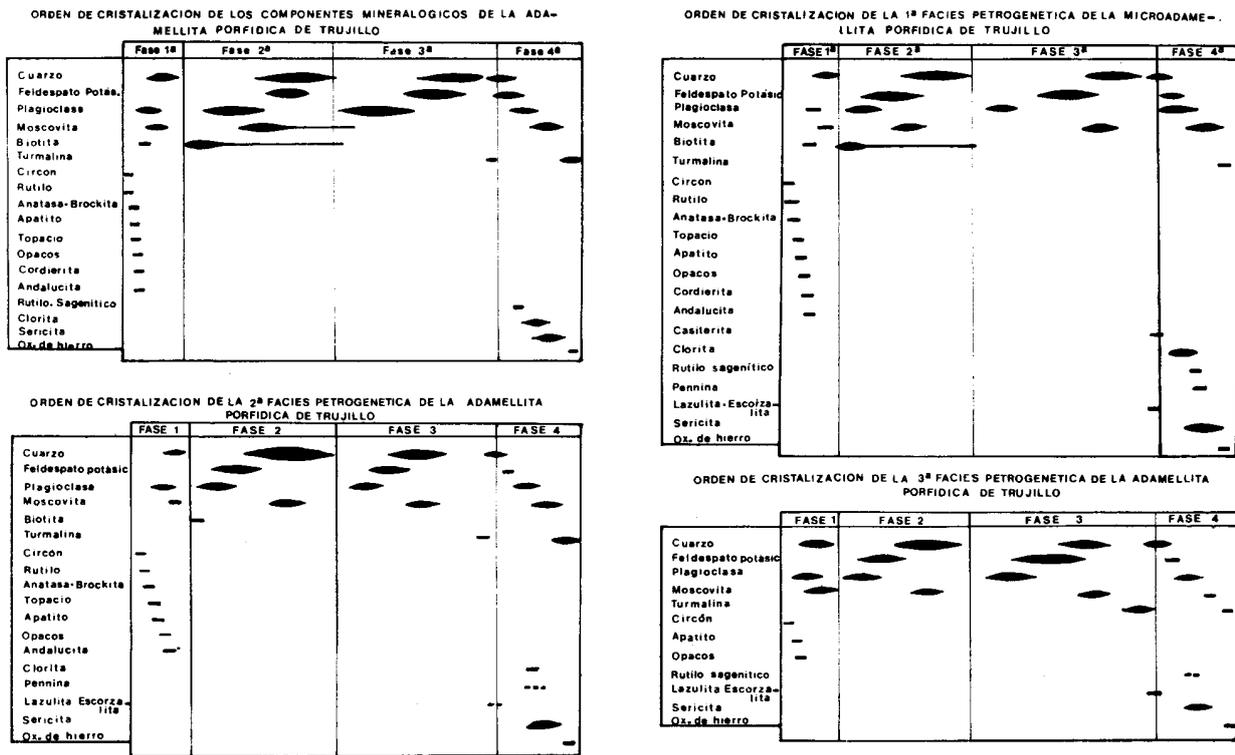


Fig. 2.—Orden de cristalización de los componentes mineralógicos de la adamellita porfídica y de las tres facies de la microadamellita porfídica.

generación de plagioclasas, fuertemente sericitizadas (6%); segunda generación de feldespato potásico, débilmente sericitizado (18 %); tercera generación de cuarzo (13 %), y primera generación de turmalina (indicios).

- Cuarta fase. El material que interviene en esta fase tiene el siguiente orden de aparición: cuarzo mirmequítico (indicios); microclinización de plagioclasas (1 % de microclina); albitización de la microclina (2,5% de albita fisural); cloritización de biotitas (2 % de clorita); moscovitización de la biotita (2,5% de moscovita); damurnitización de la andalcita, pinnitización de la cordierita y sericitización de los feldespatos (4 % de sericita); rutilo sagenítico (indicios); turmalinización de biotitas y feldespatos (1 %) y óxidos de hierro (indicios).

La microadamellita porfídica, cuyo tamaño medio de grano

feldespato potásico (microclina) 11 %, moscovita 13 %, biotita 2 %, sericita 3 %, clorita 2 % y, como indicios: turmalina, circón, rutilo, anatasa, brookita, topacio, apatito, opacos, cordierita, andalcita, casiterita, rutilo sagenítico, pennina, lazulita-escorzalita, zoisita y óxidos de hierro (fig. 2).

Examinando las diferentes fases de cristalización de esta primera facies petrogenética de la microadamellita porfídica observamos:

- Primera fase (microcristales de tamaño inferior a 200 μ). Ha cristalizado un 17 % del material, apareciendo los siguientes componentes mineralógicos según su orden de cristalización: circón, rutilo, anatasa, brookita, topacio, apatito y opacos (ilmenita y magnetita) como indicios; andalcita y cordierita (alteradas) como indicios; primera generación de biotita (indicios); primera generación de

plagioclasas 2 %; primera generación de moscovita 4 %, y primera generación de cuarzo 10 %.

