

ETTORE AZZARO, BRUNO DI SABATINO, GIANCARLO NEGRETTI \*

GRADO METAMORFICO DI ALCUNE ROCCE  
DELLA « SERIE SCISTOSA BASALE »  
DEI DINTORNI DELLA FOCE DEL GIOVO  
(APUANE SETTENTRIONALI)\*\*

RIASSUNTO. — Le paragenesi di alcuni « scisti » riferibili alla « serie scistosa basale » del « nucleo » apuano, affioranti nei pressi della Foce del Giovo, forniscono sufficienti indicazioni sulle ambientazioni termobariche raggiunte dal metamorfismo regionale.

L'associazione di fengiti ( $b_0 = 9,045 \pm 0,005 \text{ \AA}$ ) con cloritoide, pirofillite ed epidoti di tipo clinozoisitico, consente di localizzare termalità superiori ai  $400^\circ \text{ C}$ - $430^\circ \text{ C}$  con pressioni comprese fra i 6 e gli 8 Kbars. La presenza, inoltre, di biotite nascente e l'assenza di cianite, suggeriscono termalità attorno ai  $450^\circ \text{ C}$ .

ABSTRACT. — Mineral paragenesis in some « schists » referred at « basal schistose serie » of the Apuan « core », outcropping near Foce del Giovo, offers good indications on the thermobarometry of the regional metamorphism.

The phengite mica ( $b_0 = 9,045 \pm 0,005 \text{ \AA}$ ), chloritoid, pyrophyllite, clinzoisite association is formed at temperatures higher than  $400^\circ \text{ C}$ - $430^\circ \text{ C}$  with barometric conditions of 6-8 Kbars. The presence of initial growth of biotite and the absence of kyanite suggest  $450^\circ \text{ C}$  as the maximum temperature.

Nel quadro delle ricerche di recente iniziate sul metamorfismo delle Alpi Apuane da parte di studiosi dell'Istituto di Mineralogia e Petrografia dell'Università di Roma (1), è possibile fornire qualche dato preliminare sul grado metamorfico di rocce riportabili al « complesso scistoso basale » del nucleo apuano, affioranti nei pressi della Foce del Giovo (Alpi Apuane settentrionali), in prossimità del contatto (localmente per altro tettonico) con la formazione dei « grezzoni ».

Trattasi di scisti a quarzo, fengiti in lamelle relativamente grandi ( $b_0 = 9,045 \pm 0,005 \text{ \AA}$ ), Mg-Fe cloriti e Fe-Mg cloriti, biotite nascente in lamelle con pleocroismo tipico  $\alpha =$  giallo bruno,  $\beta = \gamma$  marrone rossiccio, albite pressochè pura (B.T.,  $\alpha'/\{010\} = 17^\circ$ ), con accessori ortite (con circa 7 % in Ce (2)), ankerite in romboedri frequentemente sostituita da ematite, calcite, dolomite e minerali metallici. A questi tipi litoidi si associano, intercalati a letti carbonatici calcitico-dolomitici, scisti a cloritoide, contenenti abbondante pirofillite facilmente osservabile anche per via ottica, fengiti ( $b_0 = 9,045 \pm 0,005 \text{ \AA}$ ) ed epidoti del tipo clinozoisitico con scarso contenuto in ferro, questi ultimi sviluppati soprattutto nelle fasce a contatto con i letti carbonatici.

\* Istituto di Mineralogia e Petrografia dell'Università di Roma. \*\* Lavoro eseguito sotto gli auspici del C.N.R. (contributo n. 73.0079.05). (1) Si ringrazia il Prof. G. Giglia per le utili indicazioni geologiche e gli scambi di idee. (2) Microsonda elettronica JEOL ICXA 50  $\text{\AA}$ .

