

GIOVANNA VEZZALINI, ALBERTO ALBERTI *

LE ZEOLITI DELL'ALPE DI SIUSI **

RIASSUNTO. — Vengono descritte le zeoliti identificate nelle porfiriti dell'Alpe di Siusi (Seiser Alpe - BZ) e della val Duron (TN). Esse sono: analcime, natrolite, mesolite, thomsonite, heulandite, clinoptilolite, chabasite, mordenite, dachiardite, laumontite. L'identificazione delle zeoliti fibrose, ottenuta mediante spettri di polvere, è stata confermata dall'analisi chimica dei cationi scambiabili Na, Ca, K. Della chabasite vengono riportate le dimensioni della cella elementare, mentre per la clinoptilolite, la dachiardite e la laumontite vengono riportati dati cristallografici e cristallografici più completi. È da notare che il ritrovamento della dachiardite è il terzo di cui si abbia notizia e che il ritrovamento della clinoptilolite è il secondo in cui il minerale è macrocristallino. Essa è di solito strettamente associata a heulandite.

ABSTRACT. — The zeolites: analcime, natrolite, mesolite, thomsonite, heulandite, clinoptilolite, chabasite, mordenite, dachiardite, laumontite, have been identified in the porphyrites of Seis Alp (Seiser Alpe - BZ) and Duron Valley (TN). A description of each one is presented. The identification of fibrous zeolites, obtained by powder pattern, was confirmed by the chemical analysis of the exchangeable cations Na, Ca, K. Unit cell dimensions of chabasite are reported, whilst more complete chemical and crystallographical data for clinoptilolite, dachiardite and laumontite are given. It is to be noted that the dachiardite occurrence is only the third and that of the clinoptilolite is only the second in which the mineral is macrocrystalline. Usually clinoptilolite is closely associated with heulandite.

Introduzione

È noto che la zona dolomitica occidentale (val di Fiemme, val di Fassa, Alpe di Siusi) è eccezionalmente ricca di minerali. Fra questi particolarmente numerosi e belli sono i minerali appartenenti alla famiglia delle zeoliti. Sui minerali di questa zona esiste una ricca bibliografia, tuttavia o gli studi sono stati eseguiti senza l'ausilio dei più moderni metodi di riconoscimento dei minerali (Baroldi, 1884; Gasser, 1913; Braccio, 1951) o riguardano zone estremamente limitate (Passaglia e Moratelli, 1972) o particolari ritrovamenti effettuati senza un preciso piano sistematico (Cotta Ramusino e Giuseppetti, 1972; Monese e Sacerdoti, 1970). Abbiamo pertanto ritenuto che uno studio sistematico e il più possibile completo delle zeoliti delle Dolomiti occidentali sia utile e opportuno. In particolare questo lavoro prende in esame le zeoliti presenti nelle porfiriti dell'Alpe di Siusi (Seiser Alpe), zona limitata ad ovest dalla valle dell'Isarco (Eisacktal), a nord dalla val Gardena (Grödnertal), a est dalla val di Fassa e a sud dalla val d'Ega (Eggen-

* Istituto di Mineralogia e Petrologia dell'Università, Modena.

** Lavoro eseguito con il contributo del CNR.

tal). Nella raccolta dei campioni si è avuto cura di non trascurare praticamente alcuna zona in cui fossero presenti lave porfiritiche Ladino-carniche (Leonardi, 1967) ad eccezione della forra di Bulla (Puflerloch) studiata recentemente da Passaglia e Moratelli (1972). Poichè un buon numero di zeoliti è diffusa su tutta la zona presa in esame si è preferito adottare una classificazione per singoli minerali piuttosto che per zone di raccolta.

Cenni geologico-petrografici

Le zeoliti studiate sono state raccolte nelle lave, ialoclastiti e tufi che costituiscono la cosiddetta facies eteropica eruttiva del Ladinico superiore (Leonardi, 1967) (formazioni 17, 18, 19 nella carta geologica d'Italia - scala 1:50.000 - Foglio 027, Bolzano).