- *Segunda fase* (mesocristales con tamaños entre 200 y 1.000 μ). Un 52 % de material cristalizado con el siguiente orden de cristalización: segunda generación de biotita 2 %; segunda generación de plagioclasas 9 %; primera generación de microclina 15 %; segunda generación de moscovita 2 %, y segunda generación de cuarzo 24 %.
- *Tercera fase* (fenocristales de tamaño > 1.000 μ). Un 13 % de material cristalizado con el siguiente orden de cristalización: tercera generación de albita 3 %; segunda generación de microclina 2 %; tercera generación de moscovita 3 %, y tercera generación de cuarzo 5 %.
- *Cuarta fase*. El 17 % del material que interviene en esta fase está constituido por: cuarta generación de cuarzo (mirmequítico) como indicios; lazulita-escorzalita (asociada a feldespatos) como indicios; microclinización de albitas (tercera generación de microclina) como indicios; albitización de microclinas (cuarta generación de albita) 8 %; cloritización de biotitas (clorita) 2 %; pennina como indicios, moscovitización de biotitas y cloritas (cuarta generación de moscovita) 4 %; turmalinización de biotitas y feldespatos (turmalina) como indicios; sericitización de feldespatos (sericita) 3 %; indicios de casiterita, asociada a un filoncillo con cuarzo y pennina (cristalización tardía); indicios de zoisita, como alteración de feldespatos; rutilo sagenítico y óxidos de hierro, indicios, por alteración de biotitas.

La composición mineralógica total de la segunda facies petrogenética es: cuarzo 41 %, microclina 22 %, albita 19 %, moscovita 11 %, biotita indicios, turmalina 3 %, circón, rutilo, anatasa, brookita, topacio, apatito y opacos todos como indicios, clorita y pennina indicios, sericita 3 %, lazulita-escorzalita indicios y óxidos de hierro indicios (fig. 2).

Estudiando la cristalización en sus cuatro fases, tenemos:

- *Primera fase*. Cristaliza el 11 % del material según el siguiente orden: circón, rutilo, anatasa, brookita, topacio, apatito y opacos (ilmenita, magnetita) como indicios, primera generación de albita 2 %; primera generación de moscovita 2 % y primera generación de cuarzo 6 %.
- *Segunda fase*. Cristaliza el 54 % del material con el siguiente orden: primera generación de biotita como indicios; segunda generación de albita 8 %; primera generación de microclina 13 %; segunda generación de moscovita 6 % y segunda generación de cuarzo 27 %.
- *Tercera fase*. Cristaliza el 25 % del material con el siguiente orden: tercera generación de albita 6 %; segunda generación de microclina 9 %; tercera generación de moscovita 1 %; tercera generación de cuarzo 8 % y primera generación de turmalina 1 %.
- *Cuarta fase*. Comprende el 10 % del material con el siguiente orden: cuarta generación de cuarzo (mirmequítico) como indicios; lazulita-escorzalita como indicios; microclinización como indicios; albitización 3 %; cloritización indicios; moscovitización 2 %; sericitización 3 %; pennina como indicios; turmalinización 2 % y óxidos de hierro como indicios.

La tercera facies petrogenética tiene la siguiente composición mineralógica total: cuarzo 40 %, microclina 21 %, albita 19 %, moscovita 13 %, turmalina 4 %, circón, apatito y opacos como indicios, sericita 2 %, lazulita-escorzalita

como indicios, rutilo sagenítico y óxidos de hierro como indicios (fig. 2).

Estudiando la cristalización en sus cuatro fases, tenemos:

- *Primera fase*. Cristaliza el 21 % del material según el siguiente orden: circón, apatito y opacos (magnetita e ilmenita) como indicios; primera generación de albita 3 %; primera generación de moscovita 6 % y primera generación de cuarzo 12 %.
- *Segunda fase*. Cristaliza el 45 % del material según el siguiente orden: segunda generación de albita 8 %; primera generación de microclina 12 %; segunda generación de moscovita 6 % y segunda generación de cuarzo 19 %.
- *Tercera fase*. Cristaliza el 29,5 % del material según el siguiente orden: tercera generación de albita 7 %; segunda generación de microclina 9 %; tercera generación de moscovita 1 %; tercera generación de cuarzo 9 % y primera generación de turmalina 3,5 %.
- *Cuarta fase*. Cristaliza el 3,5 % del material con el siguiente orden: cuarta generación de cuarzo (mirmequítico) como indicios; lazulita-escorzalita como indicios; microclinización en indicios; albitización en indicios; rutilo sagenítico como indicios; moscovitización en indicios; sericitización 2 %; turmalinización 0,5 % y óxidos de hierro como indicios.

En las tres facies petrogenéticas de la microadamellita porfídica se pueden realizar una serie de consideraciones:

1. La primera facies se caracteriza por su contenido en biotita, aunque ésta se encuentra en menor proporción que en la adamellita porfídica. No posee turmalina o está en pequeñas cantidades, lo cual indica que está comenzando el proceso de turmalinización de las biotitas. El porcentaje de plagioclasa es algo superior al del feldespato potásico, debido a una intensa albitización. Se observa cloritización y moscovitización de las biotitas y sericitización de los feldespatos.
2. La segunda facies contiene muy poca biotita y clorita, lo que puede llevar a pensar en un aumento de la moscovitización, pero debido al porcentaje similar de la moscovita con la primera facies, es probable que haya existido una turmalinización de biotitas y clorita como parece indicar el mayor contenido de este mineral en la segunda facies. El porcentaje de feldespato potásico es similar al de plagioclasas, ya que la albitización es menor en esta facies. La sericitización de feldespatos es similar a la facies anterior.
3. La tercera facies carece totalmente de biotita y clorita, siendo abundante la presencia de turmalina, lo que induce a pensar en un aumento de la turmalinización de posibles biotitas y cloritas se puede intuir, pero es difícilmente cuantificable. Los feldespatos potásicos están en mayor proporción que las plagioclasas, pues el proceso de albitización sigue disminuyendo. La sericitización de los feldespatos es similar a las facies anteriores.

