

A. GARCIA SANCHEZ (1), M.T.MARTIN PATINO (2), J.SAAVEDRA (1).

(1) C.S.I.C., Apartado 257. Salamanca

(2) Dpto. Geología y Geoquímica. Universidad Autónoma. Cantoblanco.Madrid,  
y C. S. I. C.



**RESUMEN:** Los datos petrográficos y mineralógicos muestran la existencia de una estructura zonada simétricamente en una sola de las pegmatitas estudiadas. En ella la espodumena es característica de sus zonas de borde y la lepidolita de su zona central. Las restantes solo presentan algún bandeado centimétrico con zonas albiticas y lepidolíticas alternantes. Todas tienen cierta mineralización en Sn (del orden de 200-1000 ppm) y algunas en Ta(40-70 ppm). El estudio geoquímico revela unos caracteres significativos en los contenidos de Ba, Y, Zr, Rb y Cs, especialmente. También se manifiesta una infiltración importante de Li, Rb, Cs y Sn en el encajante metamórfico.

El estudio de las micas-Li permite relacionar polimorfismo, composición química, color y deducir la existencia de dos estructuras (1M y 2M<sub>1</sub>) en lugar de una sola mica-Li (Lepidolita) transicional. Se presenta una hipótesis genética en un esquema evolutivo en su formación.

**SUMMARY:** Only one of the studied pegmatites shows a symmetrical-zoned structure: a border zone with spodumene and a central zone with lepidolite. In the other pegmatites there are not zoned structures but rather a centimetric bedding of white and pink zones (albite and lepidolite). All samples are mineralized in Tin (about 200-1000 ppm) and Tantalum (40-70 ppm).

The geochemical study shows significant contents of Ba, Y, Zr, Rb and Cs. There is also infiltration of Li, Rb, Cs and Sn in the wall-rocks.

The study of polymorphism and composition of the Li-micas shows the existence of two internal, intergrown, distinct structures (1M and 2M<sub>1</sub>): The first one is Li-rich (lepidolite) and the second is poor in Li (Li<sup>1</sup>-muscovite). It is shown a genetical hypothesis and an evolutionary diagram of the micas formation.

## INTRODUCCION

La distribución de Li en granitoides es bastante compleja, y aunque los datos bibliográficos sobre este elemento son numerosos, los modelos geoquímicos de su distribución en rocas ígneas no están definidos. No obstante se pueden constatar algunos hechos determinados: cierta acumulación en los últimos estadios de diferenciación magmática (desde 20 ppm en rocas más básicas e intermedias hasta 40 ppm en aquellas más ácidas), aun-

que varían bastante estos contenidos de referencia en los mismos tipos de rocas de distintas regiones. Dentro de los propios granitos, sin embargo, el comportamiento es complejo con contenidos que bajan desde aquellos términos más biotíticos (120 ppm) hasta los moscovíticos ( $\sim$  40 ppm, E. Transbaikal, VLASOV, 1966), para volver a subir en mayor grado (algunos cientos de ppm) en las facies apicales y zonas alteradas deutéricamente, con greisenización, turmalinización, etc.

Por otro lado algunas apófisis graníticas pueden contener hasta algunos miles de ppm en Li: Tregoning-Godolphin, Cornwall, STONE (1982), Beauvoir, Macizo Central Francés, AUBERT (1969); esto se refleja en la presencia de mica litinífera y pueden proceder de magmas residuales enriquecidos en volátiles (F, B, Li, H<sub>2</sub>O) por extrema fraccionación. Estos elementos volátiles actúan como verdaderos fundentes bajando la temperatura del solidus hasta  $\leq$  650°C a 1 Kbar, con aparición de una fase fluida ("vapor") causante de alteraciones tardías que redistribuyen estos elementos involucrando en ello a los procesos mineralizadores de Sn y W, PICHAVANT y MANNING, 1984. En los apogranitos y granitos especializados Sn, Rb, F, etc. del Centro-Oeste de España los contenidos en Li son mucho más bajos, alcanzando solamente hasta algunos cientos de ppm como en otros granitos hercínicos europeos en aquellas muestras con cierto grado de alteración deutérica. En las no alteradas, los contenidos varían dependiendo de la serie, pero dentro de un margen estrecho, inferior en general a 150 ppm. En otras apófisis del S.O. de Inglaterra, sin excepcionales concentraciones de Flúor (< 1%), el Li alcanza únicamente algunos cientos de ppm, y muchos granitos coincidiendo con contenidos de Boro muy elevados, Cligga (HALL, 1971), St. Just (JACKSON et al. 1982); otros solamente hasta 150-180 ppm, Bosworrey (BALL et al. 1984). En los granitos de la Marche Orientale (Macizo Central Francés), los contenidos medios son 192 ppm en los leucogranitos, con el máximo de 576 ppm en el leucogranito albitizado de Saint-Silvain (GAUTHIER, 1974). La concentración media propuesta por TISCHENDORF (1977) para los granitos "especializados" es  $400 \pm 200$  ppm.

