

# Estaurolita rica en Zn en las metapelitas de bajo grado de la Unidad de Salobreña (Complejo Alpujárride)

*Zn-rich staurolite in the low grade metapelites of the Salobreña Unit (Alpujárride Complex)*

J.M. Azañón y J.I. Soto

Departamento de Geodinámica, Instituto Andaluz de Geología Mediterránea, C.S.I.C-Universidad. 18071 Granada.

## ABSTRACT

*Zn-rich staurolite has been found in a metapelite rock with low-grade metamorphic assemblage, in the Salobreña Unit (Alpujárride Complex, Betic Cordillera). The chemical composition (4-6 wt.% ZnO) and the textural relationships of the Zn-rich staurolite are described. Estimated conditions of  $P=8-4$  Kb and  $T=425-475^{\circ}\text{C}$  for the staurolite growth episode are proposed. The relatively high Zn concentration in the studied staurolite could be a determinant factor for the stabilization of this mineral at low temperature.*

**Key words:** *Zn-bearing staurolite, metapelite, low-grade metamorphism, Alpujárride Complex, Betic Cordillera.*

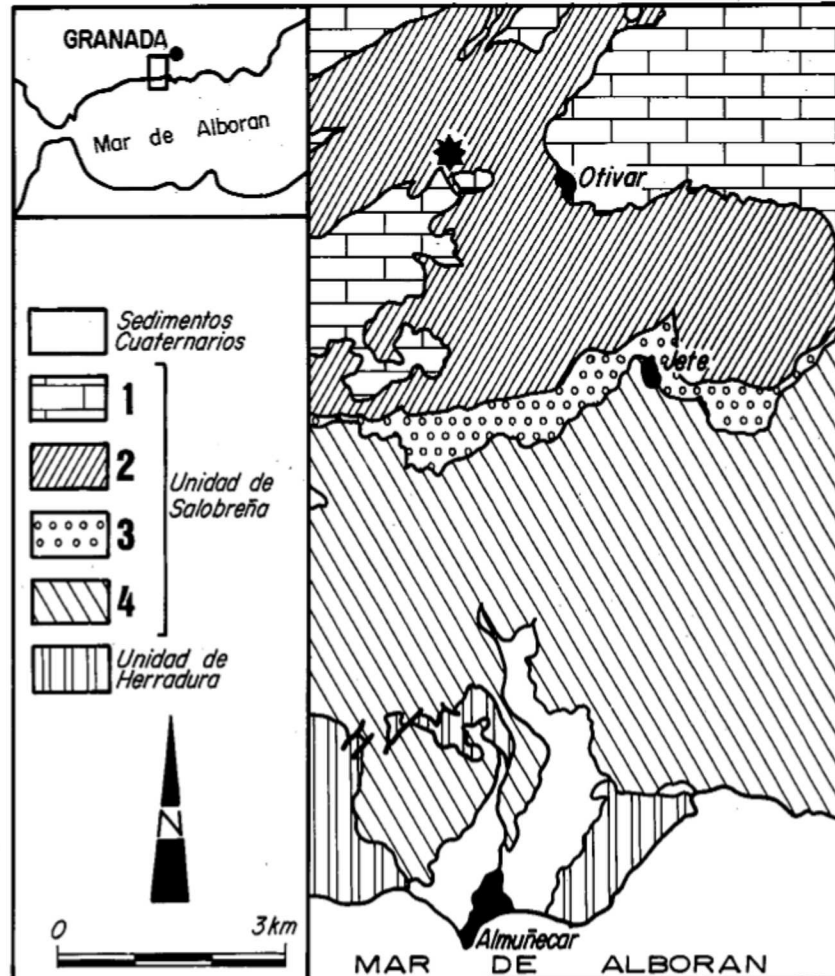
*Geogaceta*, 14 (1993), 143-145  
ISSN: 0213683X