Per meglio classificare queste rocce è stata eseguita una analisi chimica completa su tre campioni. Secondo la classificazione proposta da Irvine e Baragar (1971) le rocce sono basalti, abbastanza ricchi di alcali, della serie potassica. Naturalmente questa classificazione deve essere considerata solo come indicativa essendo basata su tre sole analisi.

Metodi di studio

L'identificazione di tutti i minerali è stata ottenuta mediante spettri di polvere eseguiti con una camera Guinier-De Wollf con radiazione CuK_α e Si metallico come standard esterno.

Le analisi chimiche sono state eseguite utilizzando uno spettrometro ad assorbimento atomico Perkin-Elmer 303, e uno spettrometro a fluorescenza X Philips PW 1540/10A, mentre l' H_2O è stata determinata mediante analisi TG usando uno strumento Dupont 990.

Su alcuni campioni sono stati ottenuti anche diffrattogrammi di polveri utilizzando un diffrattometro Philips, con $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ come standard interno; tutti i parametri reticolari sono stati ottenuti dai diffrattogrammi mediante un programma di minimi quadrati.

Lo studio cristallografico e ottico sulla dachiardite è stato oggetto di una pubblicazione a parte (ALBERTI, 1975a), mentre della clinoptilolite è stato compiuto anche il raffinamento della struttura (ALBERTI, 1975b).

Analisi dei minerali

Le zeoliti da noi rinvenute nella zona in esame sono: analcime, natrolite, thomsonite, heulandite, clinoptilolite, chabasite, mordenite, dachiardite e laumontite.

Analcime

L'analcime è molto abbondante in tutta l'Alpe di Siusi (Seiser Alpe) e della val Duron. Spesso si presenta in bei cristalli icositetraedrici di colore variabile dal bianco latte fino al rosso mattone. Nell'alta val Duron si presenta anche in cristalli

incolori con aspetto fibroso a struttura raggiata. A volte infine non è idiomorfo e si mostra in patine traslucide o opache di colore diverso. Nessuno studio è stato compiuto sugli analcimi dato il lavoro completo sull'analcime della val Duron di Monese e Sacerdoti (1970).

Zeoliti fibrose

È noto che gli spettri di polvere delle zeoliti fibrose sono estremamente simili anche se alcune piccole differenze ne permettono la identificazione (van Reenwyk, 1972). In alcuni casi comunque la correttezza della identificazione è stata confermata mediante l'analisi chimica dei cationi scambiabili Na, Ca, K la cui percentuale è caratteristica per ogni zeolite fibrosa.

TABELLA 1

Analisi chimica dei principali cationi scambiabili nelle zeoliti fibrose analizzate

	N1	N2	T1	T2	M
Na_2O	16.97	14.64	4.88	3.48	5.38
K_2O	0.17	n.d.	0.10	n.d.	n.d.
CaO	1.05	0.62	12.10	14.08	9.29
MgO	n.d.	n.d.	n.d.	0.45	n.d.

N = Natrolite, T = Thomsonite, M = Mesolite

I campioni N1 e T1 sono stati raccolti in prossimità della strada che porta da Siusi all'Alpe circa 1 km. prima dell'hotel Bellavista. I campioni N2, T2 e M sono stati raccolti a fianco del sentiero che dall'albergo Razzes porta alla malga Prossliner costeggiando il Rio Freddo, alcune centinaia di metri dopo il ponticello che attraversa il rio a quota 1344 (Tavoletta Ortisei, F 11 IV S.E.). Per la thomsonite T2 è stato determinato anche l'ossido MgO , dato che il campione presenta una debole colorazione verde, forse dovuta a presenza di clorite o altre impurezze argillose.

I risultati sono riportati in Tab. 1 e indicano la presenza di natrolite, mesolite e thomsonite.

