
ATTI ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI
CLASSE SCIENZE FISICHE MATEMATICHE NATURALI
RENDICONTI

ROSSANA PIRANI, NORIS MORANDI, M. CARLA
NANNETTI

**Ritrovamento di scapolite in un'area di contatto dei
M.ti Monzoni (Toal della Traversellite). III:
Comportamento termico**

*Atti della Accademia Nazionale dei Lincei. Classe di Scienze Fisiche,
Matematiche e Naturali. Rendiconti, Serie 8, Vol. 66 (1979), n.6, p. 563–569.*
Accademia Nazionale dei Lincei

[<http://www.bdim.eu/item?id=RLINA_1979_8_66_6_563_0>](http://www.bdim.eu/item?id=RLINA_1979_8_66_6_563_0)

L'utilizzo e la stampa di questo documento digitale è consentito liberamente per motivi di ricerca e studio. Non è consentito l'utilizzo dello stesso per motivi commerciali. Tutte le copie di questo documento devono riportare questo avvertimento.

Mineralogia. — *Ritrovamento di scapolite in un'area di contatto dei M.ti Monzoni (Toal della Traversellite). III: Comportamento termico* (*). Nota di ROSSANA PIRANI, NORIS MORANDI e M. CARLA NANNETTI, presentata (**) dal Socio P. GALLITELLI.

SUMMARY. — Research on a K-rich scapolite, containing OH and CO₃ as anionic constituents was carried out to correlate the thermal behaviour and the heating effects on chemical composition, x-ray and I.R. absorption results. The scapolite-plagioclase stability relations at high temperatures are discussed.

A completamento dello studio chimico, roentgenografico e di I.R. della scapolite segnalata ai M.ti Monzoni (Toal della Traversellite) (Morandi *et al.*, 1979 a, 1979 b) si riferisce in questa sede sul comportamento termico del minerale: la ricerca ha trovato sollecitazione nelle possibili correlazioni tra stabilità termica delle complesse serie di composizioni scapolitiche ed equilibri paragenetici cui il minerale può dar luogo, in condizioni di metasomatismo pneumatolitico fino a condizioni metamorfiche di contatto.

Lo studio termico, eseguito con apparato Du Pont, include controlli analitici sui materiali riscaldati: *chimici* — di assorbimento atomico e di fotometria di fiamma —; *diffrazionometrici* — diffrattometro Philips —; *di spettrofotometria di assorbimento I.R.* — apparato Perkin Elmer, modello 467.

DATI SPERIMENTALI

Il materiale utilizzato per tutti i controlli sul comportamento termico della scapolite in esame contiene circa il 10 % di K-feldspato ⁽¹⁾ presente in associazione, o concresciuto, con la scapolite stessa.

Nella curva di analisi termica differenziale eseguita in aria (fig. 1) si osserva un profondo flesso endotermico con temperatura di reazione a 785 °C: la forte asimmetria del flesso è chiaramente messa in evidenza dall'andamento della curva derivata. Nell'intervallo di temperatura fra 800° e 1000 °C si rilevano due flessi esotermici morfologicamente diversi e con apici rispettivamente a 860° e 950 °C: il primo di questi, per la caratteristica temperatura di reazione, potrebbe derivare dalle impurezze di clorite precedentemente segnalate (Morandi *et al.*, 1979 a). Dopo i 1000 °C si verifica l'inizio di una reazione endotermica profonda che rimane interrotta dalla fine dell'esperienza di riscaldamento.

Le curve di analisi termica ponderale (fig. 1) sono state ottenute: *a*) eseguendo esperienze con la termobilancia in atmosfera controllata di CO₂ (fig. 1 *c* e 1 *d*); *b*) controllando la perdita dopo riscaldamenti successivi (e fino a costanza di peso), di 50 °C

(*) Ricerca condotta nell'Istituto di Mineralogia e Petrografia dell'Università di Bologna con i contributi finanziari del C.N.R. (n. 78.00302.05 e 78.00318.05).

(**) Nella seduta del 12 maggio 1979.

(1) Vedi Morandi *et al.* (1979 a).

