

CARATTERIZZAZIONE CRISTALLOCHIMICA DI MINERALI DELLA CALDERA DI SACROFANO, LAZIO

Egidi C. e Maras A.: Caratterizzazione cristallografica di minerali ...

Chiara Egidi e Adriana Maras

Dipartimento di Scienze della Terra, Sapienza Università di Roma

Introduzione

La caldera di Sacrofano, che appartiene al Distretto Vulcanico Sabatino, rappresenta una delle località più significative dal punto di vista della rarità delle specie mineralogiche rinvenute fino ad oggi. Proprio qui è stato trovato per la prima volta un minerale, appartenente al gruppo delle cancriniti, dedicato proprio alla località: la sacrofanite (Burrigato *et al.*, 1980). Per tale ragione viene costantemente perlustrata nella speranza di rinvenire altre specie rare, cosa che in effetti è avvenuta in tempi più recenti con la scoperta della biachellaite (Chukanov *et al.*, 2009).

Le principali aree indagate in questa ricerca sono rappresentate dai rilievi di Monte Solforoso (366 m) e Monte Cavalluccio (377 m) e le zone definite Valle Biachella e Fosso Attici.

Durante il campionamento sono state rinvenute rocce, definite inclusi (proietti) vulcanici, in cui sono state riscontrate diverse specie mineralogiche, soprattutto nelle cavità. In una di queste sono stati rinvenuti cristalli, non identificabili macroscopicamente, per i quali sono state utilizzate tecniche di indagini microscopiche.

Inquadramento geologico – geografico

Le località prese in esame, sono situate tra i comuni di Sacrofano (RM), Campagnano di Roma (RM) e Magliano Romano (RM), ubicati quest'ultimi a circa 30 km a Nord-Ovest della Capitale.

Dal punto di vista geologico - vulcanologico l'intera area d'esame nacque dall'attività vulcanica esplosiva che fu la causa della formazione del Distretto Vulcanico Sabatino; la fossa tettonica localizzata tra i due alti strutturali dei Monti della Tolfa e del Monte Soratte fu sede dell'attività vulcanica che ebbe inizio circa 600.000 anni fa.

I Monti si sviluppano sull'orlo della caldera di Sacrofano: Monte Solforoso si trova a Nord-Est della caldera, mentre Monte Cavalluccio è ubicato a Nord della stessa. Fosso Attici si sviluppa esternamente alla caldera di Sacrofano tra i due Monti e fluisce radialmente in direzione Nord; Valle Biachella è situata ad Ovest di Monte Solforoso internamente alla caldera.

L'intera depressione presenta un diametro di circa 4500 metri, una struttura circolare ed un reticolo idrografico ben sviluppato che nell'area meridionale della caldera intacca la sua forma originaria (Fig.1).

I vari crateri del Distretto Vulcanico Sabatino sono stati sede di una sola esplosione, salvo il cratere di Sacrofano, che risulta essere uno dei più importanti; è possibile definire come l'attività vulcanica dei Sabatini non sia avvenuta in un'area centrale e ben definita, bensì su un'area vasta e complessa con la presenza di numerosissimi crateri che si svilupparono man mano che l'attività si spostò da Est (Morlupo e Castelnuovo di Porto) verso Ovest (Bracciano).

