

Mineralogia di Roma e della sua campagna

The Minerals of Rome and its surroundings

A. MOTTANA*, F. BELLATRECCIA*,
G. DELLA VENTURA*

RIASSUNTO - Sono raccolti tutti i dati storici e scientifici più aggiornati sulle 15 specie mineralogiche di cui Roma e la zona circostante compresa tra i laghi di Bracciano (a Nord) e di Nemi (a Sud) sono la località-tipo, integrandoli con la documentazione fotografica delle loro forme morfologiche caratteristiche.

Inoltre, è compilata la lista completa di tutti i minerali, sia isolati ed appariscenti sia in aggregati e formativi di rocce, che sono presenti nella stessa area, distinguendoli tra sedimentari e vulcanici e richiamandone il significato petrogenetico, vale a dire il loro contributo a definire le condizioni di pressione e temperatura alle quali si è evoluta la geologia dell'area romana in età quaternaria. In particolare, sono messe in evidenza le particolarità mineralogiche dovute alle attività vulcaniche e geotermiche nei Colli Albani e nei Monti Sabatini, i due complessi su cui è fondata la città di Roma.

PAROLE CHIAVE: olotipo, topotipo, minerali di roccia, complesso vulcanico dei Colli Albani, complesso vulcanico Sabatino, Regione Comagmatica Romana, Provincia Perpotassica Romana.

ABSTRACT - All updated data of scientific and historical interest on the 15 mineral species first described in Rome and in the surrounding area i.e., from lake Bracciano, to the North, to lake Nemi, to the South, are assembled and discussed.

Their typical morphologies are also presented as photographs. In addition, a full list of all minerals described over the area is given. A distinction is made between minerals occurring as euhedral, conspicuous crystals and those present as rock-forming grains. Most minerals are discussed with reference to their significance for establishing the pressure and temperature conditions at which they formed, with special attention for those occurring in the lavas and pyroclastics related either to the Sabatini volcanic complex or to the Alban Hills volcano, both belonging to the world-renowned Roman Comagmatic Region.

The few sedimentary minerals of palaeomagnetic and geothermal significance in the Tiber valley and in ancient lakes and ponds scattered through the Roman campaign are also listed and briefly discussed.

KEY WORDS: holotype, topotype, rock-forming minerals, Alban Hills volcanic complex, Sabatini volcanic complex, Roman Comagmatic Region, Roman Perpotassic Province.

* Dipartimento di Scienze Geologiche - Università degli Studi "Roma Tre", Largo San Leonardo Murialdo, 1 - 00146 Roma

1 - INTRODUZIONE

Roma è l'unica grande città al mondo che sia al tempo stesso capitale di una nazione e località mineralogica, intendendo col secondo termine la "località-tipo", vale a dire il luogo di primo ritrovamento di un minerale nuovo per la Scienza: l'olotipo.

Questo fatto ha, ovviamente, una ragione storica. Durante tutto il Settecento Roma fu uno dei luoghi privilegiati dal *Grand Tour*: quel viaggio d'istruzione, spesso pluriennale, con il quale giovani di buone e ricche famiglie dell'Europa a Nord delle Alpi (Gran Bretagna, Germania e Francia, per lo più) affinavano la loro cultura e il loro gusto estetico visitando quanto più era loro possibile dell'Italia, culla della civiltà europea, arrivando sicuramente fino a Roma, giacimento inesauribile di capolavori d'arte di tutte le età (*"la plus belle ville du monde. Si les arts étaient perdus, on les retrouverait dans Rome"*, per citare solo un visitatore autorevole come C.-L. Secondat de Montesquieu, che vi fu dal 19 gennaio al 18 aprile 1729). Alcuni di loro (tra tutti, ad esempio: J.J. FERBER¹, J.W. GOETHE e D. GRATET DE DOLOMIEU) avevano interessi naturalistici, oltre che artistici, e se ne beavano con escursioni a piedi nell'allora selvaggia Campagna. Tra i monumenti e gli affioramenti, distribuiti in modo ugualmente casuale nella macchia che copriva tutta l'area, ad alcuni cadde l'occhio anche su inusitate forme poliedriche: minerali, che talora apparivano loro nuovi o diversi rispetto a quelli incontrati a casa. Benvenuto Cellini è il primo a descrivere (nel suo trattato "Dell'oreficeria", stampato nel 1568) il ritrovamento casuale in Roma di una risplendente "petrúccola" rossa emersa dal terreno della vigna di un giovane romano. L'ambasciatore veneziano, che l'aveva riconosciuta su due piedi come un "carbúncolo" (= rubino), l'acquistò per poco e la vendette poi a carissimo prezzo a Costantinopoli. Si trattava, ovviamente, di un reperto accidentale, ma non certo unico in una

città dove per secoli erano state portate (e perdute! soprattutto durante i saccheggi) gemme da tutto il mondo.

I partecipanti al *Grand Tour* non restavano a Roma a lungo, soprattutto se erano interessati ai minerali, ma viaggiavano più a Sud: al Vesuvio e all'Etna. Fu qui che, allo scorcio del Settecento e ai primi dell'Ottocento, furono rinvenuti e descritti gran parte dei primi minerali italiani². A Roma convergevano, però, altri studiosi interessati ai minerali: i sacerdoti destinati ad insegnare alla Sapienza o nel Collegio Romano, dove persisteva una tradizione naturalistica riferibile ai gesuiti, tra cui Athanasius Kircher (1602-80) e Ruggiero Giuseppe Boscovich (1711-87). Oltre ai gesuiti, a curare in particolare le scienze naturali furono gli scolopi che reggevano il Collegio Nazareno, tra cui Scipione Breislak (1750-1826) e Carlo Giuseppe Gismondi (1762-1824), quest'ultimo destinato a diventare il primo direttore del Museo di Mineralogia dell'Università (1804).

A questi due ordini religiosi va riconosciuto il merito di aver reso sistemico lo studio dei minerali in Roma e di avervi costituito le prime raccolte. La prima, quella dei gesuiti al Collegio Romano, è arrivata a noi solo in parte, essendo confluita nei Musei Mineralogico e Geologico dell'Università subendovi improvvise divisioni e ripetuti trasferimenti. La seconda, quella degli scolopi del Collegio Nazareno, dopo esser vissuta per un lungo periodo nel degrado e nell'abbandono, anche per un rilassamento generale della didattica delle scienze naturali dopo la riforma scolastica voluta dal ministro Giovanni Gentile (1923), ha beneficiato del lavoro di riordino e di ri-catalogazione, durato oltre dieci anni, effettuato da un'associazione culturale di appassionati (Gruppo Mineralogico Romano). Questo lavoro dal 1997 ha messo nuovamente a disposizione degli studiosi il patrimonio storico-scientifico di una raccolta d'importanza storica, che è rimasta sostanzialmente uguale a quella originaria.

1 - Il resoconto scritto da questo viaggiatore svedese (1773) fu il primo grande stimolo ai mineralisti d'oltralpe a visitare l'Italia ed in particolare a studiarne i vulcani. Fu infatti tradotto subito in inglese (1776) e in francese (1779).

2 - I minerali scoperti in Italia sono oltre 300, e di questi 15 sono stati identificati tra il 1791 e il 1819, secondo un elenco messo a punto dalla CNMMN (Commission for New Minerals and Mineral Names) dell'IMA (International Mineralogical Association) nel 2003 (G. Ferraris, comunicazione personale), ripreso poi da CIRIOTTI *et alii* (2004). Il primissimo minerale-tipo italiano (dopo gli incerti "sali d'allume" di GIORGIO AGRICOLA, 1530) è la leucite, così denominata da A.G. WERNER, appunto nel 1791, sulla base di un campione del Vesuvio, ma che era già stata citata e ben descritta dal FERBER (1773) come "ein weisser, durch saure Dämpfe oder das vulcanische Feuer gebleichter Granat" (= un granato bianco, candeggiato da vapori acidi o dal fuoco vulcanico).



2 - GLI OLOTIPI/TOPOTIPI

2.1 - I TIPI PIÙ ANTICHI

2.1.1 - MELILITE

Non fu nel modo casuale descritto dal Cellini che nel 1790 fu scoperto il primo minerale dell'area romana che è ancor oggi considerato un tipo, pur se con la precisazione G (= *grandfathered*³): la melilite. Ad identificarla, non per caso, ma dopo un attento esame microscopico eseguito direttamente *in loco* nelle druse e sulla pasta di fondo della colata di lava leucititica di Capo di Bove, fu il francese Florieu de BELLEVUE. Egli però non pubblicò i suoi risultati se non un decennio più tardi (BELLEVUE, 1800 p. 442), cosicché il nome, che ne richiama il colore simile al miele, fu dato al minerale da Jean-Claude de LA MÉTHÉRIE (*mélilite*: 1795-97, v. II, p. 273) che ne era stato da lui informato. Pietro Carpi, che fu il secondo e il più duraturo direttore (1814-15; 1824-61) del Museo Mineralogico dell'università (MARAS & MOTTANA, 1982 pp. 7-8), però sostiene (CARPI, 1820 p. 218) che il primo ad osservare che “nella lava di Capo di Bove [si trovano] cubi pellucidi di color rosso vivo colla gradazione dei colori intermedi sino a quello della cera gialla” la cui “sostanza non è ancora esaminata” (e quindi senza poterle assegnare alcun nome) fu il padre scoloquio Gianvincenzo Petrini (Lucca, 1725-1814), nel suo catalogo dei campioni della raccolta del collegio Nazareno (PETRINI, 1792 p. 320). In questo modo indiretto e un po' sciovinistico Carpi riporta ad uno studioso operante stabilmente in Roma la paternità del minerale. Egli stesso ne diede una descrizione accurata dei caratteri fisici e l'analizzò, con risultati però tutt'altro che convincenti (CARPI, 1820 p. 225). Poco precise sono, di fatto, anche tutte le analisi che seguirono, anche quando eseguite su materiale selezionato per colore (DAMOUR, 1844). Il nome si è affermato, eppure, ancor oggi, non esiste un riesame chimico del materiale di Capo di Bove: non dell'olotipo, che è stato perso, ma nemmeno di un topotipo, che non è difficile da trovare, anche