## Introducción

La estaurolita se considera un mineral índice del metamorfismo de grado medio en metapelitas. En estas rocas la estaurolita puede contener cantidades de Zn relativamente grandes (Guidotti, 1970; Miyake, 1985; Spry & Scott, 1986). Algunos autores proponen que el contenido en Zn en la estaurolita estabiliza este mineral a alta temperatura (Guidotti, 1970; Griffen, 1981). En nuestro caso, describimos una estaurolita con un contenido en Zn relativa-

Fig.1.— Esquema geológico de la unidad de Salobreña al SSW de Granada. La estrella indica la situación de la muestra SAL-61 con estaurolita rica en Zn. Los números representan las distintas formaciones de la unidad de Salobreña: 1, Formación de mármoles; 2, Formación de filitas y esquistos de grano fino; 3, Formación de esquistos claros; 4, Formación de esquistos grafitosos.

Fig.1.— Geological sketch of the Salobreña unit to the SSW of Granada. Star shows the situation of sample SAL-61 with Zn rich staurolite. The numbers represent the formations that constitute the Salobreña unit: 1, Marble formation; 2, Phyllite and fine grained schists formation; 3, Light coloured schists formation; 4, Graphite-rich micaschists formation.



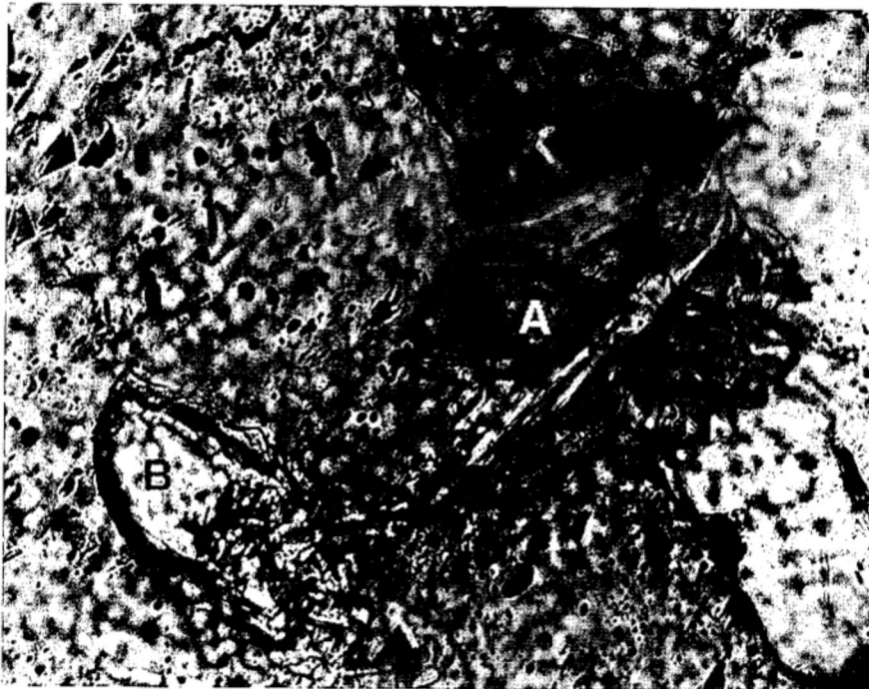


Fig. 2.— Microfotografía que muestra cristales de estaurolita incluidos en un grano de cuarzo. El cristal A presenta una típica macla en cruz y está prácticamente transformado a fengita+clorita. El cristal B está parcialmente transformado a margarita+paragonita. La longitud total de la fotografía es de 320  $\mu$ m.

Fig. 2.— Photomicrograph of Zn-rich staurolite crystals within a quartz grain. A crystal shows a typical cross-twinning and is practically transformed to fengite+chlorite association. B crystal is partially altered to margarite+paragonite. Total length of photomicrograph is 320  $\mu$ m.

mente alto (6%), procedente de una roca metapelítica con metamorfismo de bajo grado de la unidad de Salobreña. El objetivo de esta nota es dar a conocer la composición química, el contexto petrológico y las condiciones P-T de formación de esta estaurolita.