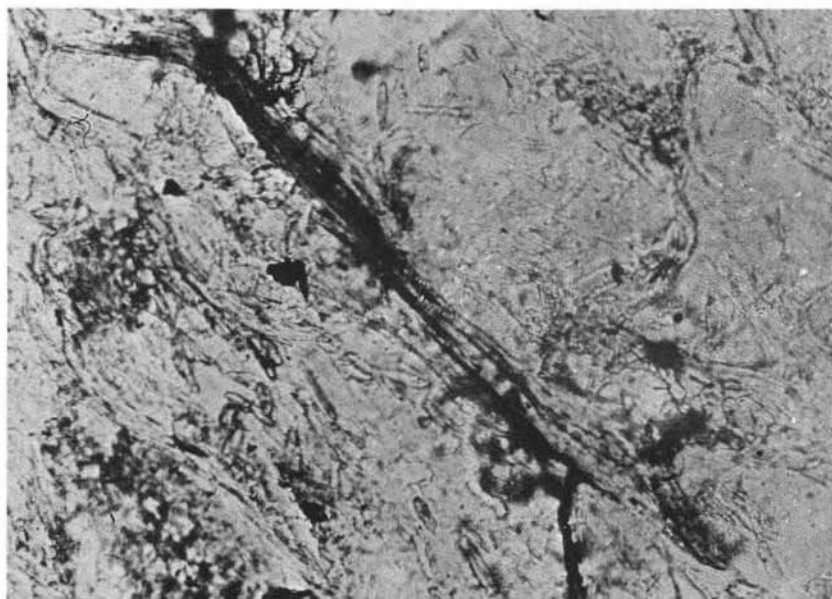


Fig. 1. — Biotite nascente in scisto a quarzo-fengiti-cloriti-albite-ortite (Camp. AP 38 a; Foce del Giovo) - solo polar. 600 X - Foto A. Congiu.

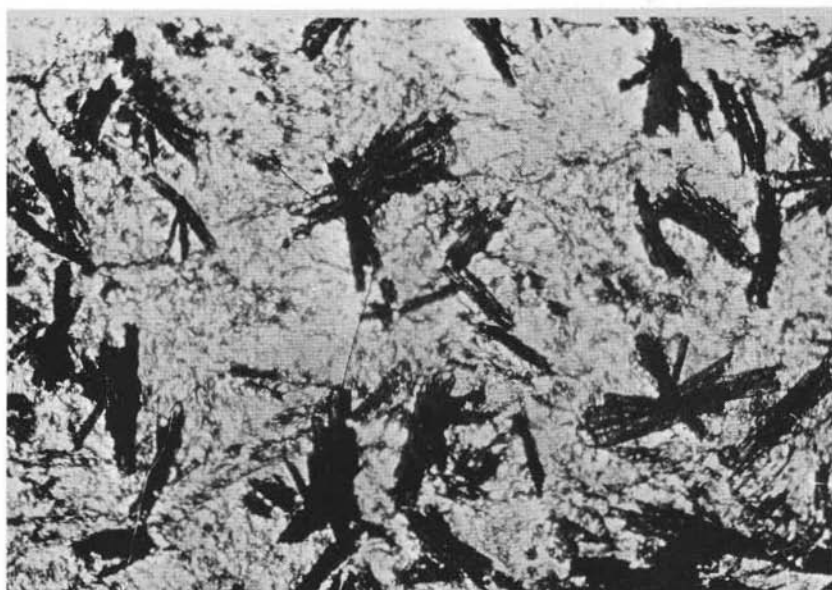


Fig. 2. — Cloritoide in scisto con abbondante pirofillite, fengite, epidoti (Camp. AP 44; dintorni di Foce del Giovo) - solo polar. 60 X - Foto A. Congiu.

Gli scisti a quarzo, fengiti, cloriti e albite passano a gneiss a microclino abbondante con manifeste pertiti, contenenti anch'essi quarzo, albite, fengiti  $\pm$  biotite e metallici, ormai riferibili anche per i caratteri strutturali e tessiturali al complesso dei «porfiroidi». I «grezzoni» dei dintorni della Foce del Giovo (Dente N del

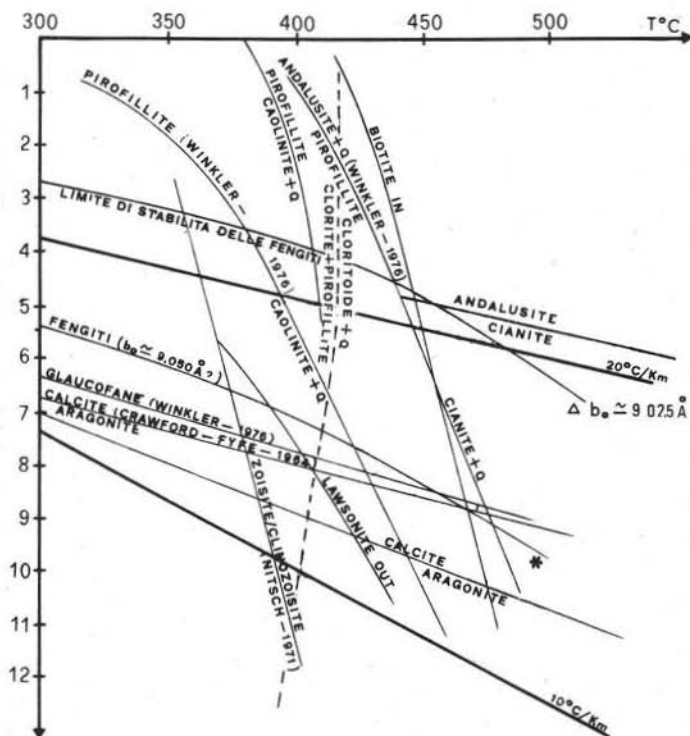


Fig. 3. — Rappresentazione schematica degli andamenti delle principali isograde considerate - Foto A. Congiu.  $\Delta$  Da VELDE (1965). \* Estrapolazione dai dati sperimentali di VELDE (1965).

