

E. BONACCORSI (*), S. MERLINO (*), P. ORLANDI(*)

BREVE NOTA SULLA XONOTLITE DI MONTE CASTELLI

Riassunto - Il minerale fibroso ritrovato a Monte Castelli, considerato pectolite da A. D'Achiardi (1872), successivamente classificato come wollastonite da Manasse (1906), è risultato invece essere xonotlite $\text{Ca}_6\text{Si}_6\text{O}_{17}(\text{OH})_2$ sulla base dei dati di diffrazione di raggi X da polveri e da cristallo singolo.

Parole chiave - Xonotlite, politipismo, raggi X, mineralogia toscana.

Abstract - *Short note on xonotlite from Monte Castelli.* The fibrous mineral found at Monte Castelli, originally considered as pectolite by A. D'Achiardi (1872), and successively classified as wollastonite by Manasse (1906), is proved to be xonotlite, $\text{Ca}_6\text{Si}_6\text{O}_{17}(\text{OH})_2$ on the basis of powder and single crystal diffraction data.

Key words - Xonotlite, polytipism, X-rays, tuscan mineralogy.

INTRODUZIONE

Nel trattato «Mineralogia della Toscana» (A. D'Achiardi, 1872) si descrive un minerale ritrovato nelle rocce serpentinosi di Monte Castelli (Pisa) e che si presenta in noduli con struttura fibroso-raggiata, composti da cristalli esili e traslucidi di colore bianco. Le osservazioni macroscopiche suggerivano che potesse trattarsi di pectolite, anche se le due analisi riportate (analista F. Stagi; Tab. 1) si discostavano sensibilmente dalla composizione tipica di questo minerale. Per questo motivo il D'Achiardi termina la descrizione del minerale con l'interrogativo «Che sia cosa diversa dalla vera pectolite? L'aspetto e i suoi caratteri stanno per il no, né altro posso dirne». (D'Achiardi, 1872).

Il problema sembra risolversi vari anni dopo, quando Manasse (1906) ripete l'analisi chimica sugli stessi campioni, ottenendo però risultati molto diversi dai precedenti soprattutto per quanto riguarda il contenuto in sodio, quasi del tutto assente nella nuova analisi (riportata in Tab. 1). Conclude quindi che il minerale esaminato non è pectolite ma wollastonite, di cui riporta per confronto una analisi chimica calcolata sulla base della formula CaSiO_3 . In realtà, anche nella sua determinazione chimica, come in quelle precedenti dello Stagi, compare un valore di H_2O vicino al 3%, valore che è in disaccordo con la chimica della wollastonite.

Un nuovo capitolo e - speriamo - la conclusione di questa storia, si hanno quando uno degli autori (O.P.) riceve da un collezionista un minerale proveniente da Monte Castelli del tutto simile a quello finora descritto. Lo spettro di polvere, però, non corrispondeva a quello della

Tab. 1 - Analisi chimiche del campione di Monte Castelli.

	1	2	3	4
SiO_2	42.0	42.0	49.95	50.42
Al_2O_3	2.3	2.5	0.36	
Fe_2O_3			0.18	
MgO			0.42	
CaO	38.7	38.2	46.55	47.06
Na_2O	14.2	14.2	*0.72	
H_2O	2.8	2.8	2.98	2.52
Σ	100.0	99.7	101.16	100.00

1) D'Achiardi (1872); analista F. Stagi

2) D'Achiardi (1872); analista F. Stagi

3) Manasse (1906); * comprende anche K_2O .

4) Analisi calcolata per una xonotlite di composizione $\text{Ca}_6\text{Si}_6\text{O}_{17}(\text{OH})_2$.

wollastonite ma a quello della xonotlite, un silicato idrato di calcio di formula $\text{Ca}_6\text{Si}_6\text{O}_{17}(\text{OH})_2$. La somiglianza tra i due campioni, il nuovo e il vecchio, quest'ultimo conservato nel Museo di Storia Naturale dell'Università di Pisa con il nome di «Pectolite di Monte Castelli», suggeriva che entrambi potessero essere xonotlite. A questo proposito, è interessante notare che l'analisi chimica effettuata da Manasse (1906) corrisponde assai di più alla chimica della xonotlite che a quella della wollastonite (Tab. 1).

È sembrato quindi opportuno uno studio ai raggi X, sia da polveri che da cristallo singolo, sui campioni conservati nel Museo, sia per chiarire definitivamente la natura di questo minerale, sia per l'interesse strutturale che la xonotlite presenta. La xonotlite mostra infatti un politipismo assai complesso, potendosi realizzare sequenze diverse di strati secondo due distinte direzioni a e c. Gli spettri di diffrazione dei diversi politipi hanno in comune un «set» di riflessi netti, che corrispondono ad una pseudocella monoclinica determinata dalla ripetizione degli atomi di calcio e della maggior parte degli atomi di ossigeno. Ciascun politipo presenta poi dei riflessi più deboli, quasi sempre allungati e diffusi, che sono dovuti alla diversa posizione delle catene silicatiche nella struttura. La complessa natura politipica di questo minerale è stata messa in evidenza da Gard (1966), che ha anche proposto un sistema di nomenclatura dei possibili politipi. In diffrazione elettronica è stato possibile individuare dei domini corrispondenti a diversi politipi (Gard, 1966; Chisholm, 1980), ma cristalli di

(*) Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Pisa, Via S. Maria 53, 56126 Pisa.

dimensioni adatte per uno studio strutturale ai raggi X sembrano presentare invariabilmente sequenze disordinate di strati, con corrispondenti allungamenti e streaks nei riflessi di Bragg. Questo è il caso del campione studiato da Mamedov e Belov (1955) che hanno proposto per la xonotlite un primo modello strutturale, con simmetria $P2/a$, sulla base dei soli riflessi netti. Cristalli di qualità superiore sono stati trovati a Heguri (Giappone) e sono stati utilizzati per la determinazione strutturale da parte di Kudoh e Takeuchi (1979) di un politipo con simmetria $A\bar{1}$. Cristalli della stessa provenienza sono stati studiati anche da Eberhard *et al.* (1981); essi anticipano i risultati di uno studio strutturale, tuttora non pubblicato, in cui il raddoppiamento del parametro b porta al modello strutturale di Mamedov e Belov (1955) nel gruppo spaziale $P2/a$.