Como síntesis podemos decir:

La clasificación de todos los grupos petrogenéticos (fig. 1) están en el campo de las adamellitas, según la clasificación I. U. G. S. (1973).

Tanto las adamellitas de grano grueso como las de grano fino se caracterizan por una paragénesis parecida, con el mismo orden de aparición de los minerales constitutivos, distinguiéndose tres fases de cristalización y una cuarta de

alteración. Las microadamellitas presentan tres facies petrogenéticas distintas.

De la adamellita porfídica a la microadamellita porfídica se observa la evolución mineralógica siguiente:

- Aumento del cuarzo del 32 al 39 % (1.^a facies), al 41 % (2.^a facies) y al 40 % (3.^a facies).
- Aumento de la albita total del 16 al 22 % (1.^a facies), al 19 % (2.^a facies) y al 19 % (3.^a facies).
- Aumento de la moscovita del 9 % al 13 % (1.^a facies), al 11 % (2.^a facies) y al 13 % (3.^a facies).
- Aumento de la turmalina del 1 % al 3 % (2.^a facies) y al 4 % (3.^a facies).
- Disminución de la microclina del 27 % al 17 % (1.^a facies), al 22 % (2.^a facies) y al 21 % (3.^a facies).
- Disminución de la biotita del 8 % al 25 % (1.^a facies), a indicios (2.^a facies) y a ausencia (3.^a facies).

Análisis y resultados

Las muestras seleccionadas para análisis químicos, cuya situación se puede observar en el esquema cartográfico del plutón (fig. 1), han sido recogidas mediante un muestreo de superficie. De cada muestra se han tomado, en función del tamaño de grano, de cinco a diez kilogramos de roca fresca.

En cada una de las catorce muestras se han analizado los siguientes elementos: silicio, aluminio, hierro total, titanio, manganeso, fósforo, magnesio, calcio, sodio, potasio, litio, cesio, rubidio, bario, estroncio, plomo, cinc, cobre, estaño, bismuto, volframio, fluor, boro, niobio, plata, molibdeno y tántalo.

Se ha utilizado la absorción atómica, como técnica analítica, para la determinación de aluminio, hierro, titanio, manganeso, magnesio, calcio, cesio, plomo, cinc, plata y cobre. El sodio, potasio y litio se han analizado por foto-

TABLA 1

Análisis de los elementos mayores y menores (% en peso)

	1	2	3	4	5	6	13	14
SiO ₂	73,40	74,60	74,57	72,17	73,01	74,01	73,97	74,21
Al ₂ O ₃	14,71	14,27	14,22	15,32	14,95	15,13	14,16	14,60
Fe ₂ O ₃	1,25	1,28	1,33	1,22	1,40	1,05	1,62	1,48
TiO ₂	0,23	0,21	0,19	0,11	0,13	0,14	0,20	0,15
MnO	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,04	0,04
P ₂ O ₅	0,35	0,31	0,40	0,37	0,23	0,33	0,30	0,33
MgO	0,33	0,34	0,35	0,34	0,39	0,26	0,35	0,36
CaO	0,41	0,34	0,40	0,36	0,39	0,42	0,37	0,31
Na ₂ O	3,21	3,49	3,38	4,06	3,51	3,52	4,04	3,22
K ₂ O	4,39	3,90	3,97	4,13	4,18	4,15	3,65	3,78
M. V.	1,63	1,20	1,14	1,29	1,26	0,98	1,38	1,51
Total	99,93	99,96	99,98	99,40	100,04	100,01	100,08	99,99

M. V. = materias volátiles

1. 2. 3. 4. 5 y 6.—Adamellita porfídica.
13 y 14.—Contacto adamellita-filón.

TABLA 1 (continuación)

	7	8	9	10	11	12
SiO ₂	76,60	74,98	73,62	75,77	74,71	73,18
Al ₂ O ₃	13,74	15,17	15,33	13,87	14,90	15,38
Fe ₂ O ₃	0,57	0,40	0,83	0,49	0,77	1,18
TiO ₂	0,09	—	0,01	0,09	0,02	0,19
MnO	0,01	0,01	0,10	0,02	0,04	0,02
P ₂ O ₅	0,31	0,32	0,71	0,26	0,37	0,29
MgO	0,13	0,10	0,08	0,18	0,19	0,37
CaO	0,29	0,26	0,32	0,43	0,31	0,47
Na ₂ O	3,42	3,16	3,53	3,10	3,12	3,22
K ₂ O	3,87	4,40	3,74	4,37	4,28	4,42
M. V.	0,96	1,12	1,64	1,43	1,59	1,19
Total	99,99	99,92	99,91	100,01	100,30	99,91

7, 8, 9, 10, 11 y 12.—Microadamellita porfídica.

TABLA 2
Análisis de elementos traza (en p. p. m.)