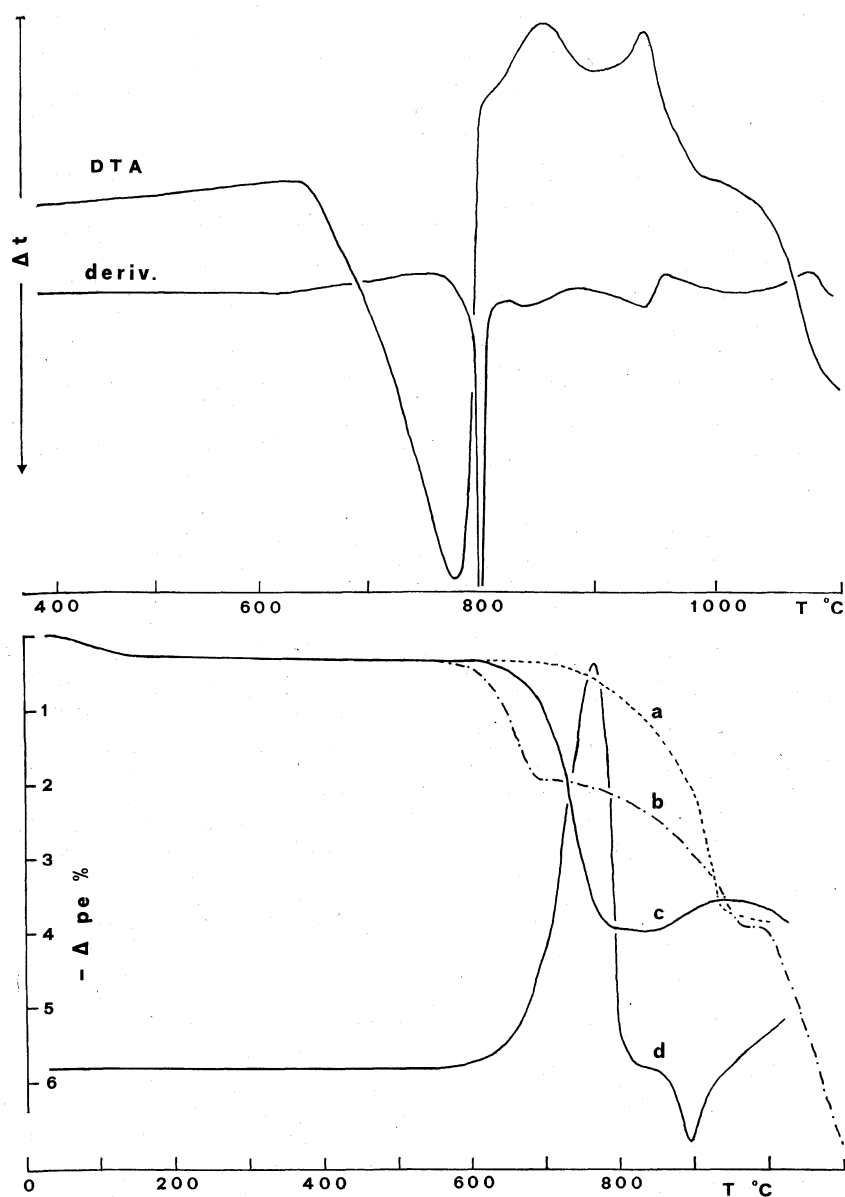


Fig. 1. - Curva DTA, sua derivata e curve termico-ponderali della scapolite di Toal della Traversellite: *a*) curva TG in CO_2 ; veloc. risc. $7^{\circ}\text{C}/\text{min.}$; *b*) curva ponderale ottenuta da pesate fino a costanza dopo riscaldamenti successivi di 50°C in 50°C ; *c*) curva TG in aria; veloc. risc. $50^{\circ}\text{C}/\text{min.}$; *d*) curva DTG contemporanea alla curva *c*.