STUDIO AI RAGGI X

Una parte dei cristalli è stata macinata per la raccolta di uno spettro di polvere. La raccolta è stata effettuata su un diffrattometro Philips con radiazione $\text{CuK}\alpha$. In Tabella 2 vengono riportati i dati ottenuti, che corrispondono a quelli della xonotlite, silicato di calcio idrato di formula $\text{Ca}_6\text{Si}_6\text{O}_{17}(\text{OH})_2$.

Tab. 2 - Diffattogramma di polveri della xonotlite di Monte Castelli.

d (Å)	I	d (Å)	I
8.42	2	2.125	1
6.94	14	2.034	24
4.24	33	1.949	10
3.63	53	1.857	1
3.49	6	1.836	2
3.24	100	1.819	21
3.08	7	1.746	5
2.827	16	1.709	29
2.691	39	1.681	2
2.626	18	1.649	12
2.503	2	1.636	2
2.326	26	1.614	1
2.248	28	1.598	1
2.204	1	1.574	24

Un cristallino, con asse di allungamento lungo b , fu quindi scelto per lo studio a cristallo singolo. Un esame preliminare con le tecniche del cristallo oscillante (asse di rotazione b) e Weissenberg strati ($h0l$) e ($h1l$) confermò trattarsi di xonotlite. Si osservò anche, in accordo con quanto già segnalato in letteratura per questo minerale (Gard, 1966; Kudoh e Takeuchi, 1979; Chisholm, 1980), un forte grado di disordine strutturale nella direzione ortogonale al piano b , c , disordine evidenziato

dalla assenza per k dispari di riflessi netti e, viceversa, dalla presenza di streaks diffusi lungo a^* .

I parametri della pseudocella monoclinica, ottenuti dalla misura al diffrattometro automatico P4 Siemens di 16 riflessi con $15^\circ < 2\theta < 25^\circ$, sono $a = 17.10(2)$, $b = 3.667(2)$, $c = 7.012(3)$ Å, $\beta = 90.34(4)^\circ$: la Tabella 3 riporta un confronto con i corrispondenti valori ottenuti da Mamedov e Belov (1955) e Kudoh e Takeuchi (1979).

Tab. 3 - Confronto tra le pseudocelle per xonotliti di diversa provenienza.

pseudocella	(1)	(2)	(3)
a (Å)	16.53	17.031(4)	17.10(2)
b (Å)	3.66	3.682(1)	3.667(2)
c (Å)	7.04	7.012(2)	7.012(3)
α (°)	90	90	90
β (°)	90	90.37(2)	90.34(4)
γ (°)	90	90	90
gruppo spaziale	$C2/m$	$C2/m$	$C2/m$

(1) Mamedov e Belov (1955)

(2) Xonotlite di Heguri; Kudoh e Takeuchi (1979)

(3) Xonotlite di Monte Castelli, questo lavoro.

CONCLUSIONI

I dati in diffrazione ai raggi X indicano che il minerale biancastro a struttura fibroso raggiata che si ritrova a Monte Castelli in masse compatte e traslucide è xonotlite. Un esame degli spettri di diffrazione da cristallo singolo indica la presenza di un forte disordine strutturale che richiederà, per essere correttamente interpretato, la combinazione dello studio in diffrazione di raggi X con studi di diffrazione elettronica e microscopia elettronica a trasmissione in alta risoluzione.

BIBLIOGRAFIA

- Chisholm, J.E., 1980. Polytypism in xonotlite, $\text{Ca}_6\text{Si}_6\text{O}_{17}(\text{OH})_2$. In: T. Mulvey (Ed.), *Electron Microscopy and analysis, 1979*. Proc. Inst. Physics Electron Microscopy and Analysis Group Conf. Bristol & London, 109-112.
- D'Achiardi, A., 1872. *Mineralogia della Toscana*, vol. II, Pisa.
- Eberhard, E., Hamid, S.A. e Röttger, B., 1981. Strukturverfeinerung und Polytypie von Xonotlit $\text{Ca}_6\text{Si}_6\text{O}_{17}(\text{OH})_2$. *Z. Kristallogr.*, 154: 271-272.
- Gard, J.A., 1966. A system of Nomenclature for the Fibrous Calcium Silicates, and a Study of Xonotlite Polytypes. *Nature*, 211: 1078-1079.
- Kudoh, Y. e Takeuchi, Y., 1979. Polytypism of xonotlite: (I) Structure of an $A\bar{1}$ polytype. *Mineral. J.* 9: 349-373.
- Mamedov, Kh.S. e Belov, N.V., 1955. The crystalline structure of xonotlite. *Doklady Akad. Nauk SSSR*, 104: 615-618 (in russo).
- Manasse, E., 1906. Contribuzioni alla Mineralogia della Toscana. *Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Processi verbali*, vol. XV n. 1: 20-38.