	1	2	3	4	5	6	13	14
Li	64	89	83	73	78	80	109	120
Rb	332	374	353	386	348	369	561	524
Cs	92	124	108	116	96	104	136	136
Ba	158	123	160	164	139	116	82	111
Sr	50	40	48	48	44	44	26	32
Pb	28	25	28	22	23	22	19	20
Zn	62	67	68	59	61	60	68	64
Sn	20	30	20	10	10	30	170	150
Nb	40	40	40	40	40	40	40	40
Ag	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,12	0,22
Cu	4,5	4,7	5,0	4,1	4,6	16,4	68,6	73,1
Mo	10	10	10	10	10	10	10	10
Bi	11	14	10	11	12	14	45	33
W	10	20	10	20	10	10	320	80
Ta	20	20	20	20	20	20	20	20
F	1700	2400	1650	1900	1450	2000	3900	4300
B	100	150	125	62	131	113	725	125

1, 2, 3, 4, 5 y 6.—Adamellita porfídica.
13 y 14.—Contacto adamellita-filón.

TABLA 2 (continuación)

	7	8	9	10	11	12
Li	47	24	542	79	156	46
Rb	535	449	1184	556	789	294
Cs	104	76	328	86	184	84
Ba	30	30	30	30	37	175
Sr	91	26	271	26	177	50
Pb	19	23	19	18	22	26
Zn	50	55	85	55	68	61
Sn	30	10	300	60	140	10
Nb	40	40	40	40	40	40
Ag	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Cu	4,0	4,5	5,6	4,6	7,5	4,2
Mo	10	10	10	10	10	10
Bi	13	14	12	11	10	13
W	20	10	20	20	10	10
Ta	20	20	20	20	20	20
F	1700	900	6900	2550	3950	1200
B	137	713	187	300	137	75

7, 8, 9, 10, 11 y 12.—Microadamellita porfídica.

metría de llama. Para el rubidio, estroncio, bario, molibdeno, bismuto, estaño, volframio, niobio y tántalo se ha empleado la fluorescencia de rayos-X. El flúor se ha determi-

nado mediante electrodo selectivo y silicio, boro y fósforo por colorimetría.

Los resultados se encuentran recogidos en las tablas 1 y 2.

Geoquímica

Elementos mayores y menores

El estudio geoquímico se basa en la interpretación de los resultados expuestos en las tablas de análisis químicos.

Los rangos de abundancia para los diferentes elementos, en las muestras de adamellita, microadamellita y contacto adamellita-filón, se representan gráficamente en las figuras 3 y 4.

Se puede apreciar, en los diagramas de Harker, un carácter marcadamente alcalino que se mantiene constante en las tres poblaciones representadas. Los porcentajes de calcio son especialmente bajos como consecuencia del marcado carácter albitico que presentan las plagioclasas. No se observa un cambio sustancial en los contenidos de sodio, potasio y calcio según aumenta la diferenciación geoquímica de estos materiales.

Una disminución en los contenidos de hierro total,

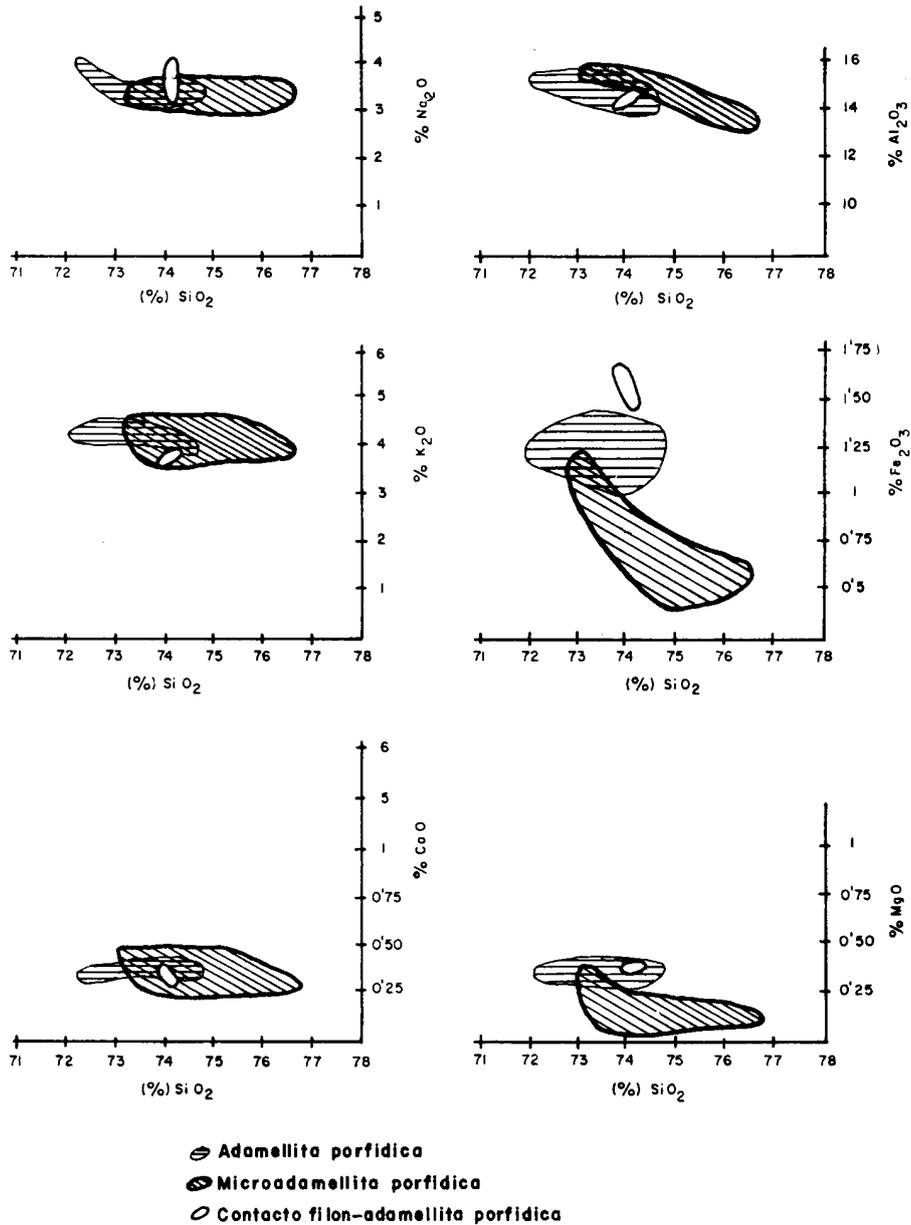
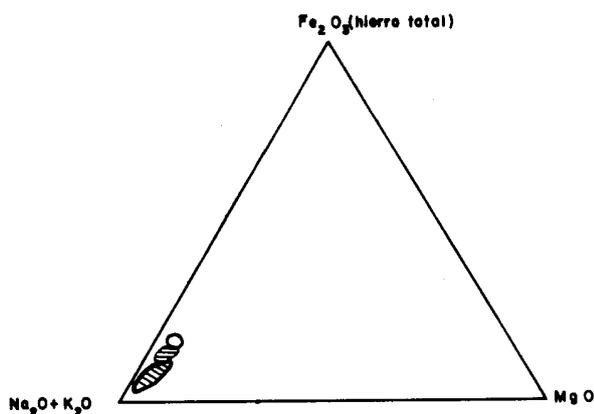
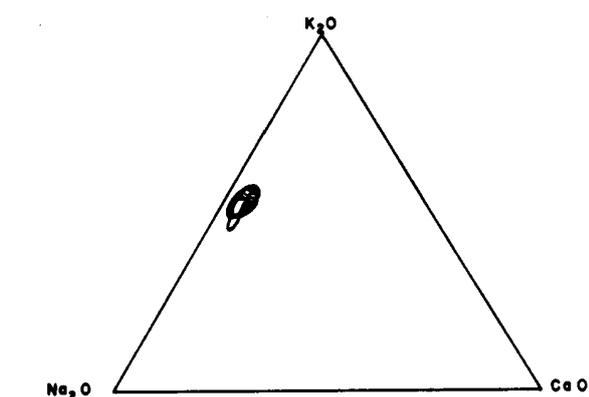