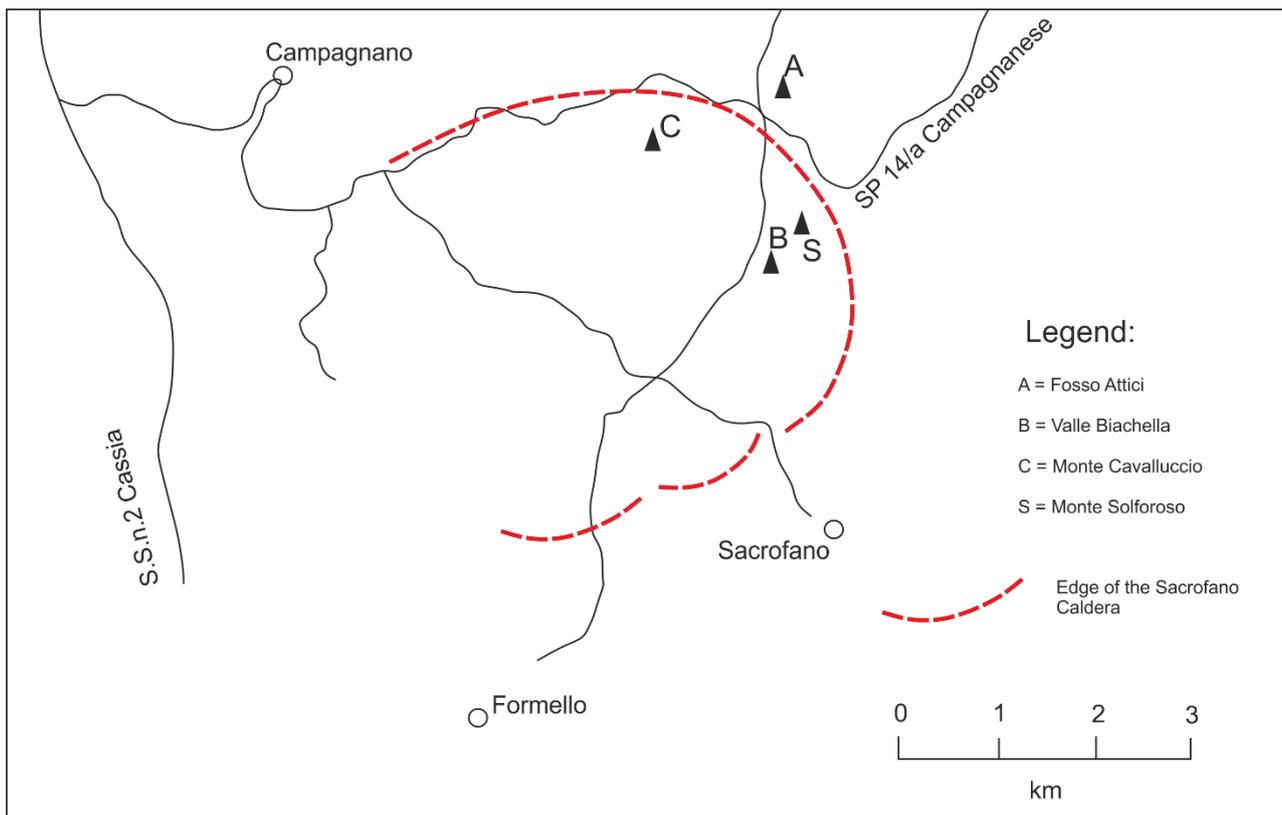


Fig. 1. Localizzazione delle aree di studio: A=Fosso Attici; B=Valle Biachella; C=Monte Cavalluccio; S=Monte Solforoso (modificata dopo Chukanov & Allori, 2008).

Campioni e metodologie di indagine

I campioni utilizzati sono stati definiti come piroclastiti estranei al magma e inclusi nei depositi piroclastici di tipo tufaceo.

Queste rocce, originariamente, si trovavano a varie profondità all'interno dell'apparato vulcanico e, solo successivamente, furono portate in superficie dal magma in risalita. Nelle zone in esame questi inclusi vulcanici si rinvennero intercalati a diverse formazioni o, come nell'area di Fosso Attici, si trovano in depositi incoerenti, in seguito all'erosione di rocce che costituiscono i pendii di una valle adiacente.

Durante il rilevamento sono stati rinvenuti diversi campioni: alcuni dei quali presentavano cristalli di 3-5 mm con caratteristiche peculiari ben visibili ad occhio nudo che ne hanno permesso l'identificazione già durante il rilevamento.

L'area di Monte Cavalluccio è risultata quella di maggior interesse per questo lavoro grazie al ritrovamento di un incluso in cui erano ben visibili dei cristalli tondeggianti, incolori e trasparenti insieme ad altri tabulari di colore nero. La dimensione dei cristalli era troppo piccola per avere un riconoscimento macroscopico certo, per cui, si è provveduto alla preparazione di una sezione sottile lucida per sottoporla a microanalisi chimiche tramite il microscopio elettronico a scansione FEI Quanta 400 corredato di un sistema di analisi in dispersione di energia EDAX Genesis in dotazione al Dipartimento di Scienze della Terra della Sapienza, Università di Roma.

