

## Nota breve – Short note

### L'armotomo e la cabasite di Do' le Pale, Val di Fassa (Trento, Italia)

Tullio STOLCIS<sup>1</sup>, Toni RIZZI<sup>2</sup> & Ermanno GALLI<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Ufficio Parrocchiale, Via Sentieri 22, I-38020 Castelfondo (TN)

<sup>2</sup>Albergo Pensione Maria, Strada del Pilat 16, I-38039 Vigo di Fassa (TN)

<sup>3</sup>Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, Largo S. Eufemia 19, I-41100 Modena

\*E-mail dell'Autore per la corrispondenza: [gallier@unimore.it](mailto:gallier@unimore.it)

**SUMMARY** - *Harmotome and chabazite from Do' le Pale, Fassa Valley (Trento, Italy)* - This work will provide a morphological and crystal chemical description of harmotome and chabazite from Do' le Pale, Fassa Valley, Trentino, Northern Italy. The chemical formula and the monoclinic unit cell parameters of cross twinned harmotome crystals are  $(\text{Na}_{0.85}\text{K}_{0.13}\text{Ca}_{0.14}\text{Sr}_{0.01}\text{Ba}_{1.84})(\text{Fe}_{0.02}\text{Al}_{5.01}\text{Si}_{11.00})\text{O}_{32}\cdot 12.73\text{H}_2\text{O}$  and  $a_m = 9.902(4)$ ,  $b_m = 14.145(5)$ ,  $c_m = 8.765(3)$  (Å),  $\beta(^{\circ}) = 124.56(2)$ ,  $V_m = 1000.6(6)$  (Å)<sup>3</sup>, respectively. Results of the Do' le Pale harmotome will be compared to those obtained for harmotome from Iskra (Bulgaria) and from Selva di Trissino (Vicenza, Northern Italy). The latter is the only Italian sample with a full characterization in the literature. The chemical formula and the hexagonal unit cell parameters of chabazite, which often presents phacolitic habit, are  $(\text{Na}_{0.03}\text{K}_{0.13}\text{Ca}_{1.57}\text{Sr}_{0.09}\text{Ba}_{0.05})(\text{Al}_{3.51}\text{Si}_{8.48})\text{O}_{24}\cdot 12.94\text{H}_2\text{O}$  and  $a_{\text{hex.}} = 13.802(2)$ ,  $c_{\text{hex.}} = 15.009(3)$ ,  $V_{\text{hex.}} = 2476.1(5)$  (Å)<sup>3</sup>, respectively. Crystal chemical features of chabazite from Nova Scotia (Canada) and from Madžarovo (Bulgaria) will be used for the comparison with the accomplished results.

*Parole chiave:* Val di Fassa, zeoliti, armotomo, cabasite, cristallografica

*Key words:* Fassa Valley, zeolites, harmotome, chabazite, crystal chemistry

## 1. INTRODUZIONE

Do' (o Drio) le Pale è una località delle Dolomiti tra le più note ai collezionisti e agli appassionati di minerali per i suoi splendidi cristalli rosseggianti di heulandite ed i policromi icositetraedri di analcime, presenti in prestigiose collezioni pubbliche e private di tutto il mondo.

Nelle cavità e nelle fratture delle vulcaniti, che in questa località affiorano per un dislivello di oltre 600 m, oltre ai perfetti cristalli di heulandite ed analcime – alcuni dei quali raggiungono anche i 5 cm di dimensione –, a quarzo – da ialino a ferruginoso – ed a calcite in bei cristalli pseudocubici, è stata segnalata la presenza di apofillite, armotomo, barite, fluorite, mordenite, phillipsite, prehnite, stilbite e thomsonite (Wachtler 2004).

La presenza di armotomo in Val Duron era stata accertata prima d'ora da Cotta Ramusino & Giuseppetti (1972) in seguito alle determinazioni cristallografiche e chimiche effettuate su alcuni cristalli prismatici, geminati, di pochi millimetri di lunghezza,

associati a mordenite fibroso raggiate e cabasite, rinvenuti nelle piccole geodi di un campione di melafiro affiorante nell'area compresa tra le località di Pozzates, Sofos e Pra Molin. Alcuni anni più tardi Vezzalini & Alberti (1975) e Boscardin (1976) citavano nuovamente la presenza di armotomo per il medesimo luogo. Immagini SEM dell'armotomo di Do' le Pale sono presenti nel volume *Natural Zeolites* di Gottardi & Galli (1985).