se non è noto il punto esatto dove fu raccolto il primo campione all'interno dell'area di alcune migliaia di m² su cui sono sparse le cave che estraevano lava all'inizio del XIX secolo. La ridefinizione presenta difficoltà anche perché a Capo di Bove sono presenti ben tre tipologie differenti di melilite, descritte come gialla (DAMOUR, 1844 p. 59; ZAMBONINI, 1906 p. 230), bruna (DAMOUR, 1844 p. 59; ZAMBONINI, 1906 p. 231) e giallo-bruna (BUDDINGTON, 1922 p. 82-84). Tutte e tre sono piuttosto ricche in Fe³⁺, al punto che l'ultima poté essere considerata “a new member of the group” (BUDDINGTON, 1922 p. 82). Nella Tab. 1 è riportata l'analisi di quest'ultima (fig. 1) che, tra le melilite delle lave, è quella più recente e più completa⁴. Gli studi successivi, infatti, hanno riguardato ritrovamenti effettuati in proietti di probabile origine metamorfica: notevoli, in particolare, quelli di Albano e di Marino (FEDERICO & GIANFAGNA, 1983; SEIFERT & FEDERICO, 1987).

Lo stato del nome “melilite” nella sistematica mineralogica non è chiaro. Attualmente esso è con-

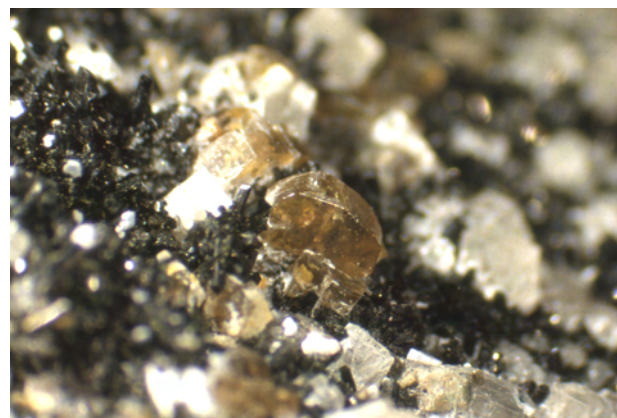


Fig. 1 - Morfologia caratteristica della melilite giallo-miele scura nelle fratture delle lave leucititiche di Vallerano: il cristallo maggiore, di 3 mm, poggia su mica scura (campione: Edgardo Signoretti; foto: Roberto Pucci).

- Morphology of dark honey-yellow melilite coating the cracks of the leucititic lava flow in the Vallerano quarry. The largest crystal is 3 mm in size and leans on blades of dark mica (specimen: Edgardo Signoretti; photograph: Roberto Pucci).

3 - Questo è l'appellativo (= [eredità] dei nonni) che l'IMA appioppa a tutte le specie minerali tuttora valide che sono state identificate ed esaurientemente descritte prima del 1958, cioè prima della istituzione della CNMMN, con la quale fu messo ordine in una situazione d'anarchia che produceva una proliferazione incontrollata di nomi diversi per minerali uguali tra loro.

4 - BUDDINGTON (1922 pp. 82-86) discute a lungo della difficoltà di analizzare la melilite lavica di Capo di Bove, per le zonature composizionali sia concentriche sia a spina di pesce (peg structure) che essa presenta in aggiunta ad una variabilità composizionale messa in luce dal variare degli indici di rifrazione. Discute anche le due analisi di ZAMBONINI (1906) e il loro grado di corrispondenza con i prodotti del sistema sintetico.

siderato dai più come nome di gruppo per le soluzioni solide tetragonali (G.S. $P-42_1m$) delle due specie estreme åkermanite $\text{Ca}_2\text{Mg}(\text{Si}_2\text{O}_7)$ e gehlenite $\text{Ca}_2\text{Al}(\text{SiAlO}_7)$, in cui però sia presente una considerevole frazione del termine sodico $\text{CaNaAl}(\text{Si}_2\text{O}_7)$, che è per ora noto solo come prodotto di sintesi (GAINES *et alii*, 1997 p. 1144). Solo alcuni considerano la melilite una specie a tutti gli effetti, di composizione $(\text{Ca},\text{Na})_2(\text{Mg},\text{Al})^{[4]}[\text{Si}_2\text{O}_7]$ (STRUNZ & NICKEL, 2001 p. 569). Un eventuale significativo tenore di Fe^{3+} , invece, non è preso in considerazione come elemento classificativo. In ogni caso, melilite è un nome che ha avuto fortuna ed è comunemente usato dai petrografi, perché termini intermedi della soluzione solida åkermanite-gehlenite sono presenti in un gran numero di situazioni geologiche, a differenza dei due termini estremi che sono piuttosto rari.

2.1.2 – HAÜYNA

Un altro ecclesiastico immigrato che fu il primo direttore del Museo Mineralogico (1804-14; 1815-24), lo scolopio CARLO GIUSEPPE GISMONDI (Mentone, 1762 – Roma, 1824), è l'autore della scoperta, nel 1802 (GISMONDI, 1803) della prima specie romana incontestata, almeno nella natura della sostanza, se non nel nome, poiché quello da lui



Fig. 2 – Morfologia caratteristica della hauyina di Valle Biachella: il cristallo più grande, contenuto nella cavità di un proietto termometamorfico a dominante fassaita, ha lo spigolo maggiore lungo ca. 1 cm (campione e foto: Luigi Mattei).

- Morphology of the Valle Biachella hauyine: the largest crystal in the fassaita-bearing thermometamorphic ejectum has the edge ca. 1 cm long (specimen and photograph: Luigi Mattei).

proposto (“lazialite”) non è stato accolto dalla nomenclatura internazionale. Gli fu, infatti, preferito quello di hauyina, suggerito da T.C. Bruun-Neergard (*hauyine*: 1807 p. 365), che si era però basato su campioni del M. Somma, dove un minerale del genere era già stato notato da Breislak (1801). Non furono tanto la prevaricazione del danese, spinto dalla sua amicizia verso René Just Haüy, oppure la fama del grande cristallografo francese a relegare a sinonimo la lazialite, quanto un peccato d'omissione del Gismondi, che dopo vari anni dalla prima comunicazione non si era ancora deciso a mandare a stampa i suoi dati (conscio, probabilmente, che essi erano in gran parte errati) ed evitò anzi di reclamare la priorità almeno fino a quando la revoca della sua dedica a Haüy era diventata impossibile. La lazialite, che egli aveva trovata “nella terra vegetabile di un colore rosso di tegola disseminata di particelle di mica e di olivino, scendendo verso il lago [di Albano] per la strada, che conduce all'emissario” (GISMONDI, 1803; cf. GISMONDI, 1998 p. 63), è ricca di forme, ma non è altrettanto bella di quelle del M. Somma o del M. Vulture, perché è solo di un pallido azzurro.

In tempi recenti sono state descritte hauyine in moltissime località laziali, per lo più come fenocristalli, anche di colore azzurro intenso, e più raramente come costituente della pasta di fondo e, quindi, forse d'origine metasomatica (HOGARTH & GRIFFIN, 1975; CAVARRETTA & LOMBARDI, 1990; EVSYUNIN *et alii*, 1996). Parecchie di esse presentano difetti cristallografici, spesso solo al livello della microscopia elettronica a trasmissione ad alta risoluzione (HRTEM), che le rendono di notevole interesse (XU & VEBLEN, 1995). Questo non è il caso della hauyina dei Colli Albani (HASSAN & GRUNDY, 1991), di cui è stata determinata la struttura con affidabile precisione. Tra le altre, la più intrigante appare essere quella di Sacrofano (fig. 2), in cui ai raggi X (BOLOTINA *et alii*, 2003) sono state osservate deviazioni dalla simmetria cubica verso l'ortorombica che indicano una possibile transizione polimorfa HT-LT analoga a quella ben nota della leucite. I dati più rilevanti relativi alla hauyina romana sono riportati in Tab. 1.

2.1.3 – NEFELINA

Al Petrini è stata attribuita (CARPI, 1820 p. 225) anche la prima segnalazione a Capo di Bove di un altro minerale che risulterà poi essere una specie nuova, ma che avrà anch'esso come oltipo il materiale corrispondente del M. Somma. Egli



aveva osservato nella lava “*delle colonne esaedre cristalline trasparenti troncate di netto, che sembrano petroselce argilloso*” (PETRINI, 1792 p. 319). In realtà queste forme di cristallizzazione vi erano già state viste da FERBER (1773). Un materiale del tutto analogo fu poi descritto a Capo di Bove anche da BELLEVUE (1800 p. 458), che per primo gli impose un nome: lo chiamò pseudo-sommite, perché gli appariva analogo alla sommite già descritta da LA MÉTHERIE (1795-97, v. II p. 271) in campioni del M. Somma, ma che, a suo parere, presentava una diversa solubilità in acido nitrico. La sommite, rinominata nefelina da HAÜY (*népheline*: 1801 v. III p. 186) perché si scioglie in acido nitrico formando una specie di nuvola, è una specie valida, mentre la pseudo-sommite (o pseudo-nefelina, adottando il nome scelto da Haüy), riesaminata dopo molto tempo ai raggi X (BANNISTER, 1931), le è risultata identica. Neanche al nome di questa specie è stato applicato il principio di priorità, forse per rispetto a Haüy o forse perché l'ambiente mineralogico diffida di quei minerali per i quali l'autore crede di rimediare a una descrizione imperfetta premettendo l'affisso “pseudo”.