L'impatto degli elettroni emessi dal filamento (elettroni primari) sulla superficie del campione

genera vari fenomeni tra cui consideriamo solo quelli importanti per il SEM:

- assorbimento di elettroni primari; a causa dell'impatto l'energia cinetica degli elettroni si trasforma in calore. Per diminuire i danni del campione e per ridurre gli effetti legati alle cariche elettrostatiche, si copre la superficie da analizzare con uno strato sottile di materiale conduttivo, ovvero si metallizza il campione;
- emissione di elettroni secondari (SE, indicati con ETD), di energia piuttosto bassa che emergendo da profondità inferiori a 10 nm, danno informazioni sulla morfologia dei minerali presenti;
- riflessione da parte degli elettroni primari (elettroni retrodiffusi o backscattered, BSE), di energia più elevata, che forniscono informazioni sulla composizione del campione. In base al diverso numero atomico degli elementi presenti, danno immagini con diverse tonalità di grigio: le zone chiare indicano la presenza di elementi con numero atomico maggiore (elementi pesanti) viceversa, le aree con tonalità più scure indicano la presenza di elementi chimici con numero atomico minore (L. Miraglia, 2012).

La sezione è stata sottoposta a metallizzazione in grafite perché il sottile strato, circa 200 Å di carbonio che la copre, garantisce la conducibilità elettrica e consente di effettuare microanalisi qualitative, semi-quantitative.

Risultati

La ricerca effettuata sul terreno ha messo in evidenza la ricchezza di minerali in cristalli anche euedrali per i quali è bastata un'analisi speditiva in campagna per identificarli.

- Gruppo delle miche: questi minerali con colore prevalentemente verde e nero, abito pseudo-esagonale e tipica sfaldatura basale in sottili lamine rappresentano cristalli di mica bruna ("biotite") della serie flogopite-annite (Fig. 2).

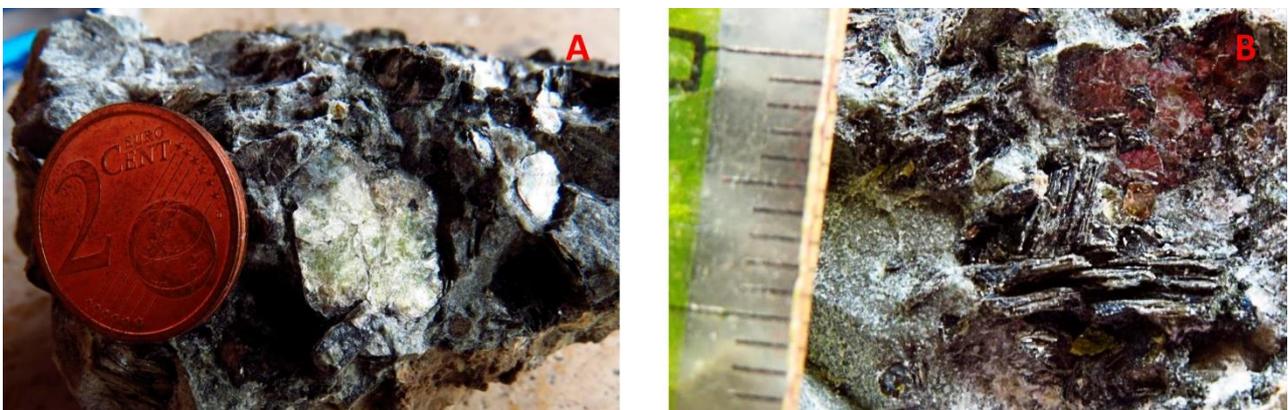


Fig. 2. A) Cristalli di "flogopite". B) la loro tipica sfaldatura.

- Feldspatoidi: ben visibile anche ad occhio nudo è la leucite; i cristalli risultano di colore bianco per via della patina di alterazione in analcime, il loro abito è per lo più tondeggiate, le dimensioni sono variabili ma sempre al di sotto del centimetro (Fig. 3).



Fig. 3. Cristalli tondeggianti di leucite analcimizzata.

Dopo il riconoscimento macro, è stato scelto un campione rappresentativo dell'area, sul quale è stata realizzata una sezione sottile lucida utilizzabile sia per osservazioni al microscopio polarizzatore che per microanalisi chimiche tramite SEM-EDS.

Le prime immagini ricavate mostrano una sezione abbastanza uniforme, per via delle sfumature di grigio presenti; è stato possibile comunque riscontrare diversi cristalli.