in 50 °C, fino a 1100 °C (fig. 1 *b*). Le diverse curve ponderali mostrano una modesta perdita iniziale (0,28 %), attribuibile ad H_2O^- , e una cospicua perdita (prevalentemente OH e CO_2 ⁽²⁾) che inizia a 600 °C e termina a 960 °C. Questa reazione nelle curve *a*) e *b*) appare chiaramente distinta in due intervalli, per i quali la velocità di perdita è nettamente diversa. In aria (fig. 1 *c* e 1 *d*) la stessa reazione non è sdoppiata, è simmetrica, termina a 800 °C circa ed è seguita da un aumento in peso che, sia per la temperatura, sia per la velocità di reazione, corrisponde all'effetto esotermico rilevato a 950 °C in DTA. Dopo i 980 °C si osserva una perdita continua in peso (fig. 1 *b*) che è stata registrata fino alla temperatura massima di 1150 °C (valore massimo della perdita $\cong 7\%$): questa reazione ha l'equivalente nella curva DTA.

Gli andamenti delle reazioni termiche trovano significato nei dati degli studi diffrattometrici, di I.R. e chimici dei prodotti riscaldati.

La fig. 2 raccoglie le diffrattometrie (fra le numerose eseguite) di quei prodotti del riscaldamento per i quali si sono raccolti cambiamenti strutturali.

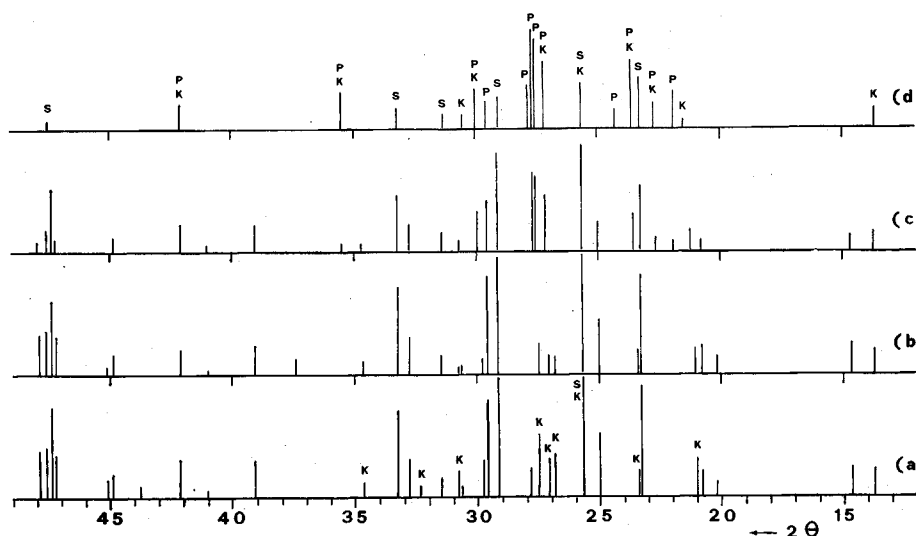


Fig. 2. — Rappresentazione diagrammatica di diffrattometrie della scapolite di Toal della Traversellite: naturale (*a*), riscaldata a 860 °C (*b*), a 980 °C (*c*) e a 1000 °C (*d*) per 2^h. Radiazione Cu K α . K = K-feldspato; P = plagioclasio; S = scapolite; i riflessi senza indicazioni sono attribuiti alla scapolite.

Lo spettro *a*) è relativo al materiale non riscaldato: le riflessioni principali del K-feldspato, sulla base della posizione del riflesso $\bar{2}01$ e, con minore accuratezza, della coppia $1\bar{3}1-131$ (Wright e Stewart, 1968) portano ad estrapolare una composizione Or_{95-100} .

A 860 °C (fig. 2 *b*) lo spettro della scapolite rimane inalterato, mentre quello del K-feldspato mostra modifiche modeste rispetto alla posizione, all'intensità e al numero dei riflessi.

Nelle diffrattometrie dei prodotti di riscaldamento a temperatura più elevata (fig. 1 *c* e 1 *d*) lo spettro della scapolite va, via via, semplificandosi, sia riguardo il numero sia l'intensità dei riflessi.

(2) Gli anioni Cl ed SO_4 sono risultati, dallo studio chimico, scarsamente significativi e non si individuano nelle varie reazioni di perdita in peso, né negli esami all'I.R.