Do' le Pale si trova nel Comune di Mazzin (Val di Fassa, TN). Si tratta di un lungo e ripido pendio che dal monte Col Bel scende sino a Campestrin. La zona più interessante dal punto di vista mineralogico è quella alta sotto la cima del Col Bel. Questa può essere raggiunta nei seguenti modi (Fig. 1):

a) partendo da Alba o da Penìa, frazioni di Canazei, con la funivia *Alba-Ciampac* e successivamente con la seggiovia *Sela de Brunech* (2428 m) ci si porta in quota e, seguendo un sentiero in falsopiano, si raggiunge il Col Bel (2436 m). Tale sentiero, appena accennato sul terreno, inizialmente corre sotto la cresta per poi raggiungere il Col Bel in piano

(tempo di percorrenza: 45' dall'arrivo della seggiovia). Si tratta del percorso più comodo, praticabile, però, solo nel periodo di apertura degli impianti di risalita (15/06-15/09 circa).

b) partendo da Pera (1300 m), si percorre la strada forestale n. 644 che porta a Malga Jumela (1900 m), nell'omonima valle (tempo di percorrenza: 1h e 30'). Duecento m circa prima della malga c'è un crocefisso, a sinistra del quale si diparte una strada carrabile che porta alle baite chiamate *Ciamp de Poza* (2080 m). Superate le baite si prosegue lungo un sentiero che porta in cresta (2100 m), per poi salire fino al Col Bel (tempo di percorrenza: 1h dal bivio). Questo percorso è più faticoso, ma praticabile durante tutta la bella stagione.

c) partendo da Meida, con la cabinovia *Pozza-Buffaure* ci si porta in quota (2050 m); dalla stazione di arrivo percorrendo uno stretto sentiero, il n. 643, si scende in Val Jumela, esattamente all'incrocio con il crocefisso sopra citato (tempo: 20' dall'arrivo della seggiovia). A questo punto si rientra nel percorso b).

È un tragitto comodo, praticabile però anche questo solo nel solo periodo di apertura degli impianti di risalita (15/06-15/09 circa).

Nelle fratture e nelle numerose cavità di varie dimensioni delle rocce melafiriche di Do' le Pale sono presenti frequenti mineralizzazioni secondarie, tra cui l'armotomo e la cabasite, oggetto di questa nota e campionati nell'ormai lontano 1984.

## 2. DESCRIZIONE DEI CAMPIONI

*Armotomo.* Si presenta in bei cristalli incolori, perfettamente trasparenti, pseudo-tetragonali, di dimensioni normalmente inferiori al mm; in tutto il campione è stato osservato un solo cristallo di 3 mm di lunghezza e 1 di larghezza. L'abito cristallino è quello caratteristico delle zeoliti della famiglia della phillipsite. Prevalgono i geminati compenetrati multipli, cruciformi, tipo Perier con e senza rientranze (Figg. 2a, 2b);