Así la gran acumulación final en las pegmatitas litiníferas puede deberse a la diferenciación de volátiles y otros elementos raros durante el emplazamiento de grandes cuerpos pegmatíticos.

También es digno de señalar una serie de hechos que pueden ayudar a es

clarecer esta excepcional acumulación de Li en las pegmatitas con espodumena:

- pegmatitas con espodumena se presentan más allá de 0,7-1Km de los contactos de los granitos emparentados; no se han encontrado pegmatitas-espodumena singenéticas; en donde forman diques discordantes en granitos, éstos son más antiguos que los pegmatitas y sus granitos (ROSSOUSKIY, 1980).
- estas pegmatitas tienen ciertas semejanzas con apófisis graníticos enriquecidos en Li y F (1-2% F, varios miles de ppm Li) y otros metales raros, pero con claras diferencias en posición tectónica, forma, estructura, textura y composición mineralógica. Así los granitos-Li, F, se originan a presiones menores (1.5-2 Km) que las pegmatitas espodumena (> 3Km), BESKIN et al. 1981.
- en pegmatitas con espodumena como único mineral de Li, sin lepidolita, la actividad del Flúor a través de su cristalización es despreciable, KUNASZ, 1982.
- Por el contrario, si lepidolita y elbaita en menor grado, son los únicos minerales de Li (en HEINRICH, 1967), se debe a la alta actividad del Flúor que impide la cristalización de espodumena o petalita y conduce a la precipitación de lepidolita y otros minerales ricos en F, como topacio, fluorita y microlita (London, 1982).
- Muchas pegmatitas con zona central de lepidolita solamente, son consideradas sustitución subsolidus de otros minerales preexistentes RINALDI et al. 1972; CROUSE y CERNY, 1982, LONDON y BURT, 1982, etc.
- Sí es general el considerar su origen a partir de fundidos residuales muy diferenciadas, STEWART (1978) considera la existencia de magmas primarias enriquecidos en volátiles producidos por anatexia.
- Para GLYUK et al. (1980) la lepidolita es estable en presencia de fundido granítico-F, Li y puede precipitar de él. NORTON (1983) se inclina por considerar las zonas centrales la lepidolita en pegmatitas-Li como producto de la cristalización de un magma residual (pegmatitas diferenciadas).
- Según datos experimentales (LONDON, 1981), el rango de cristalización

de espodumena en pegmatitas-Li está entre 350-475°C, para presiones entre 1,5-2,5 Kbar (BROOKINS et al. 1979).

#### PEGMATITAS ESTUDIADAS

En un trabajo previo para seleccionar áreas de interés se hizo una prospección de Li, Rb y Cs a nivel regional, considerando pegmatitas y greisens, en las provincias de Salamanca y Cáceres principalmente (Fig.1). Con los datos analíticos en las micas separadas de estas rocas (Tabla 1) se seleccionaron para este estudio cuatro de ellas con contenidos en  $\text{Li}_2\text{O}$  superiores al 2%. Estas corresponden a las pegmatitas de Las Navas en Cáceres, y Castillejo de dos Casas, Valderrodrigo y La Fregeneda en Salamanca.

Dentro de los numerosos y confusos intentos de clasificación de pegmatitas graníticas (revisiones recientes por ejemplo de CERNY, 1982, CERNY y BURT 1984) no se pueden encuadrar claramente las pegmatitas-Li estudiadas. Aunque responden a ciertos caracteres más o menos comunes con el grupo 3-e (CERNY y BURT, 1984) "lepidolite type" (F, Li, Rb, Be, Ta, Nb; Cs, Sn) que se presentan en series metamórficas de baja presión, generadas por fraccionación de granitos alóctonos diferenciados; o incluso a "miarolitic class" confinados a cúpulas de granitos alóctonos epizonales, por relleno de fracturas y con asociación geoquímica semejante al grupo anterior.

#### COMPOSICION MINERALOGICA Y ESTRUCTURA

De estas cuatro pegmatitas solamente una (La Fregeneda) presenta estructura zonada simétricamente (Fig. 2.) en algunos tramos de su extenso recorrido (hasta casi 1.5 Km). Con potencias máximas de 6 a 8 metros se observó la siguiente distribución mineralógica (Tabla 2), (Separaciones con líquidos densos, separador magnético; Difracción de rayos X, análisis químicos, lupa binocular y algunas láminas delgadas):

Tabla 1.