Il minerale con le maggiori dimensioni (indicato con freccia in fig. 4) risulta essere un pirosseno con evidente zonatura e abito subedrale.

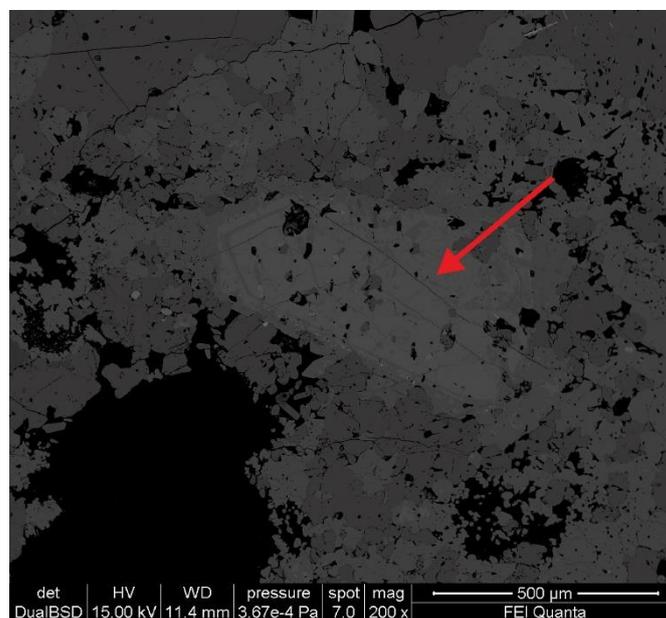


Fig. 4. Cristallo di pirosseno subedrale, zonato.

Tramite un'analisi puntuale si è riscontrata la presenza di calcio (Ca), alluminio (Al), silicio (Si) e magnesio (Mg) nei rapporti tipici dei clinopirosseni, in particolare augite. Inclusi in questo cristallo si notano ulteriori minerali che presentano tonalità di grigio più chiare e con dimensioni variabili. L'analisi microchimica ha evidenziato la presenza di fosforo (P) e calcio (Ca) e, associando la composizione alla loro morfologia sono stati identificati come minerali appartenenti ai fosfati, in particolare al gruppo dell'apatite. Continuando le osservazioni al SEM e le analisi puntuali in diverse aree della sezione è stato registrato lo spettro di un cristallo contenente silicio (Si) e alluminio (Al) nel rapporto circa 1:3 e potassio (K), con piccole quantità di calcio (Ca) e sodio (Na) (Fig. 5a).

Morfologia e chimica hanno permesso di definire questo cristallo come appartenente al gruppo dei feldspati e nello specifico al feldspato potassico che si proietta nell'area rosa della fig. 5b.

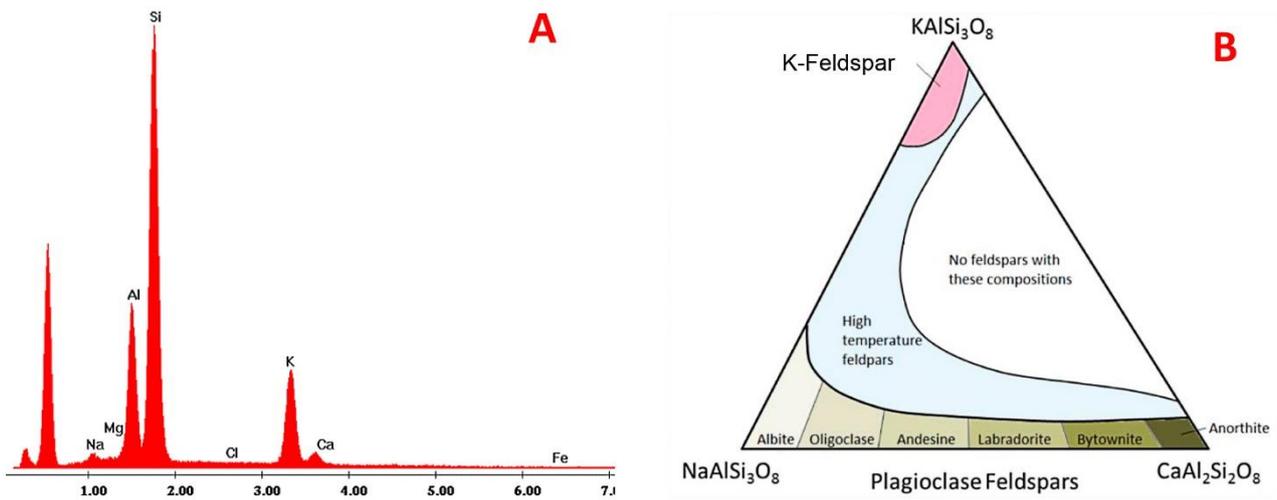


Fig. 5. A) Spettro del K - feldspato. B) diagramma ternario dei feldspati.