TABELLA I.

SCAPOLITE nat.	SCAPOLITE RISCALDATA A			
	780 °C	860 °C	980 °C	1000 °C
$a_0(\text{\AA})$ 12,0785 $\pm$ 0,0015	12,0876 $\pm$ 0,0046	12,0839 $\pm$ 0,0025	12,0780 $\pm$ 0,0029	12,0833 $\pm$ 0,0046
$c_0(\text{\AA})$ 7,5948 $\pm$ 0,0015	7,6079 $\pm$ 0,0055	7,5984 $\pm$ 0,0028	7,5970 $\pm$ 0,0029	7,5885 $\pm$ 0,0066
$V(\text{\AA}^3)$ 1108,01 $\pm$ 0,29	1111,59 $\pm$ 1,00	1109,52 $\pm$ 0,51	1108,23 $\pm$ 0,56	1107,97 $\pm$ 1,13

La Tabella I dà i valori delle costanti della cella per la scapolite contenuta nei vari prodotti del riscaldamento, calcolati con il metodo dei minimi quadrati, sulla base dei riflessi principali.

Le differenze parametriche per le scapoliti riscaldate non risultano chiaramente correlabili con i valori delle temperature, oscillando entro gli intervalli degli errori analitici, che sono un pò più ampi nei prodotti riscaldati nei confronti del minerale non trattato, a causa del minor numero di riflessioni di facile lettura nelle diffrattometrie.

A partire da 980 °C, si rilevano nelle diffrattometrie, accanto ai riflessi della scapolite, quelli progressivamente più evidenti di due fasi feldspatiche: una plagioclasica, che, sulla base della complessiva successione dei d , sembrerebbe riferibile a una composizione bitownitica e una corrispondente a un K-feldspato con contenuto in albite notevolmente elevato (Ab_{50-60} ; Wright e Stewart, 1968).

A 1150 °C scompaiono completamente i riflessi della scapolite e la diffrattometria complessivamente mostra soltanto pochi riflessi attribuibili a fasi feldspatiche.

Le variazioni di composizione e le reazioni tra fasi che si verificano in seguito a riscaldamento nella scapolite concresciuta con circa 10% di K-feldspato sono confermate da dosaggi di Na_2O e K_2O eseguiti su materiali riscaldati.

La Tabella II riporta e confronta le percentuali dei due ossidi nella scapolite naturale e nei suoi prodotti di riscaldamento, rispettivamente a 860°, 980°, 1000° e 1150 °C. Fatta eccezione per il campione a 1150 °C, per il quale la reazione al riscaldamento non si esauriva con il protrarsi del tempo, tutti gli altri campioni sono stati riscaldati alle temperature prefissate fino a costanza di peso.

TABELLA II.

		% IN PESO				PERDITA MAX.	
Naturale		Riscaldata a				Valori ottenuti	Valori calcolati (*)
		860 °C	980 °C	1000 °C	1150 °C		
Na_2O . .	6,23	6,27	5,53	5,03	4,62	— 1,61	— 1,76
K_2O . .	4,15	4,17	3,61	3,23	2,96	— 1,19	— 1,67

(*) I dati della perdita sono stati ricalcolati sulla base del contenuto di K_2O e Na_2O nella sola scapolite.

Dalla tabella si può osservare che: 1) la perdita in metalli alcalini non si registra prima di 980 °C; 2) l'allontanamento di K_2O è più rapido di quello di Na_2O ; 3) la diminuzione di K nella scapolite riscaldata a 1150 °C è circa doppia della diminuzione di Na (rispettivamente 56%, 26%).

La perdita totale (2,20%) di ossidi alcalini sommata alla perdita di anioni (4,30%; Morandi *et al.*, 1979 *a*), porta a un valore (6,50 %) sufficientemente coerente con la perdita registrata in DTA (7%).

Le variazioni della composizione anionica della scapolite, in seguito a riscaldamento, si raccolgono invece dallo studio I.R.

In fig. 3 si riportano gli spettri I.R., relativamente all'intervallo 1600–300 cm^{-1} , del materiale naturale (*a*) e riscaldato a 700 °C (*b*), 860 °C (*c*) e 1000 °C (*d*) per due ore.