- Natrolite: è la più frequente fra le zeoliti fibrose. È presente in tutta l'Alpe di Siusi e val Duron.
- Thomsonite: comune, presente praticamente in tutta l'Alpe di Siusi; non è stata rinvenuta nella val Duron.
- Mesolite: rara, è stata rinvenuta solo nella valle del Rio Freddo (Frombach).

Le zeoliti fibrose si presentano con aspetti molto diversi e variabili da campione a campione, tali cioè da rendere impossibile la identificazione del campione in base al solo aspetto morfologico.

Heulandite e clinoptilolite

Non sono molto frequenti. Sono state ritrovate soltanto sui due versanti della cresta che separa la val Duron dall'Alpe di Siusi, più frequentemente nella zona più orientale della cresta nota come Orli di Fassa (Tavoletta Ortisei, F 11 IV S.E. dell'Istituto Geografico Militare).

Il riconoscimento dei due minerali è stato effettuato mediante il test consigliato da ALIETTI (1972) per la distinzione heulandite 1-heulandite 2-clinoptilolite consistente nell'osservare il comportamento del riflesso (020) nel materiale riscaldato a temperature fra 250° e 700°. In base a questo test abbiamo rilevato la presenza sia di heulandite 1, che di heulandite 2, che di clinoptilolite. È interessante osservare che normalmente si ha una intima mescolanza di heulandite 1 oppure heulandite 2 e clinoptilolite con percentuali di clinoptilolite compresi fra il 20 % e il 90 %. È possibile che ciò sia dovuto all'alternarsi di lamelle di heulandite e clinoptilolite, ma non si può escludere che domini delle due zeoliti si alternino all'interno della stessa lamella. Ovviamente solo un'analisi chimica effettuata con la microsonda potrà chiarire questo punto.

In un campione infine il test di Alietti ha indicato la presenza di sola clinoptilolite. Di questo campione sono stati determinati i parametri della cella elementare ed è stata eseguita l'analisi chimica (ALBERTI, 1975b). Le costanti reticolari sono:

$$a = 17,641 \pm 0,004 \text{ \AA}$$

$$b = 18,031 \pm 0,004 \text{ \AA}$$

$$c = 7,402 \pm 0,002 \text{ \AA}$$

$$\beta = 116^{\circ}26' \pm 1'$$

La formula chimica risulta:

$$(\text{Ca}_{1,29}\text{Mg}_{0,09}\text{Sr}_{0,13}\text{Ba}_{0,06}\text{Na}_{3,17}\text{K}_{0,98})_{\text{tot.}} = 5,72 \quad (\text{Si}_{28,42}\text{Al}_{7,43}\text{Fe}_{0,26})_{\text{tot.}} = 36,11$$

$$\text{O}_{72} \times 21,60 \text{ H}_2\text{O} \quad (Z = 1)$$

È interessante notare che si tratta del secondo ritrovamento fra quelli riportati in letteratura in cui il minerale è macrocristallino. Esso si presenta in cristalli dell'ordine di qualche mm., di colore rosso mattone secondo l'aspetto morfologico già descritto fin dal 1837 da Presl (vedi GOLDSCHMIDT, 1918) oppure sotto forma di lamine molto sottili (dell'ordine di qualche decina di micron) che sfaldano con estrema facilità. Anche in questo caso il colore è un rosso mattone più o meno carico.

Chabasite

È stata ritrovata solo nella bassa val Duron. Si presenta in minuti cristalli romboedrici, biancastri, raramente di dimensioni superiori al mm.

Le dimensioni della cella elementare sono:

$$a = 13,783 \pm 0,007 \text{ \AA}$$

$$c = 15,010 \pm 0,005 \text{ \AA}$$

Questi valori della cella secondo PASSAGLIA (1970) permettono di calcolare un rapporto

$$R = \frac{\text{Si}}{(\text{Si} + \text{Al} + \text{Fe})} \text{ pari a } 0,711 \pm 0,018$$

e a una somma dei coefficienti atomici dei cationi scambiabili pari a $2,102 \pm 0,496$; si tratta quindi di una chabasite con un contenuto in silice leggermente superiore alla media, mentre i cationi scambiabili sono nella quasi totalità bivalenti.