Poiché il campione è stato trasportato dal magma durante la risalita nel condotto, nei vuoti della roccia è possibile rinvenire la presenza di inclusioni fluide. In Fig. 6 la morfologia sferoidale e la presenza di fasi "figlie" insieme al cloro riscontrato nell'analisi chimica puntuale ci fanno supporre che sia un'inclusione fluida multifase.

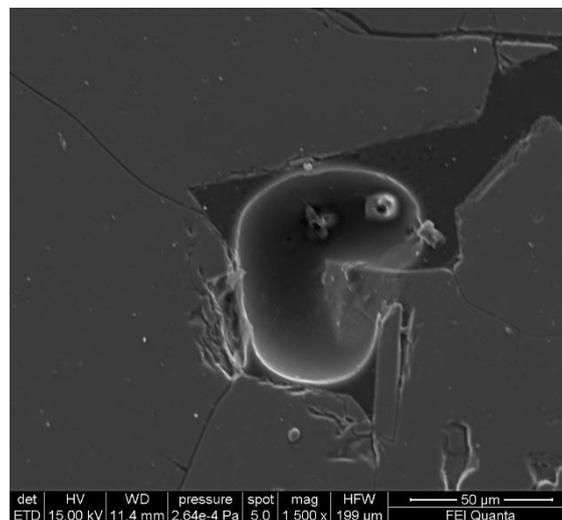


Fig. 6. Inclusione fluida di cloro visibile tramite elettroni secondari.

Infine, è stata condotta una ricerca accurata, sia morfologica che microchimica, con analisi puntuali ed areale della sezione sottile, per individuare i cristalli tondeggianti spesso trovati in associazione macroscopica con cristalli neri e K-feldspato (Fig. 7). La supposizione fatta in campagna prevedeva la possibile appartenenza dei minerali sopracitati al gruppo della cancrinite - sodalite, un gruppo di feldspatoidi rari conosciuti già dall'ottocento ed alcuni dei quali presentano come località tipo Valle Biachella: sacrofanite (Burrigato et al., 1980), giuseppettite (Mazzi e Tadini, 1981) e marinellite (Bonaccorsi e Orlandi, 2003).

Per via del loro simile motivo strutturale di base costituito dalla presenza di strati contenenti anelli tetraedrici centrati da silicio ed alluminio, spesso in letteratura si parla di cancrinite e sodalite come minerali appartenenti ad un unico gruppo; in realtà nella classificazione mineralogica è necessario distinguere i due gruppi data la diversa sequenza generata dall'impalcatura della cella unitaria, costituita da due anelli tetraedrici.

E' emerso infatti da alcuni studi cristallografici che le cancrinite presentano una sequenza di tipo ABAB mentre le sodaliti presentano una sequenza di tipo ABCABC, dove la lettera A indica la posizione di un anello del primo strato mentre le lettere B e C indicano due possibili posizioni del secondo strato (Fig. 8) (Bellatreccia & Della Ventura, 2005).

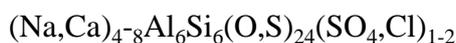
Poichè le specie mineralogiche appartenenti al gruppo cancrinite - sodalite presentano nella loro formula chimica elementi come il sodio (Na), alluminio (Al), Si (silicio), Cl (cloro) e/o il Ca (calcio) sono state svolte analisi chimiche per individuarle. Nella sezione sottile questi cristalli risultano ben formati in alcune aree mentre è possibile definirli anedrali in altre zone, dove non presentano contorni ben definiti.

Dopo aver identificato questi cristalli tramite l'ausilio del microscopio elettronico a scansione si è proceduto con l'analisi chimica puntuale per verificarne lo spettro e quindi la loro reale appartenenza o meno al gruppo della cancrinite o sodalite (Fig.9).