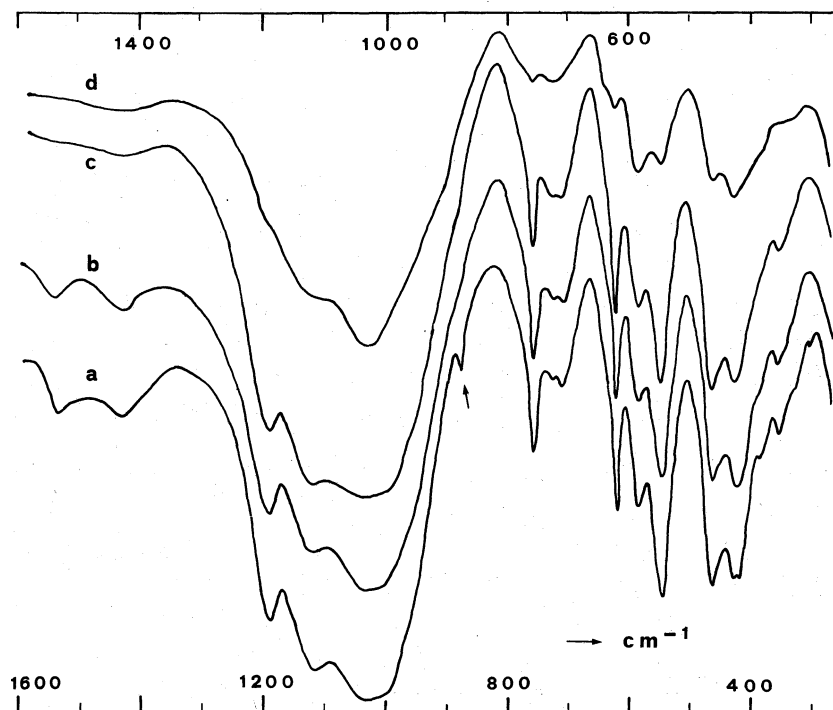


Fig. 3. – Spettri I.R. della scapolite di Toal della Traversella naturale (*a*), riscaldata a 700 °C (*b*), a 860 °C (*c*) e a 1000 °C (*d*).

A 700 °C i riflessi riferibili al gruppo OH non sono più visibili, mentre quelli attribuibili al gruppo CO_3 appaiono o ridotti di intensità (1530 e 1425 cm^{-1}) o del tutto mancanti (875 cm^{-1} ; indicato in figura con freccia). Questo risultato, correlato con l'andamento delle curve ponderali, (fig. 1, in basso) indicherebbe quindi che 700 °C rappresentano la temperatura di fine reazione per la deossidrilazione e di inizio di reazione per la decarbonatazione.

Per temperature superiori a 860 °C si osserva poi la scomparsa di tutte le bande riferibili al gruppo CO_3 e l'insieme delle bande I.R., tipiche della scapolite, subisce una riduzione in intensità che è progressiva, fino quasi a scomparsa, dopo un riscaldamento a 1000 °C.

Lo spettro I.R., eseguito su polvere riscaldata a 1000 °C (fig. 3 *d*) conferma nel suo appiattimento, sia il permanere di una struttura residua semplificata della scapolite, sia la presenza di strutture feldspatiche.

CONCLUSIONI

Il comportamento termico della scapolite, sulla base dei controlli da noi effettuati sul campione del Toal della Traversellite può essere così sintetizzato:

1) La scapolite, in seguito a riscaldamento, perde prima gli OH, quindi il gruppo CO_3 , senza che si abbiano effetti sulla stabilità reticolare: in conseguenza della perdita degli anioni suddetti si possono ipotizzare sostituzioni di ioni ossigeno nelle posizioni anioniche e, a sostegno di questa ipotesi, possiamo ricordare il flesso esotermico a 950°C in DTA e il corrispondente aumento in peso registrato in TG.