**Situación geológica de la muestra**

La estaurolita con Zn fue encontrada en la Unidad de Salobreña (Complejo Alpujarride). La secuencia litológica de esta unidad está constituida de techo a muro por: mármoles de edad Triásica, filitas y esquistos de grano fino de probable edad Permo-Triásica, esquistos claros y esquistos grafitosos de edad Paleozóica. La distena está presente en toda la formación de filitas y esquistos de grano fino, mientras que el cloritoide tiende a desaparecer en el tercio inferior de la formación coincidiendo con la aparición de la estaurolita (muestra SAL-61; longitud 3°42' 6" W; latitud 36° 49' 25.95" N) (fig. 1).

**Relaciones texturales y características químicas de la estaurolita**

La estaurolita aparece en dos posiciones texturales: como pequeños cristales (>0.2 mm) en el interior de granos de cuarzo o calcita y como cristales aislados en la parte micacea de la roca. En la primera posición textural, los cristales de estaurolita suelen ser idiomorfos y en algún caso presentan típicas maclas en cruz (fig.2). En la segunda posición textural, los cristales de estaurolita son de un tamaño mayor y están dispuestos paralelamente a la foliación principal y afectados por pliegues de crenulación. En ambos casos, la estaurolita está asociada con distena, cookeita, clorita, margarita, paragonita y fengita. El cloritoide está presente en la asociación, como pequeños cristales relictos en el interior de cuarzo y en cantidades modales muy bajas (5-10%).

Las relaciones texturales muestran que no existe reacción entre distena y estaurolita, por lo que deducimos que ambos minerales están en equilibrio. La

Punto	70 N	62	60	66 B	78 B
Postelón	Borde		Núcleo	Borde	Borde
SiO2	27,17	28,21	28,04	27,48	28,02
Al2O3	56,57	56,98	56,78	57,43	57,03
TiO2	0,05	0,19	0,17	0,08	0,00
MgO	1,66	1,70	1,70	1,52	1,62
FeO	4,75	6,75	7,08	6,20	5,75
Fe2O3 #	0,59	0,84	0,88	0,76	0,71
MnO	0,14	0,18	0,13	0,09	0,11
ZnO	6,20	4,18	3,90	4,36	6,14
H2O #	2,89	2,72	2,69	3,04	2,72
Total [Σ-H2O]	97,13	99,04	98,68	97,91	99,38
Si	7,39	7,56	7,54	7,38	7,52
Al iv	0,61	0,44	0,46	0,62	0,46
Al vi	17,55	17,55	17,55	17,55	17,55
Ti	0,01	0,04	0,04	0,02	0,00
Fe3+	0,04	0,06	0,06	0,05	0,05
Mg	0,67	0,68	0,68	0,61	0,65
Fe2+	1,17	1,64	1,73	1,51	1,40
Mn	0,03	0,04	0,03	0,02	0,03
Zn	1,25	0,83	0,77	0,86	1,22
H	5,54	5,09	5,05	5,75	5,10
XFe	0,38	0,52	0,54	0,51	0,43
XMg	0,22	0,22	0,21	0,20	0,20
XZn	0,40	0,26	0,24	0,29	0,37

Tabla I.— Análisis seleccionados de estaurolita rica en Zn. Los análisis fueron realizados en una microsonda electrónica Camebax de la Universidad de Paris 6 (15 Kv, 10 nA, procedimiento de corrección PAP). La normalización de la fórmula para la estaurolita se ha efectuado según el procedimiento de Holdaway et al., (1991) (48 O, Si+Al=25.55, Fe3+=3.5% del Fe total, H=96-número de cargas p.f.u). # indica porcentaje en peso calculado estequiométricamente.

Tabla I.— Selected microprobe analyses of Zinc-rich staurolite. Analyses were performed on a Camebax electron microprobe at Paris 6 University (15 Kv, 10 nA, PAP correction procedure). Staurolite formula normalization following Holdaway et al. (1991) procedure (48 O, Si+Al=25.55, Fe3+=3.5% of total Fe, H=96-number of charges p.f.u). # shows back-calculated wt%.

estaurolita y la distena se encuentran en algún caso parcial ó totalmente corroídos por agregados de moscovita, cristales secundarios de clorita ó intercrecimientos de margarita y paragonita (fig.2).