## COMPOSICION QUIMICA MICAS

Localidad y nº de muestra	Tipo de roca	Li <sub>2</sub> O %	Rb %	Cs ppm
1. Las Navas	P	3,10	0,23	550
2. Aldehuela de la Bóveda	P	0,04	0,10	55
3. Doñinos de Ledesma	P	0,11	0,03	8
4. Id.	P	0,03	0,03	38
5. Ardonsillero (moscovita)	P	0,03	0,04	< 5
6. Id., mica negra	P	0,30	0,12	100
7. El Trasquilón	G	0,08	0,10	57
8. Castillejo (grano fino)	P	3,60	0,37	1.400
9. Id. ( grano grueso)	P	4,40	0,52	1.650
10. Santa María de Sando	P	0,06	0,04	55
11. Id.	P	0,05	0,03	15
12. Id.	P	0,03	0,05	80
13. Martinez	P	0,04	0,03	8
14. Navasfrías	P	0,11	0,20	100
15. Id.	P	0,08	0,10	55
16. Boal	G	0,03	0,05	22
17. Encinasola	G	0,06	0,02	< 5
18. Id.	G	0,10	0,08	44
19. El Cubito	G	0,13	0,12	150
20. Los Baños de Ledesma	P	0,10	0,07	115
21. La Fregeneda	P	1,90	0,12	300
22. Santa Genoveva	G	0,08	0,05	< 5
23. Valderrodrigo-Encinasola	P	3,24	1,30	5.100
24. La Fregeneda	P	2,61	0,80	2.900
25. Las Navas	P	2,63	0,80	1.400
26. Valdeflores	P	0,65	0,06	2.000

P: Pegmatita; G: Greisen

Tabla 2. COMPOSICION MINERALOGICA

<p>La Fregeneda 21,24</p>	<p>Borde: ESPODUMENA, AMBLIGONITA, MICA-Li, CUARZO y algo de ALBITA. Centro: MICA-Li, AMBLIGONITA, CUARZO, BIKITAITA y ALBITA.</p>
<p>Idem, diques no zonados:</p>	<p>MICA-Li, CUARZO, ESPODUMENA, ALBI TA. Accesorios: Casiterita, Apatito, Feldespató-K, Rutilo, Be- rilo, Arsenopirita, Calco pirita, Esfalerita, Bismu to.</p>
<p>Las Navas 1,25</p>	<p>MOSCOVITA, LEPIDOLITA, ALBITA, CUAR ZO y algo de AMBLIGONITA Y EUCRIP TITA (trazas). Acc.: Casiterita, Turmalina, Ilme- nita, Topacio, Fosfatos Mn; Fe, Li; Espodumena, Tantalita y Sulfuros (Tra zas).</p>
<p>Castillejo 8,9</p>	<p>MICA-Li, CUARZO, ALBITA, algo de Eucryptita esporádicamente. Acc.: Casiterita, Turmalina, Ilme nita, Topacio, Fosfatos, Mn, Fe, Li.</p>

En las 3 restantes pegmatitas sin estructura zonada, solamente, a veces, con un bandeo centimétrico (Fig.3) de zonas blancas y rosadas, la compo sición mineralógica es muy común para las tres (tabla 2).

TABLA 3. COMPOSICION QUIMICA PEGMATITAS (pmm)

Muestra	Sn	Ba	Zr	Nb	Y	Sr	Rb	Pb	As	Zn	Cu	W	Ta	Cs	Li <sub>2</sub> O
LN- 4	756	< 50	10	24	94	151	2.202	200	10	50	10	20	36	650	10.400
LN- 5	625	< 50	12	26	92	112	2.425	150	10	50	10	20	15	700	10.800
LN- 7	500	< 50	10	27	81	200	1.906	170	10	52	10	15	15	625	8.100
LN- 8	396	< 50	10	38	95	122	2.358	140	10	38	10	30	48	940	8.200
Freg. 5D borde	150	< 50	24	<10	20	100	487	95	10	30	10	22	36	50	500
Freg. 5E Centro.	320	< 50	10	30	110	72	2.510	90	10	10	10	60	< 15	1.000	12.000
Freg. 5F borde	600	< 50	20	37	29	310	445	160	10	34	10	62	52	100	900
Castillejo	1.160	< 50	10	31	160	240	3.408	320	10	65	10	50	< 15	880	13.000
Valderrodrigo	205	115	10	12	120	72	2.986	80	10	92	10	40	< 15	960	11.000
F-1 Borde (Espo.)	452	< 50	25	60	27	230	510	18	10	33	10	15	< 15	120	600
F-5 Centro (Lepi)	280	< 50	10	51	120	120	2.761	12	10	85	10	30	< 15	800	10.000
F-7 Espodumena	550	< 50	14	43	29	90	650	20	10	74	10	15	< 15	100	500
F-8 Borde (Espo. Lepidolita)	375	< 50	10	25	50	110	1.300	15	10	50	10	25	< 15	400	920

LN: Las Navas; F: La Fregeneda.