2) La struttura della scapolite appare stabile fino a 1000°C . Il mancato rilievo, negli studi diffrattometrici, di espansione termica ordinata e progressiva dei parametri reticolari c e V , a differenza di quanto ottenuto da Levien e Papike (1976; pp. 872, 875), può trovare ragione, oltre che nella difficoltà di dare un significato sufficientemente accurato alle differenze parametriche valutate, nella particolare associazione paragenetica della scapolite con K-feldspato e in una possibile variazione del rapporto Na/K durante il riscaldamento: si è visto d'altronde che in vicinanza della temperatura di decomposizione l'allontanamento di Na e K è, in modo marcato, quantitativamente diverso e a favore di K.

3) La formazione di plagioclasio, progressivamente in aumento al procedere del riscaldamento, (con tendenza alla sostituzione completa della scapolite con plagioclasio) sembrerebbe indicare una stabilità termica per la scapolite inferiore a quella del plagioclasio sotto condizioni di pressioni ambientali, contrariamente a quanto si verifica nelle paragenesi di alta pressione (Newton e Goldsmith, 1975; Goldsmith e Newton, 1977; Ellis, *et al.*, 1978). Valutazioni delle variazioni compositive delle fasi coesistenti nei diversi equilibri termici sarebbero speculative sulla base dei dati che sono stati raccolti, per la complessità sia delle paragenesi che si producono, sia della composizione della scapolite in esame. Tuttavia la tendenza alla perdita di metalli alcalini in seguito al riscaldamento è coerente con l'aumentare della stabilità sia di una scapolite più calcica, sia del plagioclasio con essa in equilibrio, all'aumentare della temperatura (Levien e Papike, 1976; Goldsmith e Newton, 1977).

4) La presenza di scapolite ricca in Na, K e CO_3 nelle rocce di contatto dei M.ti Monzoni è chiaramente conseguente a una particolare composizione dei fluidi pneumatolitici che hanno investito la massa monzonitica e che hanno determinato la particolare paragenesi con K-feldspato, titanite e apatite. La presenza di calcite e zeoliti, in posizione interstiziale, indica infine il prolungarsi della circolazione dei fluidi fino a condizioni di idrotermalismo.

BIBLIOGRAFIA

- ELLIS D.E. (1978) - *Stability and phase equilibria of chloride and carbonate bearing scapolites at 750°C and 4000 bar.*, « *Geochim. et Cosmoch. Acta* » 42, 1271-1281.
- GOLDSMITH J. R. and NEWTON R. (1977) - *Scapolite-plagioclase stability relations at high pressures and temperatures in the system $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ - $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ - CaCO_3 - CaSO_4* , « *Amer. Miner.* », 62, 1063-1081.
- LEVIEN L. and PAPIKE J. J. (1976) - *Scapolite crystal chemistry: aluminum-silicon distributions, carbonate group disorder, and thermal expansion*, « *Amer. Miner.* », 61, 864-877.
- NEWTON R. C. and GOLDSMITH J. R. (1975) - *Stability of the Scapolite Meionite ($3\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot \text{CaCO}_3$) at High Pressures and Storage of CO_2 in the Deep Crust*, « *Contr. Miner. Petrol.* », 49, 49-62.
- MORANDI N., NANNETTI M. C. e PIRANI R. (1979 a) - *Ritrovamento di scapolite in un'area di contatto dei M.ti Monzoni (Toal della Traversellite). I: Chimismo e studio ottico.* « *Rend. Acc. Naz. Lincei, Cl. Sc. Fis. Mat. Nat.* », Serie VIII, vol. XLVI, fasc. 4, 1979.
- MORANDI N., NANNETTI M. C. e PIRANI R. (1979 b) - *Ritrovamento di scapolite in un'area di contatto dei M.ti Monzoni (Toal della Traversellite). II: Spettroscopia I.R. e studio roentgenografico.* « *Rend. Acc. Naz. Lincei, Cl. Sc. Fis. Mat. Nat.* », Serie VIII, vol. XLVI, fasc. 4, 1979.
- WRIGHT T. L. and STEWART D. B. (1968) - *X-ray and optical study of alkali feldspar. I: Determination of composition and structural state from refined unit-cell parameters and 2 V.* « *Amer. Miner.* », 53, 38-87.