La nefelina delle cavità nelle leucititi dei Colli Albani (Capo di Bove, Acquacetosa, Tre Fontane, Vallerano, Laghetto, Marino, ecc.) è in cristalli incolori che possono arrivare a 1 cm, composizionalmente molto vicini al termine puro (Tab. 1). Splendidi cristalli con una morfologia complessa si trovano nei proietti vulcanici a grana grossa sparsi nelle piroclastiti e, più precisamente, in quelli composti di augite e biotite prevalenti, soprattutto se contengono anche melanite e vesuvianite (STRUEVER, 1876). Compare anche nei proietti feldspatici nelle piroclastiti della sponda meridionale del lago di Bracciano, fino a Sacrofano, con un abito simile a quello della davyna (STRUEVER, 1885).

2.1.4 – GISMONDINA

Al Gismondi si deve la prima descrizione di un minerale trovato dal Carpi a Capo di Bove in forma di ottaedri distinti (fig. 3). Egli lo chiamò prima “abrazite” (GISMONDI, 1817a p. 309) perché non fa effervescenza negli acidi e non si gonfia al cannello né fonde nonostante contenga abbondante acqua di cristallizzazione e poi, quasi contemporaneamente, “zeagonite” (GISMONDI, 1817b p. 164; cf. LEONHARDT, 1817 p. 168) per le stesse caratteristiche. Questo nome fu quello accettato da BREISLAK (1818, vol. III p. 198). Alla fin fine, però,

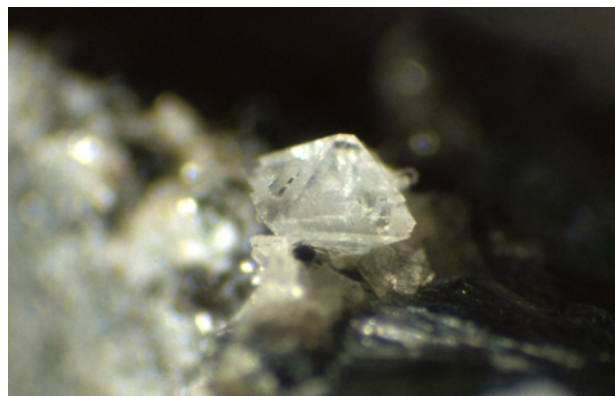


Fig. 3 - Morfologia caratteristica della gismondina di Vallerano: il cristallo ha uno spigolo di 1 mm (campione: Edgardo Signoretti; foto: Roberto Pucci).

- *Morphology of the Vallerano gismondine: the edge of the crystal is 1 mm long (specimen: Edgardo Signoretti; photograph: Roberto Pucci).*

al minerale fu dato il nome gismondina, secondo una proposta avanzata da K.C. LEONHARD (*Gismondine*: 1817 p. 168 in nota). Il nome abrazilite scomparve subito; quello zeagonite, invece, sopravvisse per un certo tempo, usato a volte per la gismondina e altre volte per la phillipsite, e fu lentamente abbandonato quando apparve chiaro che questi due minerali erano nettamente diversi tra loro.

La gismondina dell'area romana mostra, se pura, una notevole costanza di composizione e, inoltre, una grande capacità di assorbire e perdere acqua (ZAMBONINI, 1902; CAGLIOTI, 1927) che ne condiziona fortemente la misura della densità. I dati chimici e fisici misurati su topotipi (FISCHER, 1963; FISCHER & SCHRAMM, 1971; VEZZALINI & OBERTI, 1984; RINALDI & VEZZALINI, 1985), convertiti al gruppo spaziale standard, sono riportati in Tab. 1.

2.2 – CASI COMPLESSI E DUBBI

2.2.1 – SPADAITTE


La cronistoria della scoperta di specie nuove a Roma nell'Ottocento continuerebbe con la spadaite, un silicato idrato di magnesio trovato (ca. 1840) e descritto (1845) da monsignor Lavinio Spada de' Medici a Capo di Bove, ma denominato così in suo onore da F. KOBELL (1843), che per primo l'analizzò. La spadaite si presenta in aggregati tondeggianti di lamelle microcristalline di colore rosso-carne, di lucentezza madreperlacea, nei vacuoli della lava leucitica oppure negli interstizi tra cristalli di “wollastonite”, che in parte sembra sostituire.

Tab. 1 - Composizione e proprietà degli olotipi antichi.

- *Chemical composition and physical properties of ancient holotypes.*

Minerale	Melilite	Haiüyna	Nefelina	Gismondina	Spadaite	Phillipsite-Ca	Phillipsite-K
Località	Capo di Bove	Albano	Capo di Bove	Capo di Bove	Capo di Bove	Casal Brunori	Capo di Bove
<i>Composizione chimica</i>							
SiO ₂	40,03	30,82	39,91	33,89	56,00	41,42	43,50
TiO ₂	0,00	0,02					
ThO ₂							
Al ₂ O ₃	5,66	28,35	33,04	28,14	0,66	23,82	23,12
Fe ₂ O ₃	7,76	0,05	2,14	0,004		0,07	0,08
FeO	0,40				0,66		
MnO	0,00	0,04					
MgO	9,43	0,13			30,67	0,03	0,06
CaO	32,17	9,16	2,55	13,96		8,50	2,70
SrO				0,025		0,28	0,08
BaO				0,27		0,09	0,06
K ₂ O	1,72	5,10	10,06	2,86		6,80	12,30
Na ₂ O	2,83	13,16	12,75			0,65	2,40
SO ₃		13,05					
Cl		0,23					
F							
H ₂ O+				20,76	11,34	15,32	10,35
CO ₂							
-O=Cl,F							
H ₂ O-				seccata		2,35	4,87
Tot	100,00	100,10	100,45	99,91	99,33	99,33	99,52
<i>Proprietà fisiche e strutturali</i>							
n _p	1,661		1,5435	1,525		1,4984	1,4902
n _m				1,531	1,53	1,5042	1,4930
n _g	1,666		1,5472	1,541		1,5085	1,4980
2V				82-86	piccolo		
G _m			2,68	2,277	2,2	2,20	2,21
H			6	4,5			
G.S.		<i>P-43n</i>		<i>P2₁/c</i>		<i>P2₁ P2₁/m</i>	<i>P2₁/m</i>
a(Å)				10,023		9,865	9,945
b(Å)				10,616		14,300	14,301
c(Å)				9,843		8,668	14,411
β(°)				92,42		124,20	90
V(Å ³)							2049,6
Z				2		1	2





Sennonché l'esistenza della spadaite come specie è molto dubbia e il materiale che visivamente le corrisponde è stato piuttosto riferito (senza però essere esaminato di nuovo, neppure ai raggi X) a stevensite o a β -kerolite. Tuttavia il nome specifico è ancora nelle liste dell'IMA ed è riferito non all'olotipo (che non è rintracciabile), ma ad un nuovo ritrovamento effettuato a Gold Hill, Utah, USA (SCHALLER & NOLAN, 1931). L'analisi chimica in Tab. 1 è ancora quella di KOBELL (1843), mentre gli scarsi dati fisici sono quelli determinati da E.S. Larsen (1921: in SCHALLER & NOLAN, 1931).

2.2.2 – PHILLIPSITE-CA E PHILLIPSITE-K

La phillipsite è stata definita come specie in antico utilizzando un campione di Aci Reale (= Aci Castello: LÉVY, 1825 p. 362). Da una ridefinizione chimica dei diversi termini della famiglia delle zeoliti eseguita dall'IMA (COOMBS *et alii*, 1998 p. 1061), risulta che quella phillipsite, così come quasi tutte le phillipsiti note, incluso molte tra quelle descritte nel Lazio, è da classificare come phillipsite-Na sulla base del catione *extra-framework* predominante. Tra le phillipsiti del Lazio fanno però eccezione quella di Casal Brunori, una cava di lava al km 4,5 della via Pontina (ZAMBONINI, 1902), e quella dell'Acquacetosa al km 8,5 della Via Laurentina, nella cava di Canale San Sisto (CAGLIOTI, 1927), descritte dai due autori come pseudophillipsiti perché più ricche in CaO e H₂O e più povere in SiO₂ e K₂O delle altre. Entrambe formano aggregati sferici radiali fino a 5 mm di diametro sulla superficie rotta della leucitite, da cui è possibile ricavare piccoli, ma limpidi, cristalli spesso geminati. Queste due phillipsiti, quindi, sono state utili alla definizione della phillipsite-Ca e quella di Casal Brunori, in particolare (PDF39-1375; RINALDI *et alii*, 1974), è stata assunta come neotipo (COOMBS *et alii*, 1998 p. 1060), anche se le loro composizioni rispettive (e, in particolare, il valore del loro contenuto di Ca maggiore di 50% come catione *extra-framework*) non hanno avuto sempre conferma nei riesami eseguiti con metodi analitici moderni (PASSAGLIA *et alii*, 1990). Analisi chimiche e dati fisici si trovano in Tab. 1.