TABLA 4. VARIACION TRANSVERSAL PEGMATITA "LAS NAVAS"

MUESTRA	ESQUISTOS	ESQUISTOS CONTACTO	PEGMATITA BORDE	PEGMATITA CENTRO	ESQUISTOS CONTACTO
Li <sub>2</sub> O %	0,88	1,77	1,05	0,81	1,06
Rb ppm	2250	2900	2850	2225	1200
Cs ppm	1450	2950	650	625	1450
Sn ppm	105	151	758	501	152

VARIACION TRANSVERSAL PEGMATITA LA FREGENEDA

MUESTRA	ESQUISTOS	ESQUISTOS CONTACTO	PEG. BORDE	PEG. CENTRO	PEG. BORDE	ESQUISTOS CONTACTO	ESQUISTOS
Li <sub>2</sub> O%	0,22	0,14	0,05	0,12	0,09	0,41	0,12
Rb ppm	250	520	540	3250	600	730	160
Cs, ppm	350	600	50	1000	100	750	250
Sn, ppm	50	10	130	370	590	30	10



TABLA 5

MICAS-Li	FREGENEDA R. pálida <small>roja</small>	IAS NAVAS R. blanquec.	CASTILLEJO R. violácea	VALDERRODR. Rosa	VALDEFLORES Amar. verdoso
Ba	382	261	262	130	—
Sn	342	503	169	276	—
Sr	283	274	138	48	—
Zn	175	100	176	137	—
Rb	0,80	0,80	0,52	1,20	—
W	79	201	130	166	—
Ta	15	47	48	41	—
Cu	10	10	10	10	—
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	0,10	0,10	0,24	0,11	0,22
MnO%	0,19	0,15	0,25	0,21	0,01
TiO <sub>2</sub> %	0,17	0,18	0,17	0,26	—
Li <sub>2</sub> O%	2,61	2,63	4,40	3,24	0,65
Politipo	2M <sub>1</sub> >1M	2M <sub>1</sub> >1M	1M>>2M <sub>1</sub>	1M>2M <sub>1</sub>	2M <sub>1</sub>

Los datos petrográficos muestran, en el caso de La Fregeneda, una sustitución sucesiva en diversos grados (corrosión) de la espodumena por albita, moscovita y cuarzo (Fig. 4).

#### COMPOSICION QUIMICA

El estudio geoquímico, análisis por Fluorescencia de rayos X y Absorción Atómica, revela unos caracteres significativos (Tabla 3). Específicamente contenidos muy bajos de Ba ( $< 50$  ppm), Zr ( $< 10$ ), y muy elevados en  $\gamma(\sqrt{100})$ , Rb (500-3000) y Cs (100-1000). Todas tienen cierta mineralización en Sn (200-1000 ppm) y algunas en Ta (40-70 ppm).

Un hecho destacable es la dispersión importante de Li, Rb, Cs y Sn hacia el encajante metamórfico (Tabla 4), que apoya la hipótesis de infiltración de fluidos residuales formando una aureola de dispersión primaria en torno a los diques de pegmatitas.

#### CARACTERES DE LAS MICAS-Li

Algunos datos analíticos sobre las micas separadas, politipismo y color se presentan en la Tabla 5:

El estudio geoquímico de las micas indica distribución variable de Li, Rb, Cs, Mn, Fe, Ti, Sn y W, sin relación aparente con posición dentro de la pegmatita, tamaño de grano o tiempo de deposición. Globalmente hay correlación positiva entre Rb, Cs y Li, (y en el caso de la pegmatita zonada sus concentraciones aumentan hacia el centro de la misma), apoyando la hipótesis de un origen secundario de las micas-Li a partir de otros minerales primarios de Li por alteración deutérica.

