
ATTI ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI
CLASSE SCIENZE FISICHE MATEMATICHE NATURALI

RENDICONTI

NORIS MORANDI, M. CARLA NANNETTI

**Ritrovamento di epidoto fra i prodotti di
trasformazione idrotermale di un monzogabbro (loc.
Canzoccoli, Predazzo)**

*Atti della Accademia Nazionale dei Lincei. Classe di Scienze Fisiche,
Matematiche e Naturali. Rendiconti, Serie 8, Vol. 66 (1979), n.6, p. 570-575.*
Accademia Nazionale dei Lincei

<http://www.bdim.eu/item?id=RLINA_1979_8_66_6_570_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.

*Articolo digitalizzato nel quadro del programma
bdim (Biblioteca Digitale Italiana di Matematica)
SIMAI & UMI*

<http://www.bdim.eu/>

Mineralogia. — *Ritrovamento di epidoto fra i prodotti di trasformazione idrotermale di un monzogabbro (loc. Canzoccoli, Predazzo)* (*).
Nota di NORIS MORANDI e M. CARLA NANNETTI, presentata (**) dal Socio P. GALLITELLI.

SUMMARY. — Mineralogical and petrographic studies on the epidotized monzogabbro outcrop observed at Canzoccoli (Predazzo) are reported. The clinopyroxenes of the monzogabbro are chloritized, the feldspars are rounded and enclosed in a chlorite—calcite—epidote matrix. The epidote is also enriched in veins or in big lenticular masses. The optical and crystal-chemical study defines the epidote as a $Ps = 24\%$ term. The colour of the epidote mineral tends to darker tones the higher the Fe-content. A genetic mechanism of the monzogabbro transformation in hydrothermal conditions is discussed.

A Ovest di Predazzo, in località Canzoccoli, a quota 1200 s.l.m. e a circa 300 metri a Nord del noto contatto tra rocce monzonitiche e sedimenti carbonatici, si è rinvenuto un interessante affioramento di monzogabbro, visibilmente epidotizzato. Essendo l'affioramento in corrispondenza di una ripida incisione valliva, si può seguire il fenomeno di trasformazione su una parete di circa 40×10 metri.

Il monzogabbro è in facies tipica e corrisponde alla descrizione petrografica fornita da Lucchini e Simboli (1972). In corrispondenza delle aree in cui presenta le trasformazioni più vistose mostra una granulometria più ridotta, un colore omogeneo grigio scuro e chiazze giallo-verdastre di dimensioni variabili dal millimetro a qualche centimetro, variamente disseminate. Talvolta queste chiazze risultano di forma allungata, lentiformi e tendono a congiungersi attraverso piccole vene. In casi fortunati sia le chiazze che le vene hanno dimensioni che raggiungono il decimetro e mostrano al lato interno un intreccio di cristalli di epidoto ben sviluppati, prismatici, allungati e di colore verde.

Nel presente lavoro si forniscono i dettagli composizionali e tessiturali della roccia che ha subito il fenomeno della epidotizzazione e, in particolare, si esamina la cristallografia dell'epidoto che appare in una giacitura e paragenesi un po' insolite per quest'area. Infatti tutte le segnalazioni di vecchi AA. e di collezionisti si riferiscono esclusivamente a ritrovamenti del minerale in skarns e in paragenesi con granato: anche i campioni facenti parte della collezione del Museo di Mineralogia e Petrografia dell'Università di Bologna rappresentano rocce di contatto di questo tipo.

Per lo studio, si sono utilizzate parecchie sezioni sottili della roccia e si sono esaminati i principali minerali costituenti, accuratamente separati con

(*) Ricerca condotta nell'Istituto di Mineralogia e Petrografia dell'Università di Bologna con il contributo finanziario del C.N.R. (n. 78.00302.05).

(**) Nella seduta del 14 giugno 1979.

metodologie isopiconometriche e isodinamiche e controllati al microscopio stereoscopico.