TABELLA 2

Parametri reticolari e analisi chimica della laumontite

$$a = 14.765 \pm 0.010 \text{ \AA}$$

$$b = 13.098 \pm 0.006 \text{ \AA}$$

$$c = 7.548 \pm 0.007 \text{ \AA}$$

$$\beta = 111^\circ 47' \pm 12'$$

$$\text{Volume della cella } 1355.4 \pm 0.5 \text{ \AA}^3$$

SiO ₂	50.21	SrO	tr	
Al ₂ O ₃	21.32	BaO	tr	
Fe ₂ O ₃	0.11	Na ₂ O	0.11	
MgO	0.04	K ₂ O	0.67	
CaO	11.12	H ₂ O	16.40	
MnO	tr	tot	99.98	E = 0.8 %

$$(\text{Na}_{0.07}\text{K}_{0.27}\text{Ca}_{3.79}\text{Mg}_{0.02})_{\text{tot}} = 4.15 \quad (\text{Al}_{8.00}\text{Fe}_{0.03}\text{Si}_{15.99})_{\text{tot}} = 24.02$$

$$0_{48} \times 17.42 \text{ H}_2\text{O}$$

$$Z = 1$$

— Diffratometro Philips; radiazione $\text{CuK}\alpha_1$ ($\lambda = 1,5405$) filtrata con Ni; 40 kV, 20 mA; velocità angolare $1/4^\circ$ al minuto; standard interno $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$.

Mordenite

È comunissima su entrambi i versanti dello spartiacque che separa la val Duron dall'Alpe di Siusi.

Normalmente si presenta in masse compatte rosso mattone molto dure, abbastanza spesso sotto forma di una morbida lanugine rosa carico, raramente in vene di dimensioni anche notevoli di materiale morbido, bianco-giallastro, opaco. È sempre strettamente associata a quarzo. Per questo motivo non abbiamo ritenuto utile uno studio completo del minerale.

TABELLA 3

*Spettro di polvere della laumontite dell'Alpe di Siusi**

h k l ^(o)	I/I ₀	d _{obs.} (Å)	d _{calc.} (Å)	h k l	I/I ₀	d _{obs.} (Å)	d _{calc.} (Å)
1 1 0	100	9.49	9.47	6 2 0	10	2.152	2.158
2 0 0	50	6.85	6.86	1 5 $\bar{2}$			2.147
2 0 $\bar{1}$	7	6.18	6.18	3 3 2	3	2.088	2.094
1 1 1 *	10	5.049	5.049	3 5 $\bar{2}$			2.091
2 2 0 *	25	4.742	4.735	4 0 2			2.093
2 2 $\bar{1}$ *	30	4.495	4.494	4 4 1	2	2.040	2.087
2 0 1	65	4.169	4.186	0 6 1			2.084
1 3 0 *			4.160	7 1 $\bar{2}$ *	3	2.042	
1 3 $\bar{1}$ *	3	3.767	3.768	2 0 3	3	1.992	1.997
4 0 $\bar{1}$ *	35	3.663	3.662	2 4 $\bar{3}$			1.994
0 0 2 *	60	3.508	3.504	4 2 2 *			1.993
1 3 1 *	8	3.413	3.413	5 3 $\bar{3}$	8	1.961	1.989
3 1 $\bar{2}$ *	15	3.353	3.356	6 2 $\bar{3}$			1.965
0 4 0 *	30	3.273	3.274	6 4 $\bar{1}$	3	1.889	1.966
3 1 1	25	3.205	3.207	5 5 $\bar{1}$ *			1.959
3 3 $\bar{1}$ *			3.202	5 5 0			1.894
3 3 0 *	8	3.158	3.157	7 3 $\bar{1}$	6	1.867	1.892
1 1 2	25	3.040	3.043	2 6 $\bar{2}$			1.884
4 2 0			3.037	6 2 1			1.885
5 1 $\bar{1}$ *	20	2.877	2.880	3 1 $\bar{4}$	6	1.850	1.867
4 2 $\bar{2}$ *	12	2.794	2.794	4 0 $\bar{4}$			1.866
2 4 1 *	12	2.575	2.579	7 3 $\bar{2}$	5	1.635	1.868
1 5 0			2.573	7 1 $\bar{3}$			1.865
1 3 2 *	4	2.536	2.543	1 7 0	6	1.850	1.854
2 2 2	6	2.517	2.524	0 6 2 *			1.853
2 0 $\bar{3}$ *			2.515	7 5 $\bar{1}$	5	1.635	1.638
2 4 $\bar{2}$ *	6	2.462	2.461	0 8 0			1.637
3 1 $\bar{3}$	20	2.440	2.444	7 1 $\bar{4}$	5	1.522	1.631
4 4 $\bar{1}$ *			2.441	6 6 $\bar{1}$			1.632
4 4 0	8	2.362	2.368	3 7 1	8	1.625	1.629
1 5 1 *			2.363	2 4 $\bar{4}$			1.625
3 5 0 *	5	2.268	2.273	9 1 $\bar{2}$	5	1.522	1.624
6 2 $\bar{2}$ *	8	2.216	2.216	7 5 $\bar{2}$			1.623
0 6 0 *	6	2.178	2.183	2 8 1	5	1.522	1.525
3 3 $\bar{3}$	10	2.160	2.161	8 4 $\bar{3}$			1.522
6 2 0			2.157	2 2 4			1.521