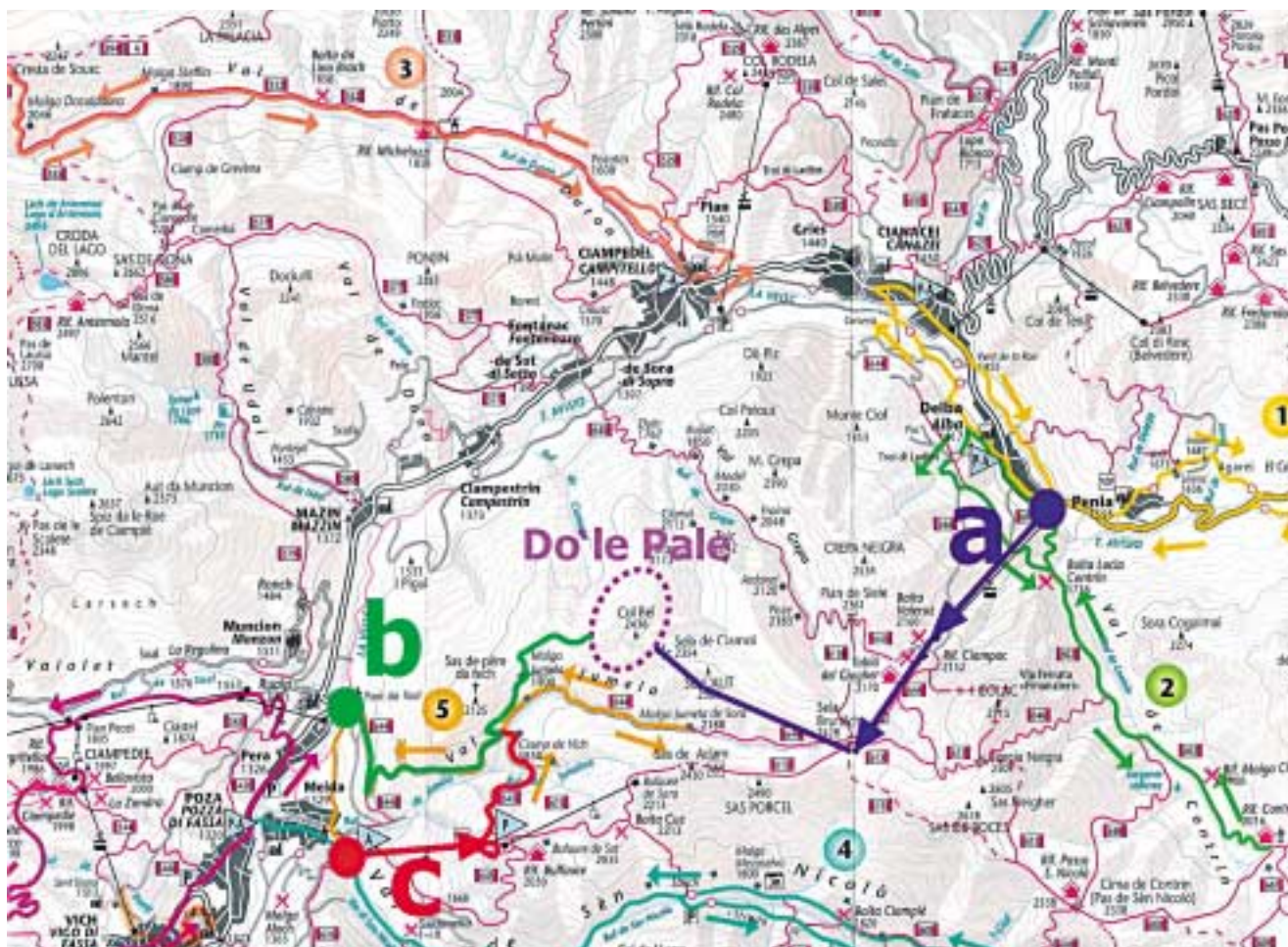


Fig. 1 - Percorsi per raggiungere Do' le Pale (Val di Fassa).  
Fig. 1 - Tracks to reach Do' le Pale (Fassa Valley).