Si sono separati: 1) epidoto, in due frazioni: l'una predominante di colore verde-chiaro (E_1), l'altra - del tutto subordinata - molto più scura e di colore verde-marrone (E_2). Il minerale è sempre in cristalli limpidi, ben formati, ricchi di facce; 2) spinello nero, in individui ben sviluppati e sempre con vivace lucentezza; 3) titanite, anche questa in cristalli prismatici con forme nette e tipica colorazione bruno-dorata; 4) clorite, presente in associazioni di criptocristalli, di colore verde.

DESCRIZIONE PETROGRAFICA E DATI SPERIMENTALI

In sezione sottile la roccia appare fortemente epidotizzata; è stato tuttavia possibile ricostruire la struttura granulare ipidiomorfa del monzogabbro originario la cui composizione mineralogica era data essenzialmente da: plagioclasti (prevalenti), K-feldspato, clinopirosseno augitico e, subordinatamente, opachi e titanite.

La roccia attuale, profondamente trasformata, contiene plagioclasti e K-feldspati in individui variamente argillificati, corrosi, frammentati. Del clinopirosseno rimangono esclusivamente le tracce in individui scheletrici residui, essendo il minerale completamente trasformato in clorite+quarzo+calcite: in alcuni casi la prevalenza della clorite al bordo di questi individui fa pensare a una possibile zonatura dei cristalli originari. Gli accessori hanno conservato le loro caratteristiche primarie: lo spinello - tipo magnetite - fra gli opachi, è in individui per lo più arrotondati e a contorni lobati, circondato spesso da clorite chiaramente pseudomorfa su biotite preesistente. La titanite, variamente disseminata nella roccia in cristalli idiomorfi, è talora particolarmente concentrata in vicinanza della magnetite.

La matrice in cui si trovano immersi i costituenti della roccia è data da clorite+calcite, oppure da epidoti+clorite+calcite. Magnetite e titanite sono state determinate mediante esami diffrattometrici. Per la magnetite si è ottenuto un parametro $a_0 = 8,398 \pm 0,001 \text{ \AA}$: si tratta quindi di una composizione molto vicina al termine finale puro. La titanite ha fornito una sequenza di d_{hkl} perfettamente sovrapponibile con quella della scheda ASTM 11-124.

I prodotti di trasformazione del monzogabbro risultano essere quindi clorite, epidoti e calcite.

La clorite è presente in masserelle globulari di criptocristalli a disposizione fibroso-raggiata. È debolmente colorata con tonalità variabili da verde-pallido a verde leggermente più intenso; presenta colori di interferenza anormali. Attraverso l'esame di diffrattometrie eseguite su preparati orientati e disorientati è stato possibile ottenere i seguenti dati:

$$\begin{aligned} b_0 &= 9,24 \pm 0,01 \text{ \AA} \\ d_{(001)} &= 14,24 \pm 0,03 \text{ \AA} \end{aligned}$$

Utilizzando questi valori nei diagrammi proposti da Brown (1961, pagg. 268-270) e tenendo conto dei rapporti di intensità dei riflessi basali ottenuti, si ricava per la clorite in esame una composizione intermedia tra il clinocloro e la pennina, seguendo i criteri classificativi proposti da Foster (1962).

La *calcite* è presente in grosse plaghe ad estinzione omogenea che inglobano e permeano sia minerali originari della roccia, sia i loro prodotti di trasformazione.

L'*epidoto* si trova in cristalli piccoli, irregolari, o in plaghe variamente ramificate, associato ai plagioclasti con i quali dimostra una chiara parentela genetica: è frequente infatti l'osservazione di brandelli di plagioclasti residui all'interno dell'*epidoto*, oppure di fasce di *epidoto* che vanno a circondare o a permeare grossi individui plagioclastici.

TABELLA I.

Analisi chimiche e coefficienti per gli ioni nella formula.