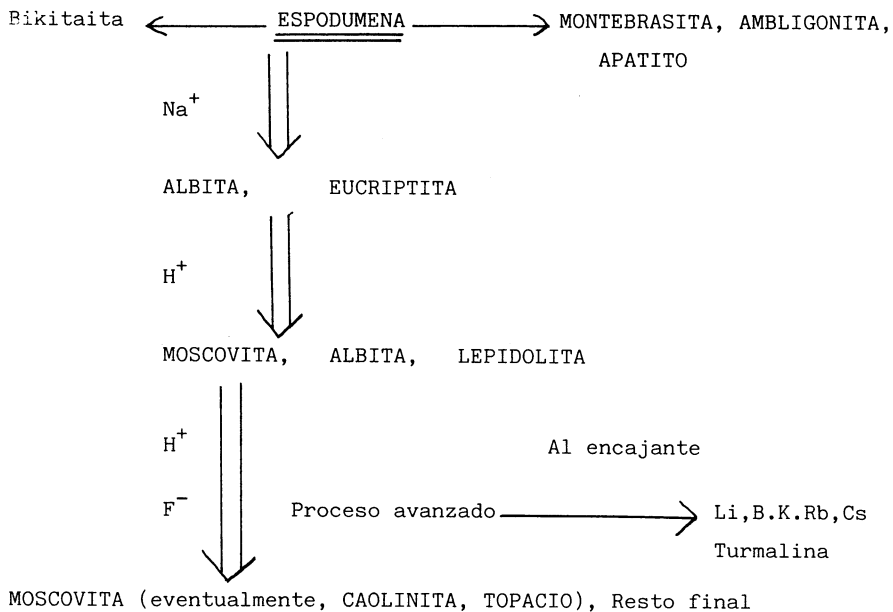
Por otro lado, la correlación es clara entre el tipo de estructura y % de  $\text{Li}_2\text{O}$  (los valores más bajos corresponden al politipo  $2M_1$ ). LEVINSON (1953), MUÑOZ (1968), RINALDI et al. (1972), entre otros, han considerado esta cuestión que suscita bastante controversia. Nuestros resultados no se ajustan exactamente a los propuestos con anterioridad sobre márgenes de %  $\text{Li}_2\text{O}$  correspondientes a distintos politipos, pero sugieren junto con los espaciados basales variables de estas micas y los resultados distintos

que la misma muestra de mano puede dar tanto en composición química como politipo, que más que una estructura transicional entre  $1M$  y  $2M_1$ , lo que ocurre es la existencia de dos estructuras distintas íntimamente mezcladas: una rica en litio (lepidolita) y otra pobre en Li (moscovita-Li) cuando el contenido de Li es intermedio, como en este caso entre 2,61 y 4,40%. También es probable que otros factores que la composición como P,T, volátiles, régimen de enfriamiento, controlen en parte la formación de un politipo determinado.

En cuanto al color de lepidolitas hay aún pocos estudios espectroscópicos para determinar su causa con exactitud (ROSSMAN, 1984). En el caso de este estudio hay correlación entre la intensidad del color rosa o violeta y %  $Li_2O$  y  $MnO$ . No la hay con otros elementos de transición como Fe y Ti. Por ello la relación Fe/Mn (DEER et al. 1971) no es determinante. Probablemente la causa sea el  $Mn^{3+}$  (Teoría del Campo Cristalino), sin olvidar la posibilidad de transferencia de carga:  $Mn^{2+} - Mn^{3+}$ ,  $Mn^{2+} - Fe^{3+}$  o incluso centros de color.

#### ORIGEN Y EVOLUCION

Todos los datos mineralógicos, químicos, petrográficos y de campo sugieren un origen de las micas-Li por alteraciones postmagmáticas a través de reacciones subsolidus de espodumena y feldespatos con fluidos ricos en elementos volátiles. El mecanismo de formación de estas pegmatitas ocurre en dos estadios: un primer estadio magmático y un segundo estadio metasomático con emigración de fluidos ricos en Li y otros elementos (Rb, Cs, Sn, etc) hacia el encajante. Un esquema de la evolución del mineral primario de Li (espodumena) podría ser así:



Dentro de este esquema se constata que el proceso ha llegado a niveles más avanzados en Las Navas y Castillejo que en La Fregeneda.

#### CONCLUSIONES DE INTERES GEOLOGICO-MINERO

- Un elevado porcentaje del Sn (500 ppm o más) contenido en las pegmatitas está incluido en las micas-Li (sustitución isomórfica), sin posibilidades de aprovechamiento.
- Las pegmatitas con Ta no presentan unos caracteres geoquímicos o mineralógicos específicos que puedan utilizarse para su proyección (datos comparativos en tablas 2 y 3). Pero incluso otras pegmatitas tantalíferas de la región (La Peña, Navasfrías, etc.) tienen estos caracteres muy diferentes.
- El índice de fertilidad en Ta dado por la relación  $\text{K/Cs} < 300$  (GAUPP et al. 1983) no es determinante en este caso, pues lo cumplen otras pegmatitas sin este metal.

Agradecimiento: Los autores expresan su agradecimiento a D. Gerardo Limia por su colaboración técnica en este trabajo.

Este estudio ha sido parcialmente subvencionado por la CACYT.