Fig. 3.—Diagramas de Harker para calcio, sodio, potasio, magnesio, aluminio y hierro total, en las poblaciones de adamellita porfídica, microadamellita porfídica y contacto filón-adamellita porfídica.

magnesio y titanio, queda patente en las muestras con un mayor contenido silicio, como es el caso de las microadamellitas. Estos tres elementos nos diferencian de forma clara las poblaciones de la adamellita y la microadamellita, dado el carácter más diferenciado de esta última. Las mayores concentraciones de hierro total se centran en el contacto filón-adamellita; debido probablemente a una contaminación



- Adamellita porfídica
- ◉ Microadamellita porfídica
- Contacto filón-adamellita porfídica

Fig. 4.—Diagramas triangulares, sodio, potasio, calcio y AFM en las poblaciones de adamellita porfídica, microadamellita porfídica y contacto filón-adamellita porfídica.

por fluidos en los filones. El aumento de la concentración de volframio en estas mismas muestras apoya esta hipótesis.

La adamellita y la microadamellita son peraluminosas, como se deduce de los altos valores que presentan los parámetros geoquímicos de peraluminosi-

dad, correspondiendo los valores más elevados a las muestras encuadradas dentro de la microadamellita.

Las muestras situadas en el contacto filón-adamellita se pueden considerar, según el carácter geoquímico de los elementos mayores, como un subconjunto de la adamellita, con la excepción de presentar concentraciones mayores en hierro total y manganeso.

En el diagrama triangular que representa los contenidos en calcio, sodio y potasio (fig. 4), se vuelve a poner de manifiesto el carácter alcalino de las tres poblaciones. En el proceso evolutivo que va desde la adamellita a la microadamellita queda patente un proceso de sodificación, lo que está de acuerdo con la evolución química de los feldespatos. La dispersión de valores entre sodio y potasio es poco amplia.

En el diagrama AFM (fig. 4) aparecen las tres poblaciones perfectamente diferenciadas, siendo la variación de la concentración de hierro la responsable fundamental de esta separación. Se puede apreciar un ligero descenso de la concentración de magnesio al pasar de la adamellita a la microadamellita, no habiendo en el contacto del filón variación en el contenido de dicho elemento.

Elementos traza

De acuerdo con los resultados obtenidos, los elementos Nb, Ag, Mo y Ta se han desechado por presentarse todos ellos en concentraciones inferiores a las del límite de detección de la técnica analítica utilizada.

Con objeto de agruparlos geoquímicamente, en base a sus contenidos y a su forma de variación conjunta en las distintas muestras, se ha construido la gráfica de la figura 5, en la que se representa de forma correlativa cada una de las muestras (número de orden) frente a los contenidos en los elementos analizados. En dicha gráfica se observan los siguientes hechos:

- a) Cobre, volframio, estaño, cinc, bismuto y plomo presentan las menores concentraciones, con muy poca variación a lo largo de todas las muestras. Sólo las muestras 13 y 14, próximas a contactos de filones, presentan un enriquecimiento notable, con respecto a las demás, en estaño, volframio y cobre. Es reseñable un aumento de concentración de cinc y estaño, para las muestras 9 y 11; extraordinariamente acentuado en el caso del estaño.
- b) Rubidio, flúor y boro son los elementos con concentraciones más elevadas.
- c) Existe una homogeneidad absoluta en las variaciones de concentración observadas para los elementos: litio, rubidio, cesio, estroncio, cinc

y estaño, así como para el bario, si bien este último varía de forma inversa.