	E ₁	E ₂		E ₁
SiO ₂	36,91		Si	2,899
Al ₂ O ₃	25,57	22,60	Al	0,101
TiO ₂	0,40	0,45	Al	2,266
Fe ₂ O ₃	12,31	15,69	Ti	0,024
FeO	0,41		Fe ³⁺	0,728
MnO	0,30	0,29	Fe ²⁺	0,027
MgO	0,21		Mn	0,020
CaO	21,39		Mg	0,025
Na ₂ O	0,11		Ca	1,800
K ₂ O	0,08		OH	1,279
H ₂ O ⁺	2,44			
H ₂ O ⁻	0,15			
	100,28			

Tuttavia, la diffusione quantitativamente più rilevante di questo minerale si ha sotto forma di arricchimenti monomineralici che si sviluppano in vene ramificate o in plaghe spesso intercomunicanti: in queste, l'*epidoto* è in individui cristallini ben formati, di dimensioni maggiori e fra di loro variamente concresciuti.

Otticamente l'epidoto è caratterizzato da un $2V_x = 70^\circ$. L'indice di rifrazione, determinato, in luce gialla del sodio, su entrambe le frazioni separate è risultato:

$$E_1) \quad n_\beta = 1,743 \pm 0,001$$

$$E_2) \quad n_\beta = 1,752 \pm 0,001$$

Il chimismo del minerale è espresso nella Tabella I: della frazione E_1 si riporta l'analisi completa; di E_2 sono stati dosati esclusivamente gli ossidi dei metalli che entrano nell'aggruppamento R^{3+} della formula e che definiscono le differenze compositive all'interno della serie clinzoisite-pistacite. La formula cristallografica per E_1 è stata calcolata sulla base di 13 (O, OH).

Gli elementi minori, rilevati mediante indagine spettrografica qualitativa, sono: Na, K, Rb, Sr, Ba, V, Ni, Co, espressi in ordine di tenore decrescente. La loro presenza è coerente con la cristallografica del minerale e con l'ambiente genetico di formazione.

TABELLA II.

Parametri della cella e volume.

	E_1	E_2
a_0	$8,897 \pm 0,007$	$8,896 \pm 0,007$
b_0	$5,655 \pm 0,005$	$5,645 \pm 0,005$
c_0	$10,166 \pm 0,007$	$10,164 \pm 0,007$
β	$115^\circ 30' \pm 1'$	$115^\circ 23' \pm 1'$
V	$461,6 \pm 0,6$	$461,2 \pm 0,6$

I dati delle costanti cristallografiche (Tabella II) sono stati determinati per E_1 ed E_2 mediante esami diffrattometrici eseguiti con apparato Philips (radiazione $Co K_\alpha$, fenditure $1^\circ-0,1^\circ-1^\circ$, velocità $1/4^\circ/\text{min.}$, T.C. $4''$) ed elaborazione delle riflessioni con il metodo dei minimi quadrati.

I lati delle due celle non appaiono sostanzialmente diversi, ma complessivamente ricalcano quelli riportati in letteratura per composizioni analoghe; l'angolo β sembra invece più sensibile anche a modiche variazioni di chimismo e decresce con l'aumentare di Fe (Seki, 1959; Holdaway, 1972).

Un'ottima correlazione si rileva invece fra composizione e indice di rifrazione: sulle curve proposte da vari AA. (Deer *et al.*, 1962; Holdaway, 1972), dal valore dell'indice β si ricava per E_1 una percentuale di Ps = 24 % (contro il valore 24,1 calcolato dall'analisi chimica), per E_2 , intorno a 30 %.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Dall'indagine cristallografica condotta sui costituenti mineralogici essenziali di un monzogabbro epidotizzato di località Canzoccoli si possono estrarre alcune osservazioni essenziali, utili a ricostruire il meccanismo genetico che ha portato alla sua profonda trasformazione:

1) l'area di trasformazione non partecipa dei fatti metamorfici di contatto (che d'altronde si sono verificati in modo vistoso all'interno della località citata), trovandosi chiaramente distante da questi e registrando l'assenza di silicati di Ca o di Ca ed Mg di alta temperatura;

2) all'interno della paragenesi di trasformazione, i feldspati appaiono argillificati o arrotondati, non trasformati; i clinopirosseni risultano quasi completamente cloritizzati;

3) la roccia appare permeata di clorite, quarzo, calcite ed epidoto, e la condizione giaciturale di tutti questi minerali testimonia chiaramente una genesi tardiva;

4) l'epidoto presente negli arricchimenti monomineralici è un termine ricco di ferro ($P_s = 24\%$) e la sua composizione risulta essere quella ricorrente in ambienti genetici propri di temperature comprese tra quella pneumatolitica e quella idrotermale e sotto condizioni di f_{O_2} alta (Holdaway, 1972; Liou, 1972, Marzouki *et al.*, 1979);

5) fra gli elementi minori individuati nell'epidoto si arricchiscono quelli di genesi più tardiva: infatti Sr sembra più arricchito di Ba e Rb appare, ad una valutazione semiquantitativa, in tenori consistenti (fra 0,01% e 0,1% dell'elemento).

Dall'insieme dei dati e delle osservazioni compiute si può quindi ipotizzare che il monzogabbro sia stato investito da fluidi che hanno trasformato la sua paragenesi principale, lisciviando, oltre ai metalli alcalini, soprattutto Ca, Fe e in parte Al dai clinopirosseni e subordinatamente dai plagioclasti (Mg e parte di Al ed Fe hanno contribuito a formare il reticolo della clorite, mentre la silice in eccesso ha portato talvolta alla formazione di quarzo microcristallino). Una elevata f_{O_2} , favorendo l'ossidazione del ferro mobilizzato, ha consentito la sua utilizzazione nel reticolo dell'epidoto piuttosto che in quello della clorite.

La P_{CO_2} di questi convogli idrotermali è da ipotizzarsi elevata, data la formazione di calcite contemporanea alla cloritizzazione dei clinopirosseni e la generale presenza della calcite stessa in paragenesi con i vari prodotti di trasformazione. È necessario aggiungere poi che il Ca lisciviato dalla roccia primaria, durante il fenomeno di trasformazione, non è ragionevolmente sufficiente a bilanciare il volume dei minerali di Ca di neoformazione. Questa osservazione fa supporre quindi che i fluidi, coinvolti nel meccanismo di trasfor-

mazione, non siano stati di origine primaria (legati cioè al consolidamento intrusivo), ma di impregnazione delle rocce carbonatiche incassanti e caratterizzati da un forte gradiente termico durante il loro movimento.

BIBLIOGRAFIA

- BROWN G. (1961) - *The X-ray identification and crystal structures of clay minerals*. Jarrold and sons LTD., Norwich. London.
- DEER W. A., HOWIE R. A. and ZUSSMAN J. (1962) - *Rock forming minerals*. « Longmans », I, 181-220.
- FOSTER M. D. (1962) - *Interpretation of the composition and a classification of the chlorites*. « Geol. Surv. Prof. Paper », 414-A.
- HOLDAWAY M. J. (1972) - *Thermal Stability of Al-Fe Epidote as a Function of f_{O_2} and Fe Content*. « Contr. Miner. and Petrol. », 37, 307-340.
- LIU J. G. (1973) - *Synthesis and Stability Relations of Epidote $Ca_2Al_2FeSi_3O_{12}(OH)$* . « Journ. of Petrol. », 14, 381-413.
- MARZOUKI F., HERRICH R. and FYFE W. S. (1979) - *Epidotisation of Diorites at Al Hadah, Saudi Arabia: Fluid Influx Into Cooling Plutons*. « Contr. Miner. and Petrol. », 68, 281-284.
- SEKI Y. (1959) - *Relation Between Chemical Composition and Lattice Constants of Epidote*. « Amer. Miner. », 44, 720-730.