#### BIBLIOGRAFIA

- AUBERT, G., (1969): Les coupoles granitiques de Montebras et d'Echassières (Massif Central Français) et la g n se de leurs mineralisation en Sn,Li,W et Be. Mémoire Bur.Géol.Min.Fr., 46, 347 pp.
- BALL, T.K. and BASHAM, I.R., (1984): Petrogenesis of the Bosworgey Granitic Cusp in the Sw England Tin Province and Its Implications for ore Mineral Genesis. Mineral Deposita, 19, 70-77.
- BESKIN, S.M. and SHMYAKIN, B.M.,(1981):Albite-spodumene pegmatite as a variety of rare-metal granite. Doklady Akad. Nauk SSSR,242,63-66.
- BROOKINS;D.G.,CHAKDUMAKOS,B.C.,COOK,C.W.,EWING,R.C., LANDIS,G.P.and REGISTER,M.E.,(1979):The Harding pegmatite: summary of recent research, New Mexico Geo.Soc. Guid. 30th Field Conf. 127-133.
- CERNY, P.,(1982): Anatomy and classification of granitic pegmatites. Mineral Assoc. Canada Short Course Handbook. 8, 1-39.
- CROUSE,R.A. and CERNY,P., (1972): The Tanco pegmatite at Bernic Lake, Manitoba. I Geology and Paragenesis. Cand. Mineral. 11, 765-778.
- DEER,W.A., HOWIE,R.A. and ZUSSMAN,Y (1971): Rock-forming minerals.Wiley New York.
- GAUPP,R., MORTEANI,G. and MOLLER,P. (1983): Die Aufsuchung und Beurteilung Tantal-f hrender Pegmatite Erzmetall 36, 5, 244-250.
- GAUTHIER;J.C. (1974): Evolution granitique, développement des granites   deux micas et géochimie des alcalins dans la Mareche Orientale. 2. partie:Géochimie du alcalins rares.Science de la Terre, XIX, 119-151.
- GLYUK,D.S., TRUFANOVA,L.G. and BAZAROVA;S.B. (1980):Phase relations in the granite-H<sub>2</sub>O-LiF System at 1.000Kg/cm<sup>2</sup>.Geochim.Intern.17, 35-48.
- HALL, A. (1971): Gf Eisenization in the granite of Cligga head, Cornwall, Proc. Geol. Assoc. 82, 209-230.
- HEINRICH,E.W. (1967): Micas of the Brown Derby pegmatites, Gunnison County, Colorado. Amer. Minera. 52, 1110-1121.
- JACKSON,N.J., HALLIDAY,A.N., SHEPPARD,S.M.F. and MITCHELL,J.C. (1982): Hydrothermal Activity in the St Just Mining Distric, Cornwall, England. MAWAM. Evans Ed., 137-139.
- KUNASZ, I. (1982): Foote Mineral Company, Kings Mountain operation. Mineral Assoc. Canada. Short Course, Handbook 8, 505-511.
- LEVINSON, A.A. (1953): Studies in the mica group; Relationship between polymorphism and composition in the muscovite-lepidolite system. Amer. Mineral., 38, 88-107.
- LONDON, D. (1981): Preliminary Experimental Results in the System LiAlSi<sub>4</sub>O<sub>10</sub>-SiO<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O. Carnegie Inst. Wash. Yearbook 80, 341-345.
- LONDON, D. (1982): Stabilit  of spodumena in acidic and saline fluorine-rich environments. Carnegic. Inst. Wash. Yearbook, 81,331-334.
- LONDON, D. and BURT, D.M. (1982): Alteration of spodumena, montebrasite, and lithiophilite in pegmatites of the White Picacho District, Arizona. Amer. Mineral 38, 88-107.

- MUÑOZ, J.L. (1968): Physical properties of synthetic lepidolites: Amer. Mineral., 58, 1490-1512.
- NORTON, J.Y. (1983): Sequence of Mineral Assemblages in Differentiated Granitic Pegmatites. Econ. Geol., 78, 5, 854-874.
- PICHAVANT, M. and MANNING, D. (1984): Petrogenesis of tourmaline granites and topaz granites; the contributions of experimental data. Phys. Earth Planet. Inter., 35, 31-50.
- RINALDI, R., CERNY, P. and FERGUSON, R.B. (1972): The Tanco pegmatite at Bernic Lake, Manitoba. Vi. Lithium-Rubidium Cesium micas. Canad. Miner. 11, 690-707.
- ROSSMAN, G.R. (1984): Spectroscopy of Micas in Micas, Vol. 13, 145-182, in S.W. Bailey ed., Min. Soc. Amer.
- ROSSOUSKIY, L.N. (1980): Spodumene Deposits-The result of specific conditions of Granite and pegmatite formation. Doklady Akad. Nauk SSSR, 242, 63-66.
- STEWART, D.B. (1978): Petrogenesis of lithium-rich pegmatites Amer. Miner. 63, 970-980.
- STONE, M. (1984): The Behaviour of Tin and some other Trace Elements during Granite Differentiation, West Cornwall, England. MAWAM, Evans. ed. 339-355.
- VLASOV, K.A. (1966): Geochemistry of Rare Elements. Israel Program for Scientific Translations Jerusalem.