- d) Las muestras 8, 11, 13 y 14 presentan la mayor concentración en casi todos los elementos, excepto para el bario, que registra valores mínimos.

La distribución de bario marca diferencias entre la adamellita y la microadamellita.

guna recta, observándose una gran dispersión de valores, con una relación litio/rubidio inferior a las muestras citadas anteriormente. Es decir, hay un enriquecimiento en rubidio o un empobrecimiento en litio.

Sn/Rb.—En la correspondiente gráfica se aprecia una correlación positiva entre el mismo grupo de muestras que en el caso anterior.

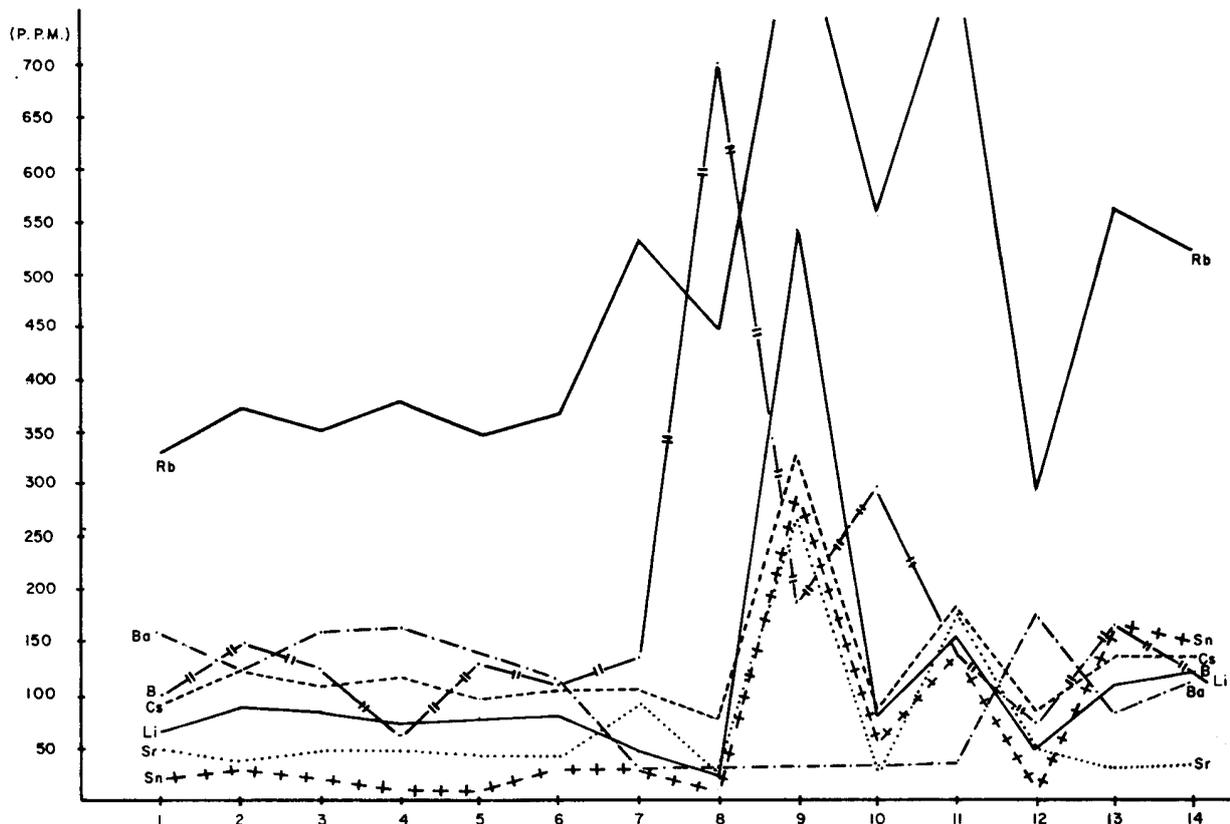


Fig. 5.—Concentración de Rb, Ba, B, Cs, Li, Sr y Sn en las muestras estudiadas (Ordenadas numéricamente).

De acuerdo con los resultados de esta gráfica, se ha considerado oportuno, para terminar el carácter geoquímico de estos materiales, construir las gráficas de variación de rubidio y bario con respecto a los otros elementos (figs. 6 y 7).

RELACIONES:

Li/Rb.—Se observa una clara asociación de las muestras 12, 1, 5, 3, 6, 2 y 9 con un aumento de ambos parámetros en el orden citado. El resto de las muestras no se ajustan a nin-

En este caso la muestra 11 también se aproxima a esta relación Sn/Rb. Se aprecia un enriquecimiento notable en estaño para las muestras 13 y 14 en relación con su concentración de rubidio. Las muestras 7, 8 y 10, por el contrario, son deficitarias en estaño.

Ba/Rb.—En la gráfica se aprecia una clara correlación negativa entre ambos elementos. Las muestras 1, 3, 5, 2, 6 y 8 están perfectamente alineadas. Las muestras 13 y 14 se apartan del resto, mientras que 7, 8, 9, 10

y 11 presentan contenidos por debajo del límite analítico.