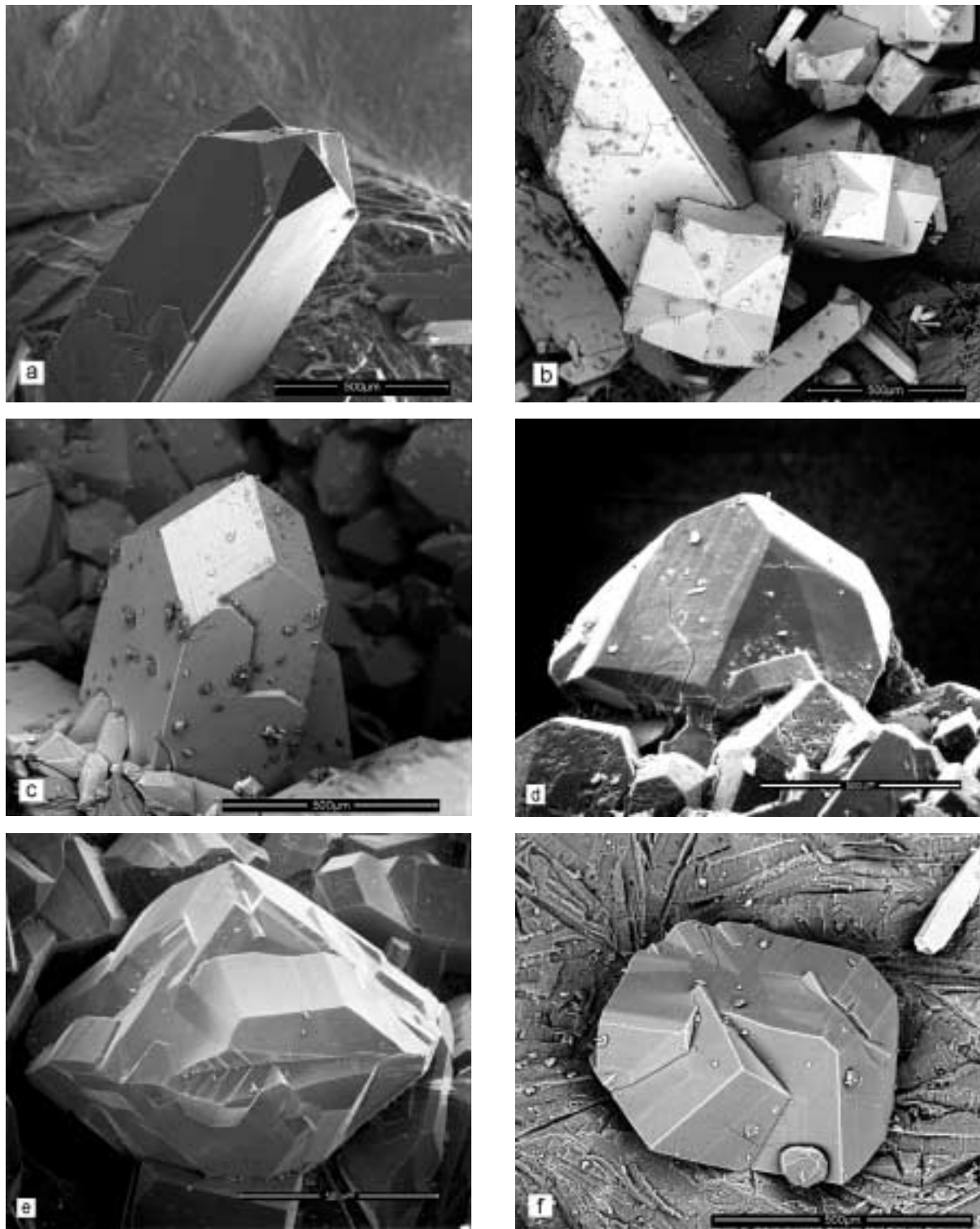


Fig. 2 - Immagini SEM dell'armotomo e della cabasite di Do' le Pale, Val di Fassa: a) cristallo di armotomo geminato tipo Perier, cruciforme con rientranze; b) vista dall'alto di un aggregato di cristalli geminati cruciformi tipo Perier, con e senza rientranze; c) cristallo prismatico di armotomo, geminato compenetrato tipo Morvenite, a base quadrata; d) geminato compenetrato di cabasite con abito facolitico pseudoesagonale; e) geminato complesso di cabasite, compenetrato, con angoli rientranti; f) geminato compenetrato di cabasite, con i romboedri ruotati di 60° rispetto all'asse c.

Fig. 2 - SEM images of harmotome and chabazite from Do' le Pale, Fassa Valley: a) cruciform Perier twin crystal of harmotome, with re-entrant angles; b) top view of cruciform Perier twinned harmotome crystals, with and without re-entrant angles; c) Morvenite twinned prismatic crystal of harmotome, with equant cross section; penetrated chabazite twin with rounded phacolitic habit; e) complex penetrated chabazite twin with phacolitic habit and re-entrant angles; f) penetrated twinned chabazite, with rhombohedra rotated of 60° around the c-axis.

meno frequenti quelli tipo Morvenite (Fig. 2c), allungati secondo l'asse *a*, con sezione trasversale quadrata. Raramente isolati, sono per lo più riuniti in piccole druse di qualche decina di individui.