Le nuove analisi hanno, invece, evidenziato senza alcun dubbio che la phillipsite di Capo di Bove, analizzata nel 1845 da C. Marignac (in DES CLOIZEAUX, 1862; cf. HINTZE, 1897 p. 1808 an. XVII), quando sottoposta ad analisi con una metodologia moderna da considerare "*reliable*" (GALLI & LOSCHI GHITTONI, 1972 p. 1127), contiene come

catione *extra-framework* prevalente il potassio. Ciò ha permesso di definire con più di un secolo di ritardo una nuova specie (*phillipsite-K*: COOMBS *et alii*, 1998 p. 1061) che arricchisce la mineralogia romana di un ulteriore tipo (Tab. 1). La phillipsite-K riveste la leucitite come una crosta, che è però formata da cristallini vitrei geminati che possono essere isolati. Le sue complesse forme morfologiche osservate sono state descritte in antico (DES CLOIZEAUX, 1862), mentre GALLI & LOSCHI GHITTONI (1972 p. 1134-1139) ne hanno misurato le proprietà fisiche e strutturali, oltre che determinarne la composizione chimica che ha permesso la sua rideterminazione come specie.

2.3 – GLI OLOTIPI PIÙ RECENTI

Dopo la spadaite, la mineralogia romana presenta un lungo periodo di stasi, nel senso che per oltre un secolo non è stata trovata più nessuna specie nuova. Questo però non significa che, in questo lungo periodo, non siano stati studiati minerali di grande interesse scientifico né a Roma né nei dintorni. Significa solo che le ricerche più attente e approfondite furono allora deviate verso altre zone del Lazio e solo da poco sono tornate a riguardare la Campagna romana, favorite in questo dagli innumerevoli sbancamenti che hanno posto in luce affioramenti di rocce fresche meritevoli di esame.

2.3.1 – PERRIERITE-(CE)

La scoperta di specie nuove nei dintorni di Roma riprese con la perrierite di Nettuno, identificata e descritta da Stefano Bonatti & Glaucio Gottardi (1950). Essa è ora rinominata perrierite-(Ce), secondo la norma dell'IMA per i minerali contenenti elementi delle terre rare (BAYLISS & LEVINSON, 1988). Si trattò di un ritrovamento casuale, nel corso di uno studio della composizione della sabbia della spiaggia tra Anzio e Nettuno (GOTTARDI, 1952). Il minerale vi compare sotto forma di granuli detritici più o meno arrotondati, bruni, a frattura concoide, fragili, di sicura provenienza dal disfacimento delle rocce tufacee dei Colli Albani. Oltre a scoprire la specie, BONATTI & GOTTARDI (1954) ne determinarono la struttura cristallina, che risultò affine alla chevkinite (BONATTI, 1959), così come simile, ma non identica, ne era la composizione chimica (Tab. 2). La similitudine risultò pienamente confermata in vari raffinamenti successivi che misero in evidenza anche una somiglianza con gli epidoti, spesso resa

poco chiara dal fatto che la perrierite albana è metamittica (GOTTARDI, 1960; GALLI, 1965; SOKOLOVA *et alii*, 2004). La perrierite-(Ce) è molto rara nelle rocce laziali. Tuttavia un secondo ritrovamento, di una varietà ricca in Zr, quindi diversa da quella derivata dai Colli Albani e per di più non metamittica, è stato effettuato da Gian Carlo PARODI *et alii* (1994) a La Mola, presso Anguillara, nel distretto vulcanico Sabatino, al limite settentrionale della Campagna romana.

2.3.2 – LATIUMITE

La scoperta della latiumite da parte di C.E. TILLEY & N.F.M. HENRY (1953) in un campione del museo dell'Università di Cambridge proveniente dai Cappuccini di Albano, effettuata nel corso di un esame condotto per uno studio petrologico di rocce a melilite, rappresenta un momento molto importante per la Mineralogia romana, non perché non fosse già ben nota l'importanza scientifica della Regione Comagmatica Romana (WASHINGTON, 1906), ma perché indusse i ricercatori ad approfondire lo studio dei minerali presenti nelle rocce, ad integrazione e a supporto dello studio sia petrografico sia geochimico delle rocce stesse. Ciò porterà come risultato ad una gran memoria di valore epocale (FORNASERI *et alii*, 1963). Il minerale è stato poi ritrovato di nuovo in cristallini prismatici (fig. 4) in un proietto contenuto nel peperino di Ariccia (BARBIERI & FORNASERI, 1970) e poi ancora in varie località di tutti e due complessi vulcanici (LEONI *et alii*, 1977), tra cui meritano



Fig. 4 - Morfologia caratteristica della latiumite di Ariccia: il cristallo è lungo 1,5 mm e poggia su vesuvianite (campione: Edgardo Signoretti; foto: Roberto Pucci).

- Morphology of the Ariccia latiumite: the crystal is 1 mm long and leans on vesuvianite (specimen: Edgardo Signoretti; photograph: Roberto Pucci).

citazione i cristalli marroncini particolarmente belli a Campagnano nei Monti Sabatini. La risoluzione della struttura, effettuata sull'olotipo (CANNILLO *et alii*, 1973), indica trattarsi di un tipo insolito di fillosilicato, rendendo quindi interessanti i rari concrescimenti epitattici tra latiumite e tucanite osservati in seguito (MELLINI & MERLINO, 1983). Dati chimici e fisici sono riportati in Tab.2.

2.3.3 – SACROFANITE

È stata rinvenuta nelle cavità di un proietto raccolto dal collezionista Ezio Curti nei materiali di disfacimento delle piroclastiti affioranti in Valle Biachella, al bordo settentrionale della caldera di Sacrofano, ed è stata caratterizzata e descritta come nuovo minerale da BURRAGATO *et alii* (1980). Nell'olotipo la matrice è formata da sanidino, andradite bruna, fassaite, leucite e haüyna. I cristalli, prismatici esagonali appiattiti sulla base, arrivano a 2 cm di diametro, sono incolore e trasparenti e mostrano sfaldature perfette (fig. 5). Il minerale appartiene al gruppo cancrinite-sodalite, di cui costituisce il membro a 28 strati. Dopo un primo accurato riesame dello spettro di diffrazione (BALLIRANO *et alii*, 1995), la struttura ha potuto essere risolta da BALLIRANO & BONACCORSI (2005) solo combinando immagini al microscopio elettronico in trasmissione ad alta risoluzione (HRTEM) con la diffrazione su cristallo singolo in radiazione di sincrotrone (SR-SC-XRD): è costituita da due sequenze di 4 gabbie tipo cancrinite e 2 gabbie tipo



Fig. 5 - Morfologia caratteristica della sacrofanite di Valle Biachella: il cristallo è spesso 3,5 mm e ha un diametro di 1,5 mm (campione: Igino Caponera; foto: Roberto Pucci).

- Morphology of the Valle Biachella sacrofanite: the crystal is 3.5 mm thick and 1.5 mm in diameter (specimen: Igino Caponera; photograph: Roberto Pucci)



Tab. 2 - Composizione e proprietà degli olotipi recenti.

- Chemical composition and physical properties of recent holotypes.

Minerale	perrierite-(Ce)	latiumite	sacrofanite	giuseppettite	cesanite	peprossite-(Ce)	mottanaite-(Ce)	marinellite
Località	Nettuno	Albano	Valle Biachella	Valle Biachella	Cesano	Monte Cavalluccio	Monte Cavalluccio	Valle Biachella
<i>Composizione chimica</i>								
SiO ₂	19,31	28,33	33,06	33,25			23,85	32,73
B ₂ O ₃						29,56	13,85	
BeO							2,94	
TiO ₂	23,24						0,560	
ThO ₂	4,05					1,68	4,01	
UO ₂							0,430	
Al ₂ O ₃	0,67	24,67	24,94	28,56		29,40	2,53	27,80
Y ₂ O ₃	1,51						0,073	
Ce ₂ O ₃	31,80					18,62	12,63	
La ₂ O ₃	6,83					14,53	7,42	
Pr ₂ O ₃						4,37	1,103	
Nd ₂ O ₃						2,11	2,36	
Dy ₂ O ₃						0,06	0,024	
Sm ₂ O ₃							0,137	
Eu ₂ O ₃							0,020	
Gd ₂ O ₃							0,094	
Er ₂ O ₃							0,005	
Yb ₂ O ₃							0,002	
Fe ₂ O ₃	1,26	0,50	0,35	0,03			3,06	
FeO	4,05	0,55						
MnO		0,02					0,00	
MgO	0,81	0,76					0,140	
CaO	4,11	29,41	8,76	4,85	18,90	1,34	24,46	5,14
SrO					0,72			
BaO							0,002	
Li ₂ O							0,037	
Na ₂ O	1,05	1,11	16,50	14,37	23,30		0,00	14,95
K ₂ O	tr.	7,20	5,56		0,21			7,94
SO ₃		5,42	7,77	9,92	52,60			9,84
Cl		0,14	0,59	0,78	0,44			0,87
F					0,25		1,00	
H ₂ O+	0,61	0,27	2,47		2,91		0,390	0,93
CO ₂		1,60	1,00					
-O=Cl,F		0,03	0,13	0,18	0,21		0,421	0,20
Tot	99,30	99,95	100,87	99,58	99,12	101,61	100,71	100,00
<i>Proprietà fisiche e strutturali</i>								
n _p	1,90-1,95	1,600	1,505	1,491	1,570	1,703	1,680	1,495
n _m		1,606					1,694	
n _g	2,02-2,06	1,614	1,486	1,507	1,564	1,711	1,708	1,497
2V		83-90	-	+			≅90	
G _m	4,3	2,93	2,423	2,35	2,786	3,45	3,61	2,405
H	5,5	5,5-6	5,5-6	6-7	2-3	≅2		5,5
G.S.		P2 ₁	P6 ₃ mc, P-6 ₂ c, P6 ₃ /mmc	P31c	P-6	P-62m	P2/a	P31c
a(Å)		12,06	12,865	12,856	9,4630	4,612	19,032	12,880
b(Å)		5,08					4,746	
c(Å)		10,81	74,240	42,256	6,9088	9,374	10,248	31,761
β(°)		106,0					110,97	
V(Å ³)					535,80	172,7	864,3	4563,1
Z		2	14	1	1	1		1

sodalite lungo l'asse verticale, e da varie gabbie in complesse sequenze tipo: 1 losod + 1 cancrinite + 1 losod + 2 sodalite + 1 liottite + 2 sodalite lungo gli assi trasversi. La complessità della struttura e dell'occupazione delle gabbie spiega con buona approssimazione il complesso chimismo di un minerale in cui sono presenti vari cationi alcalini e vari gruppi anionici, oltre a H_2O e CO_2 di cristallizzazione. I dati chimici e fisici dell'olotipo sono riportati in Tab. 2.