Cs/Rb.—Las muestras 12, 1, 5, 3, 6, 2 y 4 se correlacionan perfectamente, de una manera positiva. El resto de las muestras se apartan de esta tendencia, con un enriquecimiento en rubidio o empobrecimiento en litio.

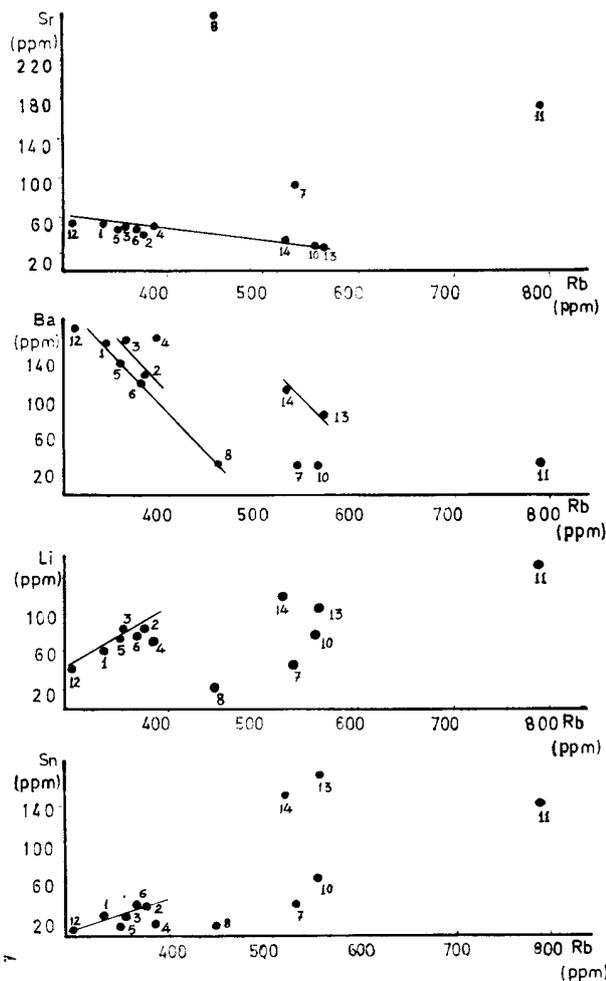


Fig. 6.—Representación gráfica de las relaciones Sr/Rb, Ba/Rb, Li/Rb y Sn/Rb en las muestras estudiadas.

Sr/Rb.—Indica una tendencia de correlación negativa entre ambos parámetros que afecta, en este caso, a todas las muestras, excepto a las 7, 8 y 11.

Cs/Ba.—Existe una clara correlación negativa entre ambos elementos que afecta a todas las muestras con excepción de la 11. Se aprecian dos grupos con una relación Cs/Ba

distinta, presentando las muestras 14, 2, 3, y 4 valores más altos de esta relación que los observados para 6, 5, 1 y 12.

Li/Ba.—La correlación negativa es muy buena para todas las muestras.

Sr/Ba.—Excepto para la muestra 11, el resto presenta una correlación positiva muy clara.

Sn/Ba.—Existe una correlación negativa entre estos elementos para las muestras de bajos contenidos en estaño, el resto no presenta una tendencia homogénea de variación.

Si comparamos la evolución de los elementos traza con los elementos mayores y menores, observamos que mientras aluminio, hierro, titanio y sodio no presentan una concordancia clara, sílice, potasio y, en menor grado, el calcio, varían en estrecha correlación con litio, cesio, estroncio, rubidio y bario. Así, la sílice tiene correlación positiva con litio, cesio y rubidio, mientras que el potasio varía de manera inversa a estos elementos.

El litio, de acuerdo con su relación carga/radio, y a diferencia de lo que ocurre al resto de los elementos alcalinos, tiende a concentrarse en las rocas ígneas, no en los feldespatos, sino en las micas, sustituyendo más al magnesio y al hierro que al potasio. El cesio y el rubidio tienden a sustituir al potasio en los feldespatos, pudiendo hacerlo también en las micas. El estroncio y el bario tienden a aparecer en los feldespatos potásicos, sobre todo en los primeros que cristalizan.

De acuerdo con el comportamiento geoquímico expuesto, y según la distribución observada, puede decirse que en las adamellitas del batolito de Trujillo las primeras fases cristalizadas presentan los contenidos más altos en estroncio y bario y menores en litio, cesio y rubidio, así como los contenidos más altos en potasio. A medida que la cristalización progresa y la temperatura de cristalización disminuye, va aumentando la concentración de sílice, cesio, rubidio y litio, concentrándose estos últimos en las micas (biotitas), los contenidos de potasio, estroncio y bario van disminuyendo, coincidiendo con una albitización de los feldespatos, lo que condiciona aún más la entrada de cesio y rubidio en las biotitas y no en los feldespatos.

De la distribución regional de las muestras estudiadas puede establecerse el proceso de diferenciación que han seguido estos materiales. La adamellita ha progresado de los bordes hacia el centro, pero no de manera sincrónica en todo el batolito, observándose una mayor diferenciación en las zonas de tránsito a la microadamellita.

Probablemente en las zonas de contacto, a veces incluso ya como microadamellita, se alcanzan las con-

centraciones más altas en litio, cesio, estroncio y rubidio, que coinciden con un enriquecimiento en estaño, flúor y boro.