*Cabasite*. Molto più rari i cristalli di cabasite, anch'essi trasparenti ed incolori, quasi sempre isolati. Si tratta di geminati compenetrati complessi, di dimensioni inferiori al millimetro, la maggior parte dei quali con abito facolitico (Figg. 2d, 2e), che simulano forme piramidali pseudoesagonali, spesso con angoli rientranti. Meno frequenti i geminati semplici, anch'essi compenetrati, con rotazione dei romboedri di 60° intorno all'asse *c* (Fig. 2f).

Queste due zeoliti sono associate a perfetti icosaedri di analcime, da incolori e trasparenti in superficie, a debolmente rosacei, a rosso mattone, che raggiungono anche 15 mm di diametro, ed a millimetrici cristalli prismatici di quarzo con la caratteristica terminazione bipiramidale, da incolori e perfettamente trasparenti a rosso scuri, quasi bruni, che ricoprono gran parte delle pareti delle cavità e delle fratture; abbondante anche la calcite in romboedri bianco opachi di dimensioni centimetriche. Per quanto riguarda la paragenesi, l'armotomo e la cabasite sono sicuramente tra le ultime fasi che si sono formate, in quanto concresciute sia sull'analcime che sul quarzo.

### 3. METODI SPERIMENTALI

L'identificazione dei minerali oggetto di questo studio è stata ottenuta mediante analisi röntgenografica con diffrattometro Philips PW 1050/25 nelle seguenti condizioni operative: corrente al tubo 40 kV e 20 mA; radiazione  $\text{CuK}\alpha$  ( $\lambda = 1,54051 \text{ \AA}$ ) Ni filtrata; velocità angolare  $1^\circ(2\theta) \text{ min}^{-1}$ ; fenditure  $1^\circ - 0,1-1^\circ$ . Le analisi chimiche sono state effettuate mediante microsonda elettronica ARL SEMQ in dispersione di lunghezza d'onda con le seguenti condizioni operative: corrente della sonda 15 kV e 20 nA, fascio defocalizzato (dimensioni 15  $\mu\text{m}$ ). La riduzione dati è stata fatta secondo Ziebold & Ogilvie (1964) usando i fattori di correzione di Albee & Ray (1970). Gli standard utilizzati sono stati i seguenti: plagioclasio sintetico per Si, Al, Na, K e Ca; anortite sintetica per Sr; paracelsiana naturale per Ba; diopside sintetico per Mg e olivina sintetica per Fe. La perdita dell'acqua è stata determinata su 8,13 mg di armotomo e 7,07 mg di cabasite mediante analisi TG effettuata con un termoanalizzatore Du Pont, in aria e velocità di riscaldamento  $10^\circ \text{C min}^{-1}$ . Per accertare l'omogeneità chimica dei campioni sono stati effettuati 8 punti analisi sui cristalli di armotomo e 12 su quelli di cabasite. I valori medi delle due analisi, normalizzate a 100% per correggere la perdita di  $\text{H}_2\text{O}$  che si verifica durante l'analisi in

microsonda, sono riportate in tabella 1 insieme al contenuto della cella elementare, l'errore di bilanciamento  $E = \{[\text{Al}(+\text{Fe}^{3+}) - \text{Al}_{\text{teorico}}] / \text{Al}_{\text{teorico}}\} \cdot 100$ , dove  $\text{Al}_{\text{teorico}} = \text{Na} + \text{K} + 2(\text{Ca} + \text{Mg} + \text{Sr} + \text{Ba})$ , ed il rapporto  $R = \text{Si} / (\text{Si} + \text{Al} + \text{Fe}^{3+})$ . I parametri di cella sono stati ricavati dai diffrattogrammi di polvere (con  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  come standard interno) mediante un programma di minimi quadrati (Alberti 1976). L'indicizzazione dei riflessi per l'armotomo è stata fatta utilizzando i fattori di struttura di Rinaldi *et al.* (1976), mentre per la cabasite sono stati utilizzati quelli di Gude & Sheppard (1966).

### 4. RISULTATI E DISCUSSIONE

In tabella 1 sono riportati i dati cristallografici dell'armotomo (colonna I) e della cabasite (colonna IV) di Do' le Pale, assieme a quelli dell'armotomo di Iskra (colonna II) e di Selva di Trissino (colonna III), della cabasite di Nova Scotia (colonna V) e di Madžarovo (colonna VI). Per l'armotomo, pseudorombico, sono riportati i dati relativi alla cella monoclina, mentre per la cabasite, romboedrica, quelli relativi alla cella esagonale.