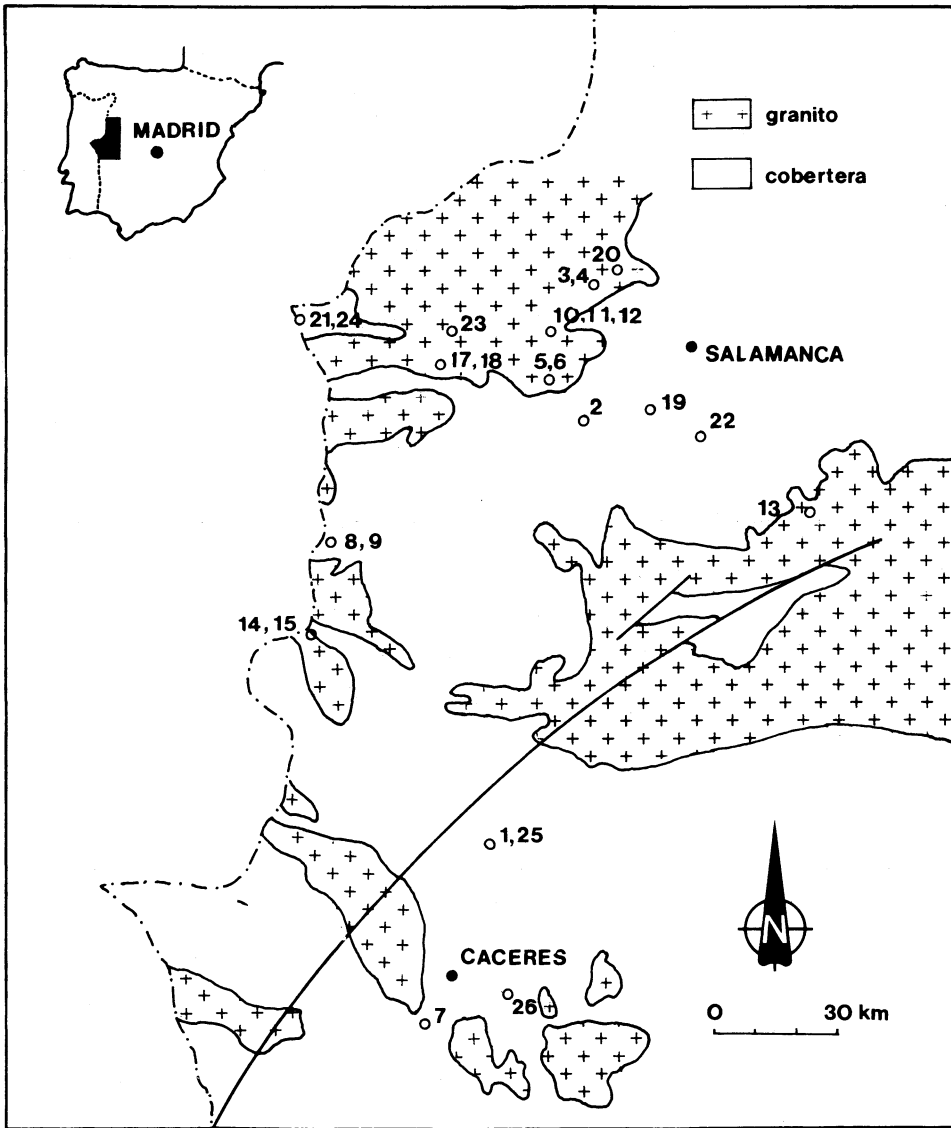


Fig.1: Situación de las zonas muestreadas para este estudio.