2.3.4 – GIUSEPPETTITE

Fu individuata dal collezionista Luciano Liotti in un proietto del tipo sanidinitico affiorante tra le piroclastiti di Valle Biachella e si presenta sotto forma di venuzze discontinue di colore azzurro



Fig. 6 - Morfologia caratteristica della cesanite del pozzo Cesano 1: il cristallo a crescita libera è lungo 3 mm e poggia su una vena di cesanite massiccia (campione: Francesca Tecce; foto: Luciano Spinozzi).

- Morphology of the Cesano 1 well cesanite: the free-growing crystal is 3 mm long and rests on vein massive cesanite (specimen: Francesca Tecce; photograph: Luciano Spinozzi).

violaceo spesse alcuni mm in una matrice costituita soprattutto da K-feldspato con accessori nefelina, haüyina, biotite e kalsilite. Nell'olotipo forma cristalli trasparenti anedrali privi di sfaldatura, sui quali è stato possibile determinare le proprietà fisiche e chimiche (MAZZI & TADINI, 1981). Appartiene al gruppo della cancrinite-sodalite. BALLIRANO *et alii* (1996), utilizzando un cotipo ben caratterizzato, ne hanno poi precisato la cristallografica e la sequenza, che è risultata a 16 strati. La struttura è stata risolta solo recentemente (BONACCORSI, 2004) utilizzando la radiazione di sincrotrone: due delle gabbie strutturali sono particolarmente grandi così da costituire un nuovo tipo detto, appunto, giuseppettite (G) e sono seguite da gabbie più piccole tipo cancrinite (C) e sodalite (S) in sequenza CCSCCCS. I cationi Na^+ e K^+ alternano nelle gabbie G e sono circondati da 4 gruppi anionici $[SO_4]^{2-}$ le gabbie S contengono gruppi $[SO_4]^{2-}$ e anioni singoli Cl^- distribuiti secondo un ordine parziale e le gabbie C contengono cationi Na^+ e molecole H_2O . Dati chimici e fisici sono riportati in Tab. 2.

2.3.5 – CESANITE

Prima di una serie di rari solfati estratti dai pozzi perforati nel campo geotermico di Cesano, la cesanite è stata isolata da Francesca Tecce tra i *cuttings*, dove è presente in granuli informi, e poi in una carota, dove forma una vena spessa 1 cm che, sbriciolata, si divide in prismi di alcuni mm, esagonali allungati, poveri di forme e raramente geminati, ma incolore e trasparenti (fig. 6). Inizialmente considerata, sulla base dell'analisi EMP e dei dati di diffrazione X, un isotipo dell'apatite e quindi anidra (CAVARRETTA *et alii*, 1981), ha avuto la sua struttura risolta così sia a temperatura ambiente sia ad alta temperatura (Deganello, 1983, 1984), ma è stata poi raffinata considerando presente una piccola componente di acqua molecolare (TAZZOLI, 1983). Un successivo affinamento più accurato ha dimostrato anche una riduzione di simmetria rispetto all'apatite (PIOTROWSKI *et alii*, 2002). Dati chimici e fisici ottenuti sui campioni naturali (Tab. 2) si confrontano bene con quelli ottenuti sul solfato sintetico.

2.3.6 – PEPROSSITE-(Ce)

Questo minerale, il primo borato anidro di terre rare riscontrato in natura, fu portato all'attenzione dei ricercatori dal collezionista Giorgio Penco, che lo rinvenne nel 1986 in un proietto di



sanidinite a grana grossa (tipo A di DELLA VENTURA *et alii*, 1992) di Monte Cavalluccio, una ricca località mineralogica al bordo settentrionale della caldera di Sacrofano presso Campagnano. Si presenta sotto forma di rosette di lamelle giallo-arancio, trasparenti e vitree, molto fragili, che riempiono i vuoti tra i cristalli di sanidino (fig. 7) come fase di cristallizzazione tardiva in ambiente ormai statico. Le condizioni di formazione sono valutabili tra 350 e 550 °C ad una pressione probabilmente inferiore a 1 kbar (DELLA VENTURA *et alii*, 1993). La struttura cristallina è risultata difficile da determinare a causa dell'elevato disordine atomico. I risultati preliminari (CAUCIA *et alii*, 1991) hanno potuto essere compresi interamente solo dopo il raffinamento, eseguito su un secondo esemplare più ricco in Th rinvenuto nel Viterbese, durante lo studio del quale è stata eseguita anche una nuova analisi combinata in microsonda elettronica ed ionica dell'olotipo che ne ha rivelato la notevole disomogeneità nel rapporto tra le terre rare ed anche la presenza di SiO₂ (2,75%). La struttura, simile a quella di una mica, non può essere risolta se non si considera per l'Al un ruolo essenziale ed indipendente da quello delle terre rare, complicato per di più dal fatto che presenta un'insolita coordinazione piramidale quadrata (CALLEGARI *et alii*, 2000). Permangono, tuttavia, incertezze strutturali che rendono il minerale meritevole di ulteriori studi (LEONYUK *et alii*, 2002). Dati chimici e fisici aggiornati sono riporta-

ti in Tab. 2

2.3.7 – MOTTANAITE-(Ce)

È stata trovata, sotto forma di piccoli cristalli tabulari marroncini da trasparenti a traslucanti con lucentezza vitrea e a crescita libera (fig. 8) situati nei miaroli di un altro proietto olocristallino "sienitico" del tipo A di Monte Cavalluccio (DELLA VENTURA *et alii*, 2002). Le caratteristiche cristallografiche e strutturali sono molto complesse da determinare, ma sono indispensabili per l'identificazione della mottanaite-(Ce) tra le numerose specie simili che fanno parte del gruppo della hellandite (che, pure, è presente nella stessa località: DELLA VENTURA, 2001); tra tutte, la mottanaite-(Ce) si caratterizza per l'elevato tenore di Be e il basso tenore in OH (OBERTI *et alii*, 2002). La sua composizione è perfettamente compatibile col quadro generale dei minerali laziali contenenti terre rare, che sono tutti a spiccata predominanza delle terre rare leggere ed in particolare Ce, La, Nd. I dati chimici e strutturali sono riportati in Tab. 2.

2.3.8 – MARINELLITE

Ultima, per ora, dei numerosi feldspatoidi del gruppo cancrinite-sodalite trovati nell'area di Roma, questa specie è stata identificata in un proietto olocristallino di composizione complessa, interpretato come prodotto di sintesi tra magma trachitico e roccia sedimentaria evaporitica, che fu raccolto da Luciano Liotti in Valle Biachella (BONACCORSI & ORLANDI, 2003). I cristalli, picco-



Fig. 7 - Morfologia caratteristica della peprossiite-(Ce) di Monte Cavalluccio: i cristalli formanti la rosa hanno un spigolo di 0,3 mm (campione e foto: Salvatore Fiori).

- Morphology of the Monte Cavalluccio peprossiite-(Ce): the crystals in the rosette are 0.3 mm in size (specimen and photograph: Salvatore Fiori).

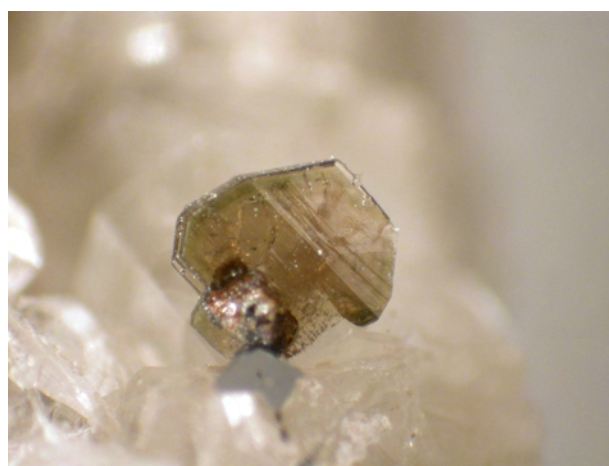


Fig. 8 - Morfologia caratteristica della mottanaite-(Ce) di M. Cavalluccio: la larghezza del cristallo è 1 mm (campione: Edgardo Signoretti; foto: Roberto Pucci).