Per quanto concerne la zeolite di Ba, è da notare la grande somiglianza con il campione bulgaro per quanto riguarda il contenuto di Si, Al e Ba; decisamente inferiore, invece, il contenuto di Na e K nel campione della Val di Fassa (0,85 e 0,13 atomi per cella unitaria contro 1,17 e 0,35) rispetto al campione di Iskra. In colonna III sono riportati anche i dati dell'armotomo di Selva di Trissino (Passaglia & Bertoldi 1983), l'unico ritrovamento caratterizzato compiutamente sino ad ora in Italia. Si tratta di una fase intermedia tra armotomo e "wellsite", con il Ca di poco inferiore al K, ma nettamente superiore al Na, il che è tipico delle phillipsite, e il Ba nettamente inferiore a quello delle altre due analisi. Anche i parametri di cella sono significativamente diversi dal campione della Val di Fassa.

Per quanto riguarda il campione di Do' le Pale, in accordo con quanto riportato da Passaglia (1970), può essere definito una Ca-cabasite, con il Na praticamente assente. Nel diagramma ternario di Fig. 2 [Ca(+Mg+Sr+Ba), Na, K] dello stesso Autore, infatti, il campione da noi studiato è uno di quelli più calcici e va a cadere vicinissimo al vertice superiore. In tabella 1 sono riportati per confronto anche i dati relativi alla cabasite della Nova Scotia (colonna V), molto simile per chimismo e costanti cristallografiche, e di quella di Madžarovo (colonna VI) dalla quale differisce soprattutto per il contenuto di Na e per i parametri di cella.



Tab. 1 - Dati cristallografici dell'armotomo e della cabasite.  
 Tab. 1 - Crystalchemical data of harmotome and chabazite.

	I	II	III	IV	V	VI
SiO <sub>2</sub>	44,95	44,62	48,47	49,27	50,74	47,93
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,36	17,49	17,12	17,29	16,56	18,96
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,10	-	0,07	-	0,14	0,02
MgO	0,01	-	-	0,01	0,09	0,10
CaO	0,52	0,30	3,06	8,53	7,52	9,05
SrO	0,04	-	0,08	0,87	0,49	n,d
BaO	19,20	18,85	12,30	0,80	0,06	n,d
Na <sub>2</sub> O	1,79	2,49	0,20	0,09	0,81	1,34
K <sub>2</sub> O	0,43	1,13	3,12	0,59	0,94	0,71
H <sub>2</sub> O	15,60	14,64	15,40	22,55	22,45	21,97
CONTENUTO DELLA CELLA ELEMENTARE						
Si	11,00	10,90	11,25	8,48	8,60	8,16
Al	5,01	5,04	4,73	3,51	3,38	3,80
Fe	0,02	-	0,01	-	0,02	< 0,01
Mg	< 0,01	-	-	< 0,01	0,02	0,03
Ca	0,14	0,08	0,76	1,57	1,39	1,65
Sr	0,01	-	0,01	0,09	0,05	n,d
Ba	1,84	1,80	1,12	0,05	< 0,01	n,d
Na	0,85	1,18	0,09	0,03	0,27	0,44
K	0,13	0,35	0,92	0,13	0,21	0,15
O	32,00	32,00	32,00	24,00	24,00	24,00
H <sub>2</sub> O	12,73	11,93	11,92	12,94	12,95	12,47
E*	1,40	- 4,92	- 1,04	- 2,35	- 0,72	- 3,58
R**	0,686	0,684	0,704	0,707	0,682	0,717
COSTANTI CRISTALLOGRAFICHE						
	Cella monoclina			Cella esagonale		
a(Å)	9,902(4)		9,887(4)	13,802(2)	13,803(7)	13,839(9)
b(Å)	14,145(5)		14,169(5)			
c(Å)	8,765(3)		8,695(3)	15,009(3)	15,001(6)	15,071(7)
β(°)	124,56(2)		124,63(5)			
V(Å) <sup>3</sup>	1000,6(6)		1002,1(6)	2476,1(5)	2475,1(7)	2499,7(9)