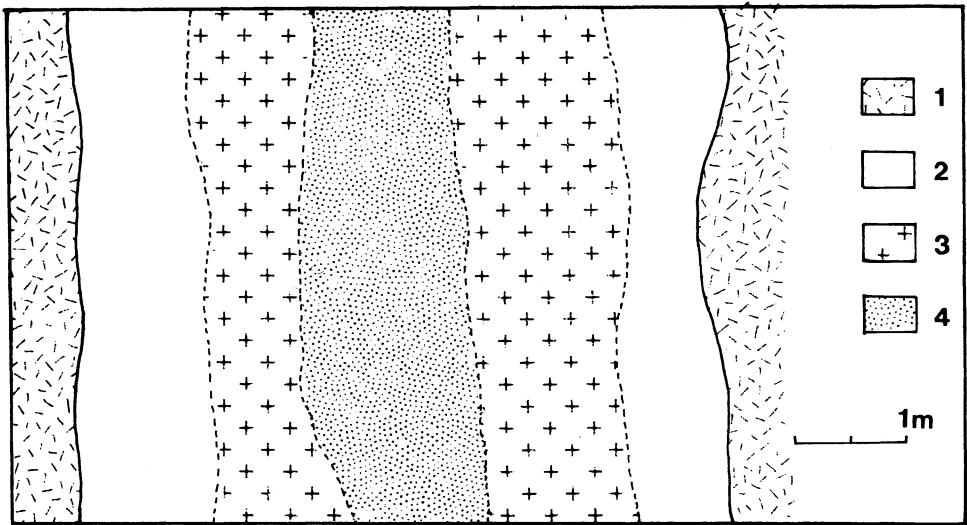


Fig. 2.: Esquema de una sección transversal en la pegmatite de La Fregeneda. 1: Mica esquistos encajantes (turmalinizados). 2: Zona de borde (espodumena abundante). 3: Zona intermedia (albita dominante). 4: Zona central (mica-Li dominante).

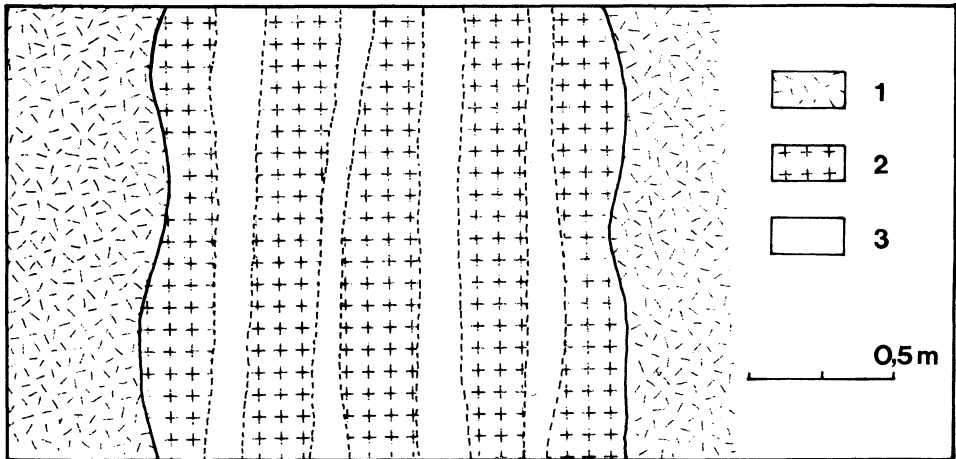


Fig. 3.: Sección pegmatita Las Navas. 1: Micasesquistos encajantes (turmalinizadas). 2: Zonas albiticas. 3: Zonas epidolíticas.



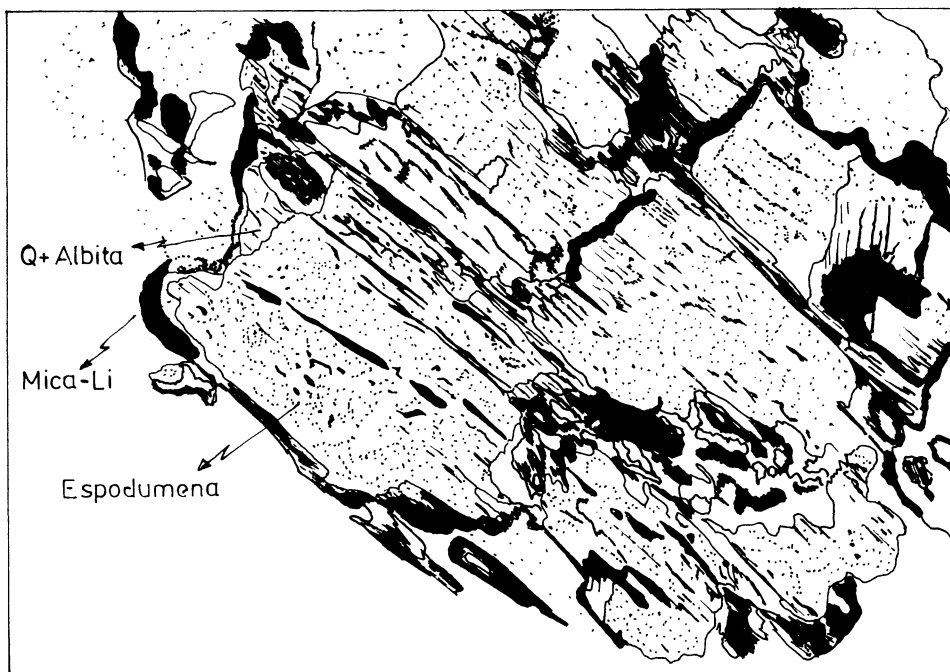


Fig. 4.: Aspecto de la alteración de espodumena, en La Fregeneda (X 100)