Il dato ottenuto è stato confrontato con spettri meno recenti e si è potuto notare la forte somiglianza con lo spettro composizionale dei minerali noseana con formula chimica:



e hauyna:



appartenenti al sottogruppo della sodalite.

In particolare, Mattei et al. (2007) effettuando analisi chimiche su campioni rinvenuti nella



Fig. 7. Cristalli tondeggianti in associazione con sanidino.

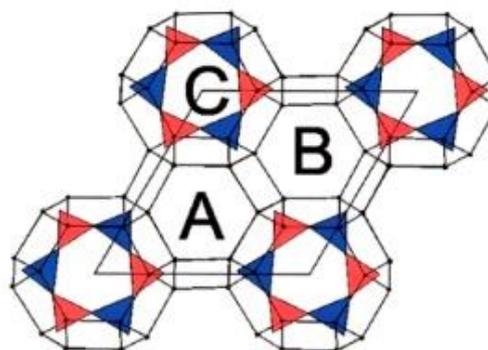


Fig. 8. Posizioni possibili degli anelli tetraedrici nella cella elementare (Bellatreccia & Della Ventura, 2005).

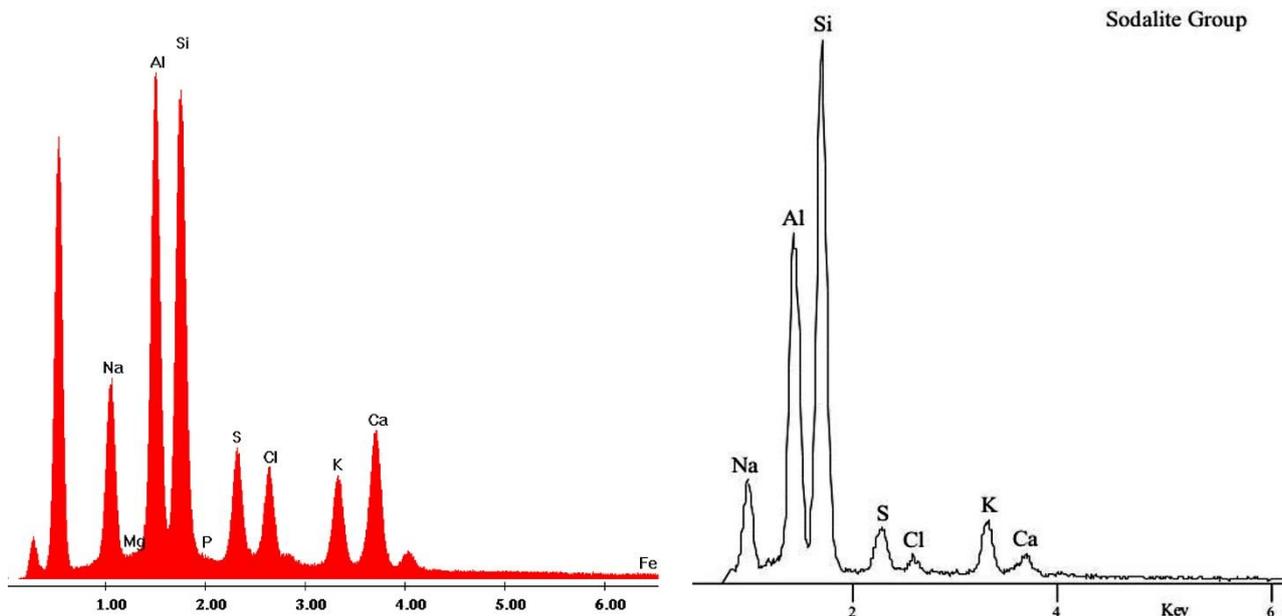


Fig. 9. Spettro derivante dall'analisi chimica puntuale di questo elaborato (sinistra) confrontato con lo spettro della noseana e hauyna (destra) (Severin Kenneth P., 2004).

zona di Bassano Romano (VT), appartenente anch'essa al Distretto Vulcanico Sabatino, hanno notato come le principali differenze tra noseana ed hauyna, intese come termini puri, siano rappresentate dall'assenza del cloro e dalla prevalenza di sodio e solfato nella noseana. Inoltre, ulteriori studi chimici recenti hanno permesso di delineare con maggior precisione i campi composizionali dei minerali appartenenti al gruppo della sodalite (Balassone et al. 2016). Ciò ha permesso di avere altri termini di paragone per le analisi effettuate in questo elaborato e di comprendere, anche se a grandi linee, la composizione dei campioni rinvenuti, permettendo di ricondurli al gruppo della sodalite.