Giovo; q. 1533), accanto alla prevalente dolomite ed alla calcite, contengono, in modeste quantità ed annidati soprattutto in venule e tasche, quarzo, fengiti, albite B.T. pressochè pura.

Le paragenesi presenti nei termini scistosi indicano condizioni di pressioni relativamente alte e di temperature massime di basso stadio metamorfico. Le ricostruzioni termodinamiche suggeriscono valori barici certamente superiori ai 6 Kbars ma ragionevolmente inferiori agli 8 Kbars; valori termici attorno ai 450° C, per le seguenti considerazioni:

- a) la presenza di biotite, chiaramente manifesta anche se in modesta quantità e con blasti in via di sviluppo in corrispondenza dei letti fillosilicatici, sembra indicare il raggiungimento della isograda «biotite + fengite in», alle varie pressioni compresa fra i 430° ed i 460° C (WINKLER, 1976);

- b) l'associazione cloritoide + pirofillite indica temperature superiori ai 400° C-420° C (HOSCHEK, 1967, 1969) e inferiori ai 500° C;
- c) la partecipazione di clinozoisite suggerisce termalità non inferiori ai 350° C-400° C (NITTSCH, 1971);
- d) il campo di stabilità della pirofillite è compreso, alle varie pressioni, tra i 300° C ed i 480° C (THOMPSON, 1970);
- e) l'ordine di grandezza delle pressioni trova indicazione nella presenza delle fengite con valori parametrici del  $b_0$  attorno ai 9,045 Å; tali valori esprimono pressioni non inferiori ai 6 Kbars per gli intorni termici considerati, ma non superiori agli 8-9 Kbars (VELDE, 1965; CIPRIANI ed altri, 1968; SASSI, 1972; SASSI e SCOLARI, 1974). Che non si raggiungano questi ultimi valori è anche testimoniato dalla mancanza di tracce di aragonite e della completa assenza di anfiboli azzurri <sup>(3)</sup>.

Definito l'intorno barico si possono meglio precisare i limiti delle termalità. L'isograda «biotite + fengite in», alle pressioni rilevate, si localizza attorno ai 450° C-460° C. La pirofillite limita i valori inferiori di stabilità ai 410° C-430° C ed i superiori a non più di 460° C.

Poichè si riscontra la presenza di biotite in formazione e parallelamente l'assenza di cianite in condizioni composizionali idonee alla sua genesi, è probabile che localmente il metamorfismo abbia raggiunto valori termici attorno ai 450° C. Nella figura 3 sono schematicamente riportati gli andamenti delle isograde considerate.

#### BIBLIOGRAFIA

- CIPRIANI C., SASSI F. P., VITERBO BASSANI C. (1968) - *La composizione delle miche chiare in rapporto con le costanti reticolari e col grado metamorfico*. Rend. S.I.M.P., 24, 153-187.
- HOSCHEK G. (1967) - *Untersuchungen zum Stabilitätsbereich von Chloritoid und Staurolith*. Contr. Min. Petr., 14, 123-162.
- HOSCHEK G. (1969) - *The stability of staurolite and chloritoid and their significance in metamorphism of pelitic rocks*. Contr. Min. Petr., 22, 208-232.
- NITTSCH K. H. (1971) - *Die Stabilitätsbeziehungen von Prehnit- und Pumpellyit-haltigen Paragenesen*. Contr. Min. Petr., 30, 240-260.
- SASSI F. P. (1972) - *The petrological and geological significance of the  $b_0$  value of potassic white micas in low-grade metamorphic rocks. An application to the Eastern Alps*. Tschermsk Min. Petr. Mitt., 18, 105-113.
- SASSI F. P., SCOLARI A. (1974) - *The  $b_0$  value of the potassic white micas as a barometric indicator in low-grade metamorphism of pelitic schists*. Contr. Mineral. Petr., 45, 143-152.
- THOMPSON A. B. (1970) - *A note on the kaolinite-pyrophyllite equilibrium*. Am. Journ. Sci., 268, 454-458.
- VELDE B. (1965) - *Phengite micas: Synthesis, stability and natural occurrence*. Am. Journ. Sci., 263, 886-913.
- WINKLER H. G. F. (1976) - *Petrogenesis of metamorphic rocks*. IV Ed. Springer Verlag, New York, Heidelberg, Berlin.

<sup>(3)</sup> Le curve relative ai valori del  $b_0$  riportate in fig. 3 corrispondono: l'una ( $b_0 \cong 9.025$  Å) al limite muscovite-fengite; l'altra ( $b_0 = 9.050$  Å) è estrapolata da dati sperimentali di Velde (1965) e prescelta sulla base della distribuzione delle miche con parametro  $b_0 = 9.050$  Å nelle metamorfiti di bassissimo e basso stadio della Toscana.