- Morphology of the Monte Cavalluccio mottanaite-(Ce): the size of the crystal is 1 mm (specimen: Edgardo Signoretti; photograph: Roberto Pucci).

li (1-2 mm), sono anedrali, trasparenti, incolori e vitrei, e mostrano frattura concoide. Coesistono con giuseppettite, sanidino, nefelina, haüyna, biotite, kalsilite, gesso e dolomite, tutti in piccoli grani anedrali. Il minerale probabilmente non è raro (cf. LEONI *et alii*, 1979), ma per essere determinato richiede tecniche avanzate. Una risoluzione provvisoria della struttura (BONACCORSI & ORLANDI, 2003) mostra che la marinellite è costituita da colonne di gabbie tipo liottite, al cui centro si trova il gruppo solfato, che alternano con colonne di gabbie tipo sodalite e cancrinite, in cui rispettivamente si segregano gli anioni Cl e SO₃ e le molecole d'acqua. Dati chimici e fisici sono riportati in Tab. 2. Un secondo ritrovamento di questo minerale, di cui è precisato quale sia il suo spettro infrarosso, è in un proietto in una cava di lapillo sul bordo settentrionale della caldera di Sacrofano presso il bivio della strada che porta a Magliano Romano (BELLATRECCIA *et alii*, 2006).

2.3.9 - ALLORIITE

Dopo la presentazione di questa nota per la stampa, la mineralogia di Roma si è arricchita di una nuova specie mineralogica descritta da un gruppo di ricercatori russi (CHUKANOV *et alii*, 2007) e dedicata al collezionista Roberto Allori, che aveva raccolto il campione a Monte Cavalluccio (Campagnano) e l'aveva inviato loro per l'identificazione. L'alloriite si trova in un proietto vulcanico in associazione con sanidino, biotite, andradite e apatite, sotto forma di piccoli cristalli prismatici tozzi o tabulari. È trasparente, incolore o viola pallida, e mostra uno striscio bianco e una lucentezza vitrea. Non è fluorescente, è leggera ($D_{\text{mis}} = 2,35 \text{ g.cm}^{-3}$), fragile ($H=5$) con indice di rifrazione $n_o = 1,497(2)$ e $n_E = 1,495(2)$. La cella elementare, trigonale con gruppo spaziale $P31c$, ha dimensioni: $a(\text{\AA}) = 12,892(3)$, $c = 21,340(5)$, con $V = 3071,6(15) \text{ \AA}^3$. L'analisi chimica con la microsonda elettronica dà la seguente formula empirica: $\text{Na}_{19,16}\text{K}_{6,21}\text{Ca}_{4,87}(\text{Si}_{25,26}\text{Al}_{22,74}\text{O}_{96})(\text{SO}_4)_{4,88}(\text{CO}_3)_{0,70}\text{Cl}_{0,46}(\text{OH})_{0,76}4,73 \text{ H}_2\text{O}$. L'alloriite, quindi, fa parte del gruppo dei feldspatoidi, come parecchi altri minerali di cui i dintorni di Roma sono la località-tipo. I ricercatori russi che l'hanno descritta ne hanno anche risolto la struttura, che è risultata simile a quella dell'afghanite, già nota a Roma e nel Lazio, ma differisce da questa nella composizione: contiene, infatti, gruppi $[\text{Na} - \text{H}_2\text{O}]$ in luogo di $[\text{Ca} - \text{Cl}]$ e catene...Na - H₂O - Na - H₂O... in luogo di...Ca - Cl - Ca - Cl...

3 - I MINERALI PIÙ DIFFUSI E BELLI

Esauriti i 15 minerali romani che, sotto il punto di vista della Scienza, sono da considerare i principali per la loro rilevanza sistematica, passiamo ora ad elencare e descrivere i numerosi altri la cui presenza è stata riconosciuta a Roma e dintorni. Tratteremo, in particolare, quelli di maggiore interesse collezionistico ed ostensivo, con un'attenzione speciale però per quelli che, nell'ultimo secolo, hanno anche contribuito allo sviluppo della cristallografia sia morfologica sia strutturale. La fama di Roma come località mineralogica di rilevanza mondiale è, infatti, legata non solo ai numerosi minerali presenti nei prodotti connessi con l'attività eruttiva dei due complessi vulcanici che ne caratterizzano il territorio, ma anche con le loro splendide forme cristalline, che li rendono ricercati dai musei di tutto il mondo. I minerali romani, inoltre, sono tutti molto ben cristallizzati anche a livello atomico e quindi si prestano a raffinamenti strutturali con piccoli margini d'errore.

Come accade in tutti o quasi tutti gli apparati vulcanici del Lazio e della Campania, nelle formazioni piroclastiche sono contenuti blocchi di rocce la cui origine non è legata direttamente al magma in eruzione, ma che sono stati strappati dal basamento e/o dal condotto vulcanico stesso e portati in superficie durante una delle fasi esplosive dell'attività vulcanica alternate a quelle effusive, dopo aver subito una riequilibrio nel magma ad alta temperatura e in presenza di fluidi. Questi blocchi, chiamati "inclusi" o "proietti" vulcanici, sono di varia natura, ma sostanzialmente rientrano in due tipologie principali: possono essere rocce vulcaniche (lave o piroclastiti) cristallizzate in fasi più antiche dell'attività vulcanica, oppure rocce calcaree e/o argillose del basamento su cui poggia il vulcano e che costituiscono le "pareti" della camera magmatica. Tutte queste rocce possono essere state in parte trasformate dall'esposizione alle alte temperature sino a diventare delle vere e proprie rocce termometamorfiche a prevalenti minerali mafici, tra cui abbonda un pirosseno del tipo "fassaite" (1 Kbar e 650 °C: BARRESE *et alii*, 1983). Un altro tipo di inclusi caratteristici delle vulcaniti laziali è rappresentato da rocce composte essenzialmente da aggregati di cristalli di un unico minerale, la leucite o il sanidino, al quale si associano svariati altri minerali minori (feldspatoidi, plagioclasti, pirosseni, miche, apatite, ossidi di Fe e Ti, ecc.),





molto spesso situati nei vacuoli tra i cristalli, ma sparsi anche nella matrice. Le rocce a sola leucite, già descritte approfonditamente da LACROIX (1917) e definite *italiti* da WASHINGTON (1927), sono generalmente interpretate, sebbene vi sia ancora dibattito, come prodotti di segregazione magmatica. Ancora maggiore incertezza, poi, vi è sull'origine delle rocce a sanidino, che sono interpretate ora come prodotti di segregazione magmatica, ora come frammenti di una roccia intrusiva sienitica, ora come prodotti del metamorfismo termico di alta temperatura su rocce meta-sedimentarie silicatiche (Verrucano) del basamento tousco-laziale (DI SABATINO *et alii*, 1978; DELLA VENTURA *et alii*, 1992; FEDERICO *et alii*, 1994; FEDERICO & PECCERILLO, 2002). Localmente, questi inclusi sono chiamati "sanidiniti": termine piuttosto improprio, poiché è riferito ad una roccia prodotta in uno specifico ambiente geologico (metamorfismo di contatto) al quale ben si applicano ancora le condizioni determinate sui proietti a miche scure e fassaita (BARRESE *et alii*, 1983). Ciò nonostante il termine "sanidinite" è entrato a far parte dell'uso comune tra i raccoglitori di minerali.

Proprio nei blocchi di rocce termometamorfiche p.d. e nelle sanidiniti si trova la maggior parte dei minerali che rendono famosa l'area romana. I proietti costituiti da rocce termometamorfiche hanno dimensioni ed aspetto assai variabili con colori che vanno dal verde, quando il minerale prevalente è il pirosseno fassaitico, al nero quando prevalgono la mica e/o il pirosseno augitico, fino al marrone o al giallo miele quando prevalgono il granato grossularia e la vesuviana. Possono raggiungere anche dimensioni ragguardevoli (oltre 50 cm di diametro). Del tutto caratteristiche sono, invece, le "sanidiniti" che ricordano da vicino rocce intrusive come granito o sienite. Questi proietti, che possono anch'essi raggiungere dimensioni ragguardevoli (oltre 50 cm di diametro), sono di colore dal bianco al grigio a seconda dell'abbondanza dei minerali scuri (pirosseni, miche e magnetite), che talvolta si dispongono a bande. Se ne possono distinguere due tipi. Il primo tipo (A: DELLA VENTURA *et alii*, 1992) è a grana media, con cristalli di sanidino che possono superare 0,5 cm di lunghezza, compatto e a tessitura isotropa. Il secondo tipo, più frequente nell'area dei Colli Albani, ha invece una grana più fine (i cristalli di sanidino non superano 1 mm) ed è talvolta così friabile da assumere una consistenza saccaroide (B: DELLA VENTURA *et alii*, 1992; CAPITANIO & MOTTANA, 1998a). In entrambi i tipi

tra i cristalli di sanidino sono presenti cavità ed interstizi nei quali si può trovare tutta una serie di minerali interessanti (GUGLIELMINI, 1980; STOPPANI & CURTI, 1982; DELLA VENTURA *et alii*, 1986; DE CASA *et alii*, 1987).

Da un punto di vista della distribuzione dei minerali, la regione romana può dunque essere suddivisa in due aree che corrispondono essenzialmente ai due distretti vulcanici dei Colli Albani e dei Monti Sabatini, rispettivamente a Sud ed a Nord di Roma. L'area dei Colli Albani, in ragione della sua vicinanza e migliore accessibilità, fu certamente la prima ad attrarre l'attenzione dei naturalisti e non è un caso che le prime specie nuove provengano proprio da quest'area. Dal punto di vista mineralogico tutta l'area dei Colli Albani è interessante, ma lo è specialmente là dove affiorano i peperini ed il tufo di Villa Senni. Tra le località più celebri possiamo ricordare le cave di peperino nel Parco Chigi, ad Ariccia, ormai completamente scomparse, gli affioramenti di peperino e di tufo di Villa Senni presso Monte Gentile, sempre ad Ariccia, e la zona di Colle Cimino presso Marino (FORNASERI *et alii*, 1963; STOPPANI & CURTI, 1982).