E\* =  $\{[Al(+Fe^{3+}) - Al_{teorico}] / Al_{teorico}\} \cdot 100$  dove  $Al_{teorico} = Na + K + 2(Ca + Mg + Sr + Ba)$ ; R\*\* =  $Si / (Si + Al + Fe)$ . **I.** Armotomo Do' le Pale, Val di Fassa, Trento; **II.** Armotomo Iskra, Bulgaria (Černý *et al.* 1977; Kostov 1962); **III.** Armotomo Selva di Trissino, Vicenza, Italia (Passaglia & Bertoldi 1983); **IV.** Cabasite Do' le Pale, Val di Fassa, Trento; **V.** Cabasite Nova Scotia, Canada (Passaglia 1970; Walker & Parson 1922); **VI.** Cabasite Madžarovo, Bulgaria (Passaglia 1970; Mavrudčiev *et al.* 1965).

## RINGRAZIAMENTI

Gli autori desiderano ringraziare i dottori Pier Luigi Fabbri e Massimo Tonelli del Centro Interpartimentale Grandi Strumenti (C.I.G.S.) e la dott.ssa Milena Bertacchini del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Modena e Reggio Emilia per l'aiuto fornito nell'acquisizione ed elaborazione delle immagini al microscopio elettronico.

## BIBLIOGRAFIA

- Albee A.L. & Ray L., 1970 - Correction factors for electron-probe microanalysis of silicates, oxides, carbonates, phosphates and sulphates. *Anal. Chem.*, 42: 1408-1414.  
 Alberti A., 1976 - The use of structure factors in the refinement of unit-cell parameters from powder diffraction data. *J. Appl. Cryst.*, 9: 373-374.  
 Boscardin M., 1976 - Zeoliti dell'Alpe di Siusi (Bolzano) e della Val Duron (Trento). *Notizie del Gruppo*

- Mineralogico Lombardo*, Anno VII, n. 3: 52-53.
- Černý P., Rinaldi R. & Surdam R.C., 1977 - Wellsite and its status in the phillipsite-harmotome group. *N. Jb. Miner. Abh.*, 128 (3): 312-330.
- Cotta Ramusino C. & Giuseppetti G., 1972 - La stronziante e l'armotomo della Valle di Fassa. *Natura*, 63: 256-262.
- Gottardi G. & Galli E., 1985 - *Natural Zeolites*. Springer Verlag, Berlin Heidelberg: 411 pp.
- Gude A.J. & Sheppard R., 1966 - Silica rich chabazite from the Barstow formation, San Bernardino County, Southern California. *Amer. Mineral.*, 51: 909-915.
- Kostov I., 1960/61, 1962 - The zeolites in Bulgaria: analcime, chabazite, harmotome. *Ann. Univ. Sofia, Fac. Biol. Géol. Geogr., Livre 2, Géol.*, 55: 159-174.
- Mavrudčiev B., Filizova L., Kirov G.N. & Kostov I., 1965 - Magmatism and zeolitization at the Pb-Zn deposit near Madžarovo. *Acad. Bulg. Sci., Trav. Geol. Bulg., Ser. Geochem. Mineral. Petrogr.*, 5: 273-297.
- Passaglia E., 1970 - The crystal chemistry of chabazites. *Amer. Mineral.*, 55: 1278-1301.
- Rinaldi R., Pluth J.J. & Smith J.V., 1974 - Zeolites of phillipsite family. Refinement of the crystal structures of phillipsite and harmotome. *Acta Cryst.*, B30: 2426-2433.
- Vezzalini G. & Alberti A., 1975 - Le zeoliti dell'Alpe di Siusi. *Rend. Soc. Ital. Miner. Petrol.*, XXXI (2): 711-719.
- Wachtler M., 2004 - *Dolomiti - Tesori di cristallo*. Museo Tridentino di Scienze Naturali - Ediz. Athesia Touristik, Bolzano: 208 pp.
- Walker T.L. & Parson A.L., 1933 - The zeolites of Nova Scotia. *Contr. Can. Mineral.*, 14: 13-73.
- Ziebold T.O. & Ogilvie R.E., 1964 - An empirical method for electron microanalysis. *Annal. Chem.*, 36: 322-327.