En la tabla 1 se muestran análisis químicos representativos de estaurolita normalizados según el procedimiento de Holdaway et al. (1991).

Los cristales de estaurolita tienen un contenido anormalmente alto de ZnO (max. 6% peso). El máximo contenido en FeO alcanza el 8% en peso, mientras que el Mg se presenta en cantidades subordinadas (1-2.5% peso). La estaurolita presenta evidencias de zonación. El

contenido en Zn se incrementa hacia los bordes, mientras que el Fe sigue un modelo inverso de zonación (Tab.1). El Mg no varía a lo largo del cristal. En función del patrón de zonación observado en nuestra muestra, se puede sugerir que el Fe es sustituido principalmente por el Zn en las posiciones tetraédricas de la estaurólita, tal y como ha sido propuesto por otros autores (Griffen, 1981; Miyake, 1985).

### Condiciones P-T para el crecimiento de la estaurólita

Las condiciones termobarométricas para el crecimiento de la estaurólita rica en Zn pueden ser establecidas aproximadamente, en función de la asociación a la que pertenece dicho mineral. La composición química de los minerales ferromagnesianos es decisiva para el establecimiento de reacciones univariantes en el sistema FMASH. La estaurólita crece coincidiendo con la desestabilización progresiva del cloritoide según la reacción:

cloritoide + cuarzo = distena + clorita.

La presión a la que ocurre esta reacción es de aproximadamente 8 Kb para una composición media del cloritoide de  $X_{Mg} = Mg / (Mg + Fe + Mn) = 0.36$  (Vidal *et al.*, 1992). Estas condiciones de

presión coinciden con el límite superior del campo de estabilidad de la asociación margarita+cuarzo en presencia de distena (Chatterjee, 1976). Se establece una presión mínima de 4Kb para el crecimiento de estaurólita, ya que el contenido en Si de la fengita que la altera es de 3.2 iones p.f.u. (Massone & Schreyer, 1987).

El intervalo de temperaturas en el cual debe crecer la estaurólita está entre 400-475°C. Las constricciones a este intervalo las fijan la presencia de distena y cookeita (únicamente estable por debajo de 475°C, Vidal & Goffé, 1992) coexistentes junto con la estaurólita, además de la ausencia de granate y biotita en estas rocas (estos minerales aparecen por primera vez en términos más bajos de la secuencia; Torres-Roldán, 1974).

### Conclusiones

La asociación descrita anteriormente evidencia que el contenido en Zn puede estabilizar la estaurólita a temperaturas por debajo del límite de estabilidad de la Fe-estaurólita y de este modo aparecer en la parte alta del grado bajo de metamorfismo. Por otra parte, la primera aparición de Fe-estaurólita en la unidad de Salobreña se produce a muro de la formación de esquistos claros, inter-

pretandose como el límite grado bajo-grado medio en las rocas de la unidad de Salobreña.

### Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto de investigación de la CICYT PB91-0156-C02-01.

### Referencias

- Chatterjee, N. D. (1976): *Amer. Miner.*, 61, 699-709.
- Griffen, D.T. (1981): *Amer. Miner.*, 66, 932-937.
- Guidotti, C.V. (1970): *Jour. Petrol.*, 11, 277-336.
- Holdaway, M.J., Mukhopadhyay, B., Dyar, M.D., Dutrow, B.L., Rumble, D.III, Grambling, J.A. (1991): *Amer. Miner.*, 76, 1910-1919.
- Massone, H.J. & Schreyer, W. (1987): *Contrib. Mineral. Petrol.*, 96, 212-224.
- Miyake, A. (1985): *Mineral. Mag.*, 49, 573-578.
- Spry, P.G. & Scott, S.D. (1986): *Can. Mineral.*, 24, 147-163.
- Torres-Roldán, R.L. (1974): *Cuad. Geol. Univ. Granada*, 5, p. 21-77.
- Vidal, O. & Goffé, B. (1992): *Contrib. Mineral. Petrol.*, 108, 72-81.
- Vidal, O., Goffé, B., Theye, T. (1992): *Jour. Metamorphic Geology*.