La zona mineralogica dei Monti Sabatini, invece, fu "scoperta" solo alla fine dell'Ottocento da Giovanni Struever, professore di Mineralogia nonché direttore del museo di Mineralogia dell'università (STRUEVER, 1885). All'inizio del Novecento altri studiosi come ZAMBONINI (1905), PIAZZA (1930, 1932) e MILLOSEVICH (1933) dettero un notevole contributo. Attualmente i Sabatini hanno assunto una sempre maggiore importanza, sia per la varietà e bellezza degli esemplari che vi è possibile reperire, sia perché tra le specie trovate alcune sono nuove per la scienza.

La zona dei Monti Sabatini è molto vasta ed al suo interno, sulla base di varie peculiarità giaciture e mineralogiche, si possono distinguere tre aree principali: a) nell'area di Bassano Romano prevalgono le sanidiniti; b) nell'area compresa tra Anguillara Sabazia e Trevigiano o Martignano invece prevalgono i proietti termometamorfici; e, per finire, c) l'area compresa tra Campagnano, Sacrofano e Magliano Romano, che comprende le celeberrime località di Monte Cavalluccio, Valle Biachella e Fosso Attici. È da notare che in tutte queste località la ricerca si svolge pressoché esclusivamente tra i materiali dispersi sui terreni agricoli e solo raramente su materiali in posto nelle formazioni vulcaniche (a Monte Tozzo) o nelle cave di lapillo (a Magliano).

Veramente numerosi sono gli esemplari mineralogici di particolare pregio da citare per illustrare la ricchezza di tutte queste località. Per iniziarne una panoramica possiamo partire dalle specie più comuni, che però sono tali da aver reso famose le località sopra citate.

La haüyna è senza dubbio il minerale simbolo di Roma, non solo perché essa vi fu descritta per la prima volta, ma anche e soprattutto per la qualità dei campioni. Esemplari con individui di dimensioni eccezionali (fino a 2,5 cm di spigolo) sono stati raccolti a Fosso Attici e nell'attigua Valle Biachella. Questi esemplari, sebbene di aspetto non eccezionale poiché generalmente opachi e di colore dal celeste molto chiaro al biancastro per incipiente alterazione in feldspatoidi (cancriniti) e caolinite, sono senza dubbio i più grandi al mondo! Sempre dai Monti Sabatini, ma questa volta da presso Anguillara, provengono haüyne in piccoli cristalli opachi, ma di un bellissimo colore celeste molto scuro tendente al turchino, tipicamente geminati secondo la legge dello spinello. Le haüyne dei Colli Albani non raggiungono mai le dimensioni di quelle dei Monti Sabatini, ma sono in individui spesso ben formati, trasparenti e talvolta di un bel colore celeste più o meno carico.

Un altro minerale tipico della regione romana è la leucite, che si presenta sempre in individui perfetti che talvolta possono raggiungere dimensioni colossali. Le leuciti incluse nei peperini e nei tufi dei Colli Albani sono famose per perfezione e freschezza dei cristalli (fig. 9), sui quali sono spesso

incastonati simmetricamente dei cristalli di “melanite”, le cui nere e lucenti facce a losanga spiccano sul bianco della leucite. Sebbene le dimensioni delle leuciti dei Colli Albani siano ragguardevoli (fino a 2,5 cm di diametro), esse praticamente scompaiono rispetto a quelle trovate nei pressi di Anguillara Sabazia, le cui lave, estremamente ricche in fenocristalli di leucite profondamente alterati, ne contengono di enormi, che possono raggiungere e superare i 10 cm di diametro!

L'augite è un altro minerale piuttosto comune che attorno a Roma ha raggiunto i massimi vertici quanto a dimensioni ed estetica degli esemplari. Si trova sia in cristalli isolati, sia in gruppi di più individui, fino ad aggregati monomineralici anche di grosse dimensioni inclusi nei peperini dei Colli Albani. Le dimensioni degli individui influenzano in qualche modo l'abito ed il colore: i cristalli piccoli (inferiori a 1 cm) sono generalmente ben formati, di colore verde oliva scuro e semitrasparenti, ma col crescere delle dimensioni l'abito diventa via via meno evidente (per rotture e/o malformazioni), i cristalli diventano opachi ed il colore diventa nero più o meno lucente. Tuttavia non sono rari esemplari perfetti e lucenti di 2 cm di lunghezza e si ha perfino memoria di cristalli di più di 10 cm di lunghezza (STOPPANI & CURTI, 1982). È interessante notare come molte augiti nelle piroclastiti sabatine (ad esempio quelle di Manziana) contengano OH in tenori significativi.

Altro minerale caratteristico è la melanite. Questo granato titanifero si presenta in cristalli

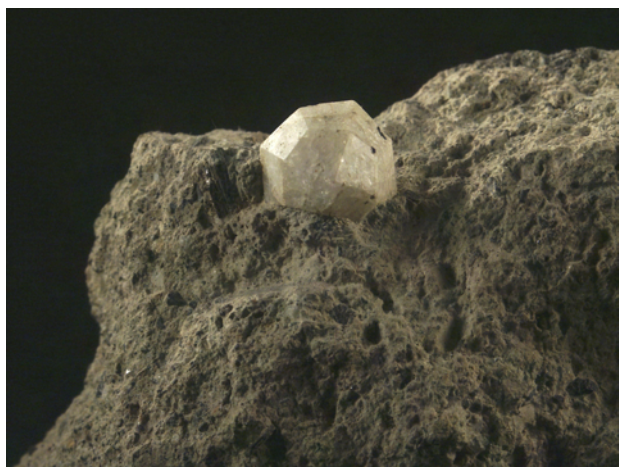


Fig. 9 - Morfologia caratteristica della leucite di Ariccia: cristallo di 12 mm poggiante sul peperino (campione: Gian Carlo Parodi; foto: Roberto Pucci).

- Morphology of the Ariccia leucite: the crystal is 12 mm in size (specimen: Gian Carlo Parodi; photograph: Roberto Pucci).



Fig. 10 - Morfologia caratteristica della vishnevite di Monte Gentile: il fascio di cristalli verticale è lungo 0,5 mm (campione e foto: Roberto Pucci).

- Morphology of the M.te Gentile vishnevite: the length of the crystals is 0.5 mm (specimen and photograph: Roberto Pucci).



neri, talvolta molto lucenti e quasi sempre ben formati, fino a 2-3 cm di diametro, sciolti nei terreni agricoli dei Colli Albani, oppure più raramente in individui più piccoli (fino a 1 cm) inclusi nei peperini albanì (MOTTANA *et alii*, 1996).

Anche la vesuvianite ha contribuito alla fama mineralogica di Roma; sebbene per lucentezza ed aspetto estetico raramente raggiunga il livello degli esemplari del Monte Somma - Vesuvio, sicuramente per dimensioni dei cristalli e varietà di abiti e giaciture essa regge bene il confronto con i materiali campani. Generalmente sono di colore bruno o bruno nerastro e lucenti quelle dei Colli Albani; sono invece più chiare, di colore dal bruno giallastro fino al bruno, e più lucenti, quelle dei Monti Sabatini. Le vesuvianiti albane contengono boro, fino a passare a wiluite (BELLATRECCIA *et alii*, 2005); è però dall'area Sabatina che provengono i cristalli di maggiori dimensioni (fino a 3 cm di lunghezza: PARODI *et alii*, 1978).

Per concludere questa panoramica sui minerali più comuni è necessario ricordare di nuovo i minerali del gruppo della melilite, ed in particolare gli esemplari di gehlenite bianca fino a 2 cm di lunghezza di Fosso Attici e quelli di melilite rossa, talora in individui di oltre 2 cm di lato come quelli della cava di pozzolana di Corcolle.

Accanto a questi minerali molto comuni ve ne sono poi altri piuttosto rari, sia localmente sia in senso assoluto, che nella regione romana sono presenti in quantità e qualità veramente eccelse. Tra questi il ruolo preminente spetta ai minerali del gruppo della cancrinite. Senza tema di smentita, a Roma essi raggiungono il massimo, dal punto di vista sia della diffusione sia della qualità estetica: quattro sono specie nuove (giuseppettite, sacrofanite, marinellite e alloriite) e ben più numerose sono le specie già note come vishnevite (fig. 10), liottite, afghanite, franzinite e pitiglianoite, che si presentano qui in esemplari ben cristallizzati e talvolta di dimensioni centimetriche (BURRAGATO *et alii*, 1980; MAZZI & TADINI, 1981; STOPPANI & CURTI, 1982; BONACCORSI & ORLANDI, 1996, 2003; DELLA VENTURA *et alii*, 2006).