Conclusioni

La ricerca mineralogica effettuata nelle aree del Distretto Vulcanico Sabatino è stata svolta al fine di individuare tramite microanalisi semiquantitative al SEM la presenza di specie mineralogiche rare appartenenti al gruppo cancrinite - sodalite.

La sezione sottile analizzata ha mostrato la presenza di diverse specie mineralogiche indeterminate in pirosseni, sanidini, feldspati potassici, apatiti e minerali del gruppo cancriniti - sodaliti.

Per via della presenza di picchi a media intensità riconducibili al sodio ed al solfato visibili nello spettro del campione in esame, è stato possibile identificarlo come noseana; inoltre data la morfologia tipica di minerali cubici presenti in sezione si presume che i minerali rinvenuti possano appartenere al sottogruppo della sodalite. Tuttavia, senza ulteriori analisi sulla struttura, non è possibile avere la conferma che si tratti di noseana vista la presenza di altri ioni nello spettro, nonché il ritrovamento nella caldera di Sacrofano di minerali appartenenti ad entrambi i gruppi descritti.

Ringraziamenti

Si ringrazia Marco Albano per l'assistenza tecnica durante la preparazione dei campioni e durante le indagini al SEM.

Un sincero ringraziamento al Gruppo Mineralogico Romano, che ha contribuito al rilevamento delle aree di studio e per la grande disponibilità nel corso della preparazione e stesura dell'elaborato finale di Chiara Egidi.

Bibliografia

- BALASSONE G., BELLATRECCIA F., OTTOLINI L., MORMONE A., PETTI C., GHIARA M. R., & D'ORAZIO L., (2016)- Sodalite-Group Minerals From the Somma-Vesuvius Volcano (Naples, Italy): A Combined EPMA, SIMS, and FTIR Crystal-Chemical Study - *The Canadian Mineralogist*, 54(3), 583-604.
- BELLATRECCIA F., DELLA VENTURA G., (2005) - I minerali del gruppo della cancrinite - "*Il Cercapietre*", *notiz. del G.M.R.*, 1/2-2005, 14-24.
- BONACCORSI E., ORLANDI P. (2003) - Marinellite, a new feldspathoid of the cancrinite-sodalite group, *Eur. J. Mineral.*, 15, 1019-1027.
- BURRAGATO F., PARODI G.C., AND ZANAZZI P.F., (1980) - Sacrofanite - a new mineral of the cancrinite group, *Neues Jahrb. Mineral., Abh.*, 140, 102-110.
- CHUKANOV N. V., ALLORI R. (2008) - Cancrinite-group minerals from the Sacrofano caldera, Roma, Latium, Italy, *Mineral observer - Mineralogical Almanac*, 13c, 20 - 35
- CHUKANOV N. V., RASTSVETAeva R. K., PEKOV I. V., ZADOV A. E, ALLORI R., ZUBKOVA N. V, GIESTER G., PUSCHAROVSKY D. YU., VAN K. V., (2009) - Biachellaite, $(\text{Na,Ca,K})_8(\text{Si}_6\text{Al}_6\text{O}_{24})(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_{0.5} \cdot \text{H}_2\text{O}$, a new mineral species of the cancrinite group, *Geology of Ore Deposits*, Volume 51, Issue 7, pp 588 - 594.
- MATTEI L., SIGNORETTI E., BELLATRECCIA F., (2007) - La noseana di Bassano Romano (VT), "*Il Cercapietre*", *notiz. del G.M.R.*, 1/2-2007, 56-60.
- MAZZI F., TADINI C. (1981) - Giuseppettite, a new mineral from Sacrofano (Italy), related to the cancrinite group, *Neues Jb. Miner. Monat .*, 103-110.
- MIRAGLIA L., (2012) - Caratteristiche del sistema analitico SEM-EDS: valutazione dell'accuratezza e della precisione delle analisi eseguite su standards internazionali di minerali e vetri. *Rapporto 233 INGV*.
- SEVERIN KENNETH P., (2004) - *Energy dispersive spectrometry of common rock forming minerals*, Kluwer Academic Publishers. Department of Geology and Geophysics, University of Alaska Fairbanks, U.S.A., pp. 228.