— Sono stati utilizzati per il raffinamento dei parametri della cella elementare soltanto i riflessi segnati con *. Nella scelta dei riflessi si è tenuto conto dei fattori di struttura (Bartl e Fischer, 1967).

È da notare che la mordenite è sempre associata a quarzo in tutta la val di Fassa (PASSAGLIA, 1975).

Dachiardite

È comune in tutto il versante nord della Palaccia e degli Orli di Fassa (Tavoletta Ortisei, F 11 IV S. E.).

Si presenta in aggregati di sottili fibre parallele trasparenti, di aspetto vetroso di colore rosso aranciato, a volte chiaro, ma spesso piuttosto scuro; normalmente è associata a mordenite, raramente a clinoptilolite.

Una descrizione dettagliata di questo minerale è riportata da ALBERTI (1975a).

I parametri della cella sono:

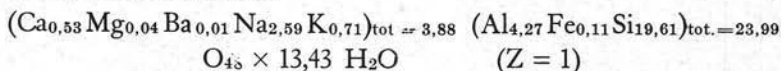
$$a = 18,647 \pm 0,007 \text{ \AA}$$

$$b = 7,506 \pm 0,004 \text{ \AA}$$

$$c = 10,296 \pm 0,004 \text{ \AA}$$

$$\beta = 108^\circ 22' \pm 2'$$

La sua formula chimica è:



È interessante notare che questo è il terzo ritrovamento di dachiardite (e sul secondo finora nulla è stato pubblicato).

Laumontite

È stata ritrovata soltanto nella valle Scurz (Finstertal) sul lato nord della Bullaccia (Pufplatsch).

Si presenta in lamelle abbastanza tenere di color rosa pallido in geodi di dimensioni di qualche mm.

I parametri della cella elementare, la composizione chimica, ottenuta nel modo descritto da ALBERTI (1975a), e la formula chimica sono riportati in Tab. 2.

Lo spettro di polveri indicizzato utilizzando di fattori di struttura è riportato in Tab. 3.

I parametri ottenuti corrispondono a quelli della laumontite disidratata (leonhardtite) (COOMBS, 1952; LAPHAM, 1963; DE FINO e MENCHETTI, 1966), risultato prevedibile dal momento che il minerale è rimasto a lungo esposto all'aria. Anomalo risulta pertanto l'elevato contenuto in H_2O (16,40 %).