En determinadas zonas de contacto adamellita-microadamellita se observa un enriquecimiento en estos elementos análogo al producido por procesos de neumatolisis en las zonas próximas de filones.

— Todos los grupos petrológicos tienen una marcada tendencia alcalina y un carácter peraluminoso.

— La microadamellita es una facies petrológica más diferenciada con respecto a la adamellita, estando este hecho de acuerdo con una disminución en

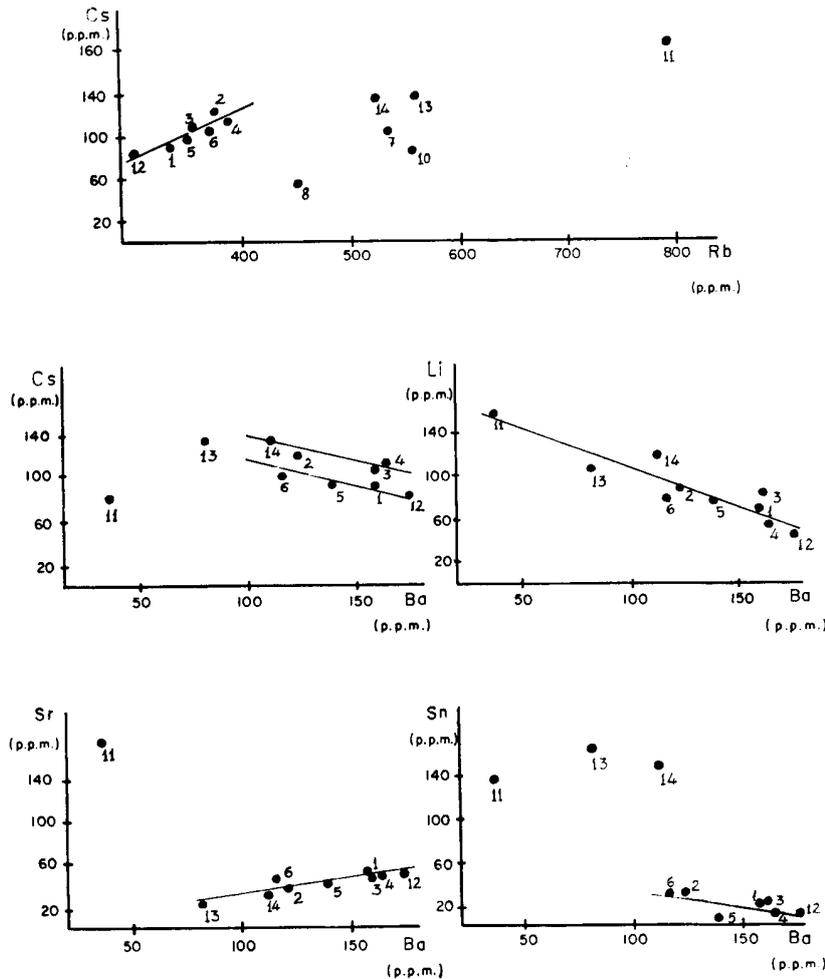


Fig. 7.—Representación gráfica de las relaciones Cs/Rb, Cs/Ba, Li/Ba, Sr/Ba y Sn/Ba en las muestras estudiadas.

Conclusiones

- El plutón de Trujillo está constituido por una adamellita porfídica y una microadamellita porfídica, presentándose ésta bajo tres facies petrogenéticas así como iguales procesos de alteración que son posteriores a la adamellita porfídica.
- Tanto la adamellita como la microadamellita tienen similar paragénesis y orden de cristalización,

los porcentajes de hierro total, magnesio y titanio.

- Se observa una clara concordancia entre el grado de diferenciación del material y su contenido en elementos traza.
- Los elementos Rb, Cs, Sr, Ba y Li son los que mejor reflejan dicha evolución, así como el proceso de albitización sufrido por los feldespatos.

- La distribución regional de los contenidos en los elementos anteriores indican que la diferenciación hacia el centro del batolito no ha sido sincrónica.
- Las máximas concentraciones de estaño se han encontrado en el tránsito adamellita-microadamellita, con una relación de concentraciones, respecto al resto de los elementos, análogo al observado en la evolución dentro de la adamellita, pero con concentraciones muy elevadas.

Bibliografía

CONSTALDE, J. L. y HUBBARD, F. M.

1981. U, Th and K distribution in a differentiated charnockite-granite intrusion and associated rocks from SW Sweden. *Mineralog. Magaz.*, **44**, 409-415.

J. GUIJARRO, A. MORENO, J. ASTUDILLO, A. GUTIERREZ

GUIJARRO, J.

1982. *Mineralizaciones de W-Sn ligadas a los plutones graníticos de Trujillo y Logrosán (Cáceres, España)*. Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Madrid.

LOTZE, F.

1961. Das Kambrium Spaniens. *Math. Nat. Klasse.*

SAAVEDRA, J. (et al.)

1975. Estudio del granito de Trujillo (Cáceres). II Congreso Iberoamericano de Geología Económica. Buenos Aires (Argentina).

VAREA, R.

1982. *Geochemical study of the granitoids around el Lobo uranium mine. Badajoz. Spain*. Uranium Exploration Methods. Paris.

WINKLER, M. G. F.

1978. *Petrogénesis de rocas metamórficas*. M. Blume. Ed. Madrid.

Recibido el 28 de julio de 1983.
Aceptado el 31 de enero de 1984.