Conclusioni

Il confronto fra le zeoliti citate in letteratura e quelle da noi rinvenute nella zona dell'Alpe di Siusi mette in evidenza alcune differenze sostanziali.

Prima fra tutte il ritrovamento di abbondante dachiardite che riteniamo importante sia per la estrema rarità su scala mondiale del minerale, sia per le sue caratteristiche che la differenziano nettamente dalla dachiardite dell'Isola d'Elba

(ALBERTI, 1975a). Finora la dachiardite dell'Alpe di Siusi probabilmente è stata scambiata per stilbite.

Ancora interessante riteniamo sia da considerarsi il ritrovamento di clinoptilolite. ALIETTI (1967) aveva già segnalato la presenza di clinoptilolite in val di Fassa, ma successivamente (1972) lo stesso autore ha dimostrato trattarsi di heulandite di tipo 2.

È da notare infine il fatto che la stilbite, comunissima nella forra di Bulla (PASSAGLIA e MORATELLI, 1972) è del tutto assente in tutte le altre zone dell'Alpe di Siusi.

Secondo BRACCIO (1951) nella val Duron è presente, oltre alla heulandite, la gismondina. La gismondina si presenterebbe «in cristalli tabulari, biancastri, confondibili con l'apofillite». Ora l'analisi röntgenografica ha mostrato che apofillite (rispondente alla descrizione di Braccio per la gismondina) è frequente in tutta la val Duron, mentre nessun campione di gismondina è stato da noi ritrovato. Poiché secondo Braccio l'apofillite non è presente in val Duron, noi riteniamo che la supposta gismondina sia proprio apofillite.

Sempre in val Duron COTTA-RAMUSINO e GIUSEPPE (1972) hanno rinvenuto l'harmotomo. Questo minerale non è stato da noi ritrovato. Riteniamo che ciò sia dovuto alla estrema rarità di questa zeolite trovata in effetti in minima quantità in un solo campione (GIUSEPPE, comunicazione personale).

Da notare infine la presenza, in questa valle, di bei campioni di natrolite sotto forma di sottilissime fibre biancorosate.

Riguardo eventuali ordini paragenetici ben pochi conclusioni possono essere tratte dato che raramente due o più zeoliti cristallizzano in successione. Forse l'unica paragenesi interessante riguarda la dachiardite. Di solito questa zeolite cristallizza successivamente alla mordenite che a sua volta, come si è detto, è strettamente associata a quarzo. Secondo PASSAGLIA (1975) la mordenite, una delle zeoliti più acide, presenta un campo di variabilità del rapporto Si/Al piuttosto ristretto (da 4,3 a 5,8). Anche la variabilità dei rapporti fra i vari cationi scambiabili è piuttosto scarsa. Gli ioni Na sono prevalenti (dal 50 % al 75 % del totale dei cationi scambiabili) mentre il K non supera mai il 13 % del totale (ad eccezione di un solo campione in cui però l'alto valore dell'errore di bilanciamento, 10 %, rende poco attendibile l'analisi chimica). Ora nelle dachiarditi di cui è nota l'analisi chimica (Alpe di Siusi, ALBERTI, 1975a; Elba, GOTTARDI, 1960; Giappone, KATO, comunicazione personale) sia il rapporto Si/Al sia il rapporto Na/Ca sono estremamente variabili e coprono interamente i corrispondenti campi di variabilità nelle mordeniti. La percentuale di K si mantiene invece sempre piuttosto elevata (> 18 %) nettamente al di sopra della percentuale di K nelle mordeniti. Pertanto questa sembra essere la sola variabile chimica che pilota la cristallizzazione dell'una o dell'altra zeolite. Ovviamente il basso numero di analisi disponibili per la dachiardite non permette oggi una affermazione decisiva.

È da notare infine che in un campione la dachiardite è cristallizzata a contatto con la clinoptilolite, la cui analisi chimica è stata riportata in precedenza. È interessante osservare che sia il rapporto Si/Al sia i rapporti fra i vari cationi scambiabili nella dachiardite e nella clinoptilolite sono estremamente simili (vedi pag. 6, 7) e che la clinoptilolite è una delle zeoliti più ricche in potassio.

Gli Autori desiderano ringraziare il Prof. GLAUCO GOTTARDI per la lettura critica del manoscritto; il Dott. LEONARDO LEONI per i dati a fluorescenza X della dachiardite e della clinoptilolite; il Dott. LUCIANO POPPI per le analisi TG.

BIBLIOGRAFIA

- ALBERTI A. (1975 a) - *Sodium-Rich Dachiardite from Alpe di Siusi, Italy*. Contrib. Mineral. Petrol., 49, 63-66.
- ALBERTI A. (1975 b) - *The crystal structure of two clinoptilolites*. Tmpm Tschermaks Min. Petr. Mitt., 22, 25-37.
- ALIETTI A. (1967) - *Heulanditi e clinoptiloliti*. Mineral. Petrog. Acta, 13, 119-138.
- ALIETTI A. (1972) - *Polymorphism and crystal-chemistry of heulandites and clinoptilolites*. Amer. Min., 57, 1448-1462.
- BAROLDI L. (1884) - *Escursioni nella valle di Fassa. Parte mineralogica. Le zeoliti di Fassa*. Annuario Soc. Alp. Trident., 9, 284-315.
- BARTL H., FISCHER K.F. (1967) - *Untersuchung der Kristallstruktur des Zeolites Laumontit*. N. Jahr. f. Min. Monatshefte, 2-3, 33-42.
- BRACCIO A. (1951) - *I minerali della valle di Fassa. Dove si trovano e come si presentano*. Natura, 42, 25-70.
- COOMBS D.S. (1952) - *Cell size, optical properties and chemical composition of laumontite and leonhardite*. Amer. Min., 37, 812-830.
- COTTA RAMUSINO C., GIUSEPPE G. (1972) - *La stronzianite e l'harmotomo della valle di Fassa*. Natura, 63, 256-262.
- DE FINO M., MENCHETTI S. (1966) - *Laumontite di Marciana (Isola d'Elba)*. Rendiconti S.M.I., 22, 59-71.
- GASSER G. (1913) - *Die Mineralien Tirols*. Innsbruck.
- GOLDSCHMIDT V. (1918) - *Atlas der Krystallformen*. Band IV, Heidelberg.
- GOTTARDI G. (1960) - *Sul dimorfismo mordenite-dachiardite*. Period. Mineral., 29, 183-191.
- IRVINE T.N., BARAGAR W.R.A. (1971) - *A Guide to the Chemical Classification of the Common Volcanic Rocks*. Can. J. Earth Sci., 8, 523-548.
- LAPHAM D.M. (1963) - *Leonhardite and laumontite in diabase from Dillsbury, Pennsylvania*. Amer. Min., 48, 683-689.
- LEONARDI P. (1971) - *Le Dolomiti. Geologia dei monti tra Isarco e Piave*. Cap. XV, Vol. I; 171-179; Cap. LVII, Vol. II, 773-792.
- MONESE A., SACERDOTI M. (1970) - *L'ancime contenuto nelle lave basiche triassiche dell'alta val Duron (val di Fassa - TN)*. Annali dell'Università di Ferrara. Sc. Min. e Petr., vol. I, n. 3, 41-46.
- PASSAGLIA E. (1970) - *The crystal chemistry of Chabazites*. Amer. Min., 55, 1278-1301.
- PASSAGLIA E., MORATELLI E. (1972) - *Zeoliti e altri minerali di neoformazione di Bulla (BZ)*. Atti Soc. It. Sc. Nat. e Museo Civ. St. Nat., Milano, 113(3), 274-280.
- PASSAGLIA E. (1975) - *The crystal chemistry of mordenites*. Contrib. Mineral. Petrol., 50, 65-77.
- VAN REENWYK L.P. (1972) - *High temperature phases of zeolites of the natrolite group*. Amer. Min., 57, 499-510.