Sarebbe troppo lungo descrivere tutti gli altri ritrovamenti di rilievo avvenuti in questi ultimi anni nella regione romana. Ecco, per ora, un breve, e sicuramente incompleto, elenco (Tab. 3): tuscanite in cristalli di oltre 2 cm di lunghezza, bianchi e ben formati a Fosso Attici, sicuramente i più grandi al mondo; ialofane in cristalli di 1,5 cm a Valle Biachella; merlinoite in cristalli di 0,4 cm sempre a

Valle Biachella e a Fosso Attici; caliofilite in aggregati fascicolati di cristalli fino a 8 cm di lunghezza; kalsilite, in nitidi cristalli esagonali prismatici di 1 cm di lato a Corcolle; forsterite in individui di oltre 2 cm semitrasparenti ad Albano; magnesioferite in cristalli cubici e cubottaedrici di oltre 1,5 cm di spigolo a Colle Cimino; cuspidina in cristalli dal caratteristico abito lunghi fino a 1,8 cm a Monte Gentile; harkerite in cristalli ottaedrici di 0,5-0,6 cm di lunghezza a Ariccia dopo un recente ritrovamento ad Albano (BARBIERI *et alii*, 1977); sarcolite, della quale è stato finalmente effettuato un secondo ritrovamento, nella zona fra Anguillara e il lago di Martignano, dopo un'unica segnalazione regionale risalente al 1885.

A tutte queste specie vanno poi aggiunti altri minerali, tipicamente presenti nelle sanidiniti, che, benché sempre di dimensioni submillimetriche, per le loro caratteristiche cristallografiche rappresentano fasi di estrema importanza non solo da un punto di vista collezionistico, ma anche e soprattutto scientifico. Si tratta di minerali contenenti



Fig. 11 - Morfologia caratteristica dell'uranopirocloro di Albano: lo spigolo del cristallo è lungo 0,5 mm (campione e foto: Salvatore Fiori). - Morphology of the Albano uranopyrochlore: the edge of the crystal is 0.5 mm long (specimen and photograph: Salvatore Fiori).

Tab. 3 - Elenco di tutti i minerali ritrovati e sicuramente documentati a Roma e dintorni
 - *List of all minerals found and positively determined in and around Rome.*

Afghanite	Fosso Attici (Sacrofano)
Afwillite	Vallerano (Roma)
Albite	Anguillara Sabazia
Analcime	Colle Cimino (Marino)
Andradite	Fosso Curzio (Campagnano) Monte Tozzo (Campagnano) Monte Razzano (Campagnano) Cratere di Albano (Albano)
Anortite	Anguillara Sabazia
Artinite	Tangenziale (Albano Laziale)
Atacamite	Capo di Bove (Roma)
Augite	Castelnuovo di Porto Anguillara Sabazia Fosso Tavalato (Ciampino) Frascati Albano Laziale
Baddeleyite	Colle Cimino (Marino) Monte Cavalluccio (Campagnano)
Britholite-(Ce)	Monte Cavalluccio (Campagnano)
Cahnite	Capo di Bove (Roma)
Calciobetafite	Monte Tozzo (Campagnano)
Caliofilite	Capo di Bove (Roma) Colle Cimino (Marino)
Cesante	Cesano (pozzo 1) (Roma)
Chabazite	Riano Divino Amore (Roma) Mostacciano (Roma) Tor Sapienza (Roma)
Coronadite	Monte Cavalluccio (Campagnano)
Cuprite	Osteria dell'Osa (Roma) Vallerano (Roma)
Cuspidina	Vicarello (Trevignano Romano) (pozzo SH2) Albano Laziale
Diopside	Monte Razzano (Campagnano) Anguillara Sabazia
Ematite	Trevignano Romano
Ettringite	Acqua Acetosa (Roma) Vallerano (Roma)
Fassaite	Vicarello (Trevignano Romano) (pozzo SH2) Sacrofano Colle Cimino (Marino)
Flogopite	Vicarello (Trevignano Romano) (pozzo SH2)
Fluoborite	Albano
Fluorapatite	Colle Cimino (Marino)
Fluorite	Intorno a Roma
Forsterite	Baccano (Roma) Colli Albani
Franzinite	Vicarello (Trevignano Romano) (pozzo SH2) Fosso Attici (Sacrofano) Valle Biachella (Sacrofano)
Geikielite	Cratere di Albano

Gesso	Vallerano (Roma)
Gismondina	Capo di Bove (Roma) Vallerano (Roma) Mostacciano (Roma)
Giuseppettite	Valle Biachella (Sacrofano)
Gonnardite	Capo di Bove (Roma)
Görgeyite	Cesano (pozzi 1 e 8) (Roma)
Greigite	Mentana
Grossularia	Vicarello (Trevignano Romano) (pozzo SH2) Monte Razzano (Campagnano) Monte Tozzo (Campagnano) Fosso Curzio (Campagnano) Colle Cimino (Marino) Acqua Acetosa Anagnina (Ciampino)
Guarinite	Lago d' Albano (IV unità)
Harkerite	Vicarello (Trevignano Romano) (pozzo SH2) Via Appia (Albano Laziale)
Häüyna	Anguillara Sabazia Fosso Attici (Sacrofano) Valle Biachella (Sacrofano) Monte Cavalluccio (Campagnano) "Sacrofano" (= M. Cavalluccio) "Arissia" (= Ariccia) Colle Cimino (Marino)
Hedenbergite	Monti Sabatini
Hellandite-(Ce)	Monte Cavalluccio (Campagnano)
Idromagnesite	Albano Laziale Marino Parco Chigi (Ariccia)
Idrossiapatite	Anguillara Sabazia Colle Cimino (Marino) Parco Chigi (Ariccia) Zolforata (Pomezia)
Kalsilite	Colle Cimino (Marino)
Kimzeyite	Anguillara Sabazia
Latiumite	Campagnano Baccano Albano Laziale Ariccia
Leucite	Parco Chigi (Ariccia)
Ludwigite	Corcolle (Tivoli)
Magnetite	Colle Cimino (Marino)
Marcasite	Castenuovo di Rorto
Melilite	Capo di Bove (Roma) Corcolle (Tivoli) Albano Laziale Marino
Microsommitte	Vicarello (Trevignano Romano) (pozzo SH2)
Monazite	Nettuno
Monticellite	Albano Laziale
Mottanaite-(Ce)	Monte Cavalluccio (Campagnano)
Nefelina	Capo di Bove (Roma)





Pepprosiite-(Ce)	Monte Cavalluccio (Campagnano)
Perovskite	Corcolle (Tivoli) Colle Cimino (Marino)
Pepprosiite-(Ce)	Monte Cavalluccio (Campagnano)
Perrierite-(Ce)	Nettuno La Mola (Anguillara Sabazia) Bassano Romano
Phillipsite-Ca	Acquacetosa (Roma) Casal Brunori (Roma) Mostacciano (Roma)
Phillipsite-K	Parco Chigi (Ariccia) Divino Amore (Roma) Tor Sapienza (Roma)
Pirocloro	Monte Tozzo (Campagnano)
Pirrotina	Albano Laziale
Pitiglianoite	Monte Cavalluccio (Campagnano)
Rame	Vallerano (Roma)
Reyerite	Vicarello (Trevignano Romano) (pozzo SH2)
Sacrofanite	Valle Biachella (Sacrofano)
Sanidino	Vicarello (Trevignano Romano) (pozzo SH2) Monte Razzano (Campagnano) Fioranello (Roma) Anguillara Sabazia Tufo Lionato (Albano Laziale)
Sarcilite	Anguillara Sabazia
Singenite	Cesano (pozzo 8) (Roma)
Sodalite	Albano Ariccia Monte Cavalluccio (Campagnano) Morlupo
Spadaite	Capo di Bove (Roma)
Spinello	Vicarello (Trevignano Romano) (pozzo SH2) Cratere di Albano

Stillwellite	Bassano Romano
Thaumasite	Prata Porci (Colonna) Vallerano (Roma)
Titanite	Anguillara Sabazia
Tobermorite	Vallerano (Roma)
Torite	Nettuno
Tuscanite	Anguillara Sabazia
Uranpirocloro	Monte Cavalluccio (Campagnano) Albano
Vanadinite	Monte Ficoreto (Campagnano) Monte Cavalluccio (Campagnano) Baccano (Roma)
Vertumnite	Vallerano (Roma)
Vesuviana	Vicarello (Trevignano Romano) (pozzo SH2) Via Flaminia (Roma) Parco Chigi (Ariccia)
Vishnevite	Monte Gentile (Ariccia)
Vonsenite	Prata Porci (Roma)
Wilkeite	Vicarello (Trevignano Romano) (pozzo SH2)
Wiluite	Parco Chigi (Ariccia)
Zircone	Monte Cavalluccio (Campagnano) Bassano Romano Fosso Foglino (Nettuno) Porto di Nerone (Anzio) Tor San Lorenzo (Ardea) Torvaianica (Pomezia) Palazzina Borghese (Fiumicino) Palo (Ladispoli)
Zolfo	Monte Solforoso (Sacrofano) Zolforata (Pomezia) Acqua Solfa (Ardea) Solforata di Tor Caldara (Anzio)

Th, U, Terre Rare (REE), Zr, Nb e Ta, tra i quali possiamo citare: allanite-(Ce), zirconolite-(Ce), perrierite-(Ce), stillwellite-(Ce), minerali del gruppo del pirocloro (fig. 11), del gruppo della hellandite, silico-fosfati di REE, carbonati di REE.

Un'altra serie di minerali degni di menzione si distingue dai precedenti per la giacitura alquanto peculiare: si tratta di quei minerali di franca genesi tardiva che rivestono le fratture delle colate leucitiche emesse dal Vulcano Laziale che arrivano fin dentro la stessa città di Roma. Queste colate sono state ampiamente sfruttate, sin dai tempi dei Romani, per l'estrazione di materiali lapidei per usi edilizi e per la pavimentazione stradale (basolati e *sampietrini*). Le cave più celebri da un punto di vista mineralogico sono quelle ormai completa-

mente chiuse dell'Acqua Acetosa e di Casal Rotondo, nei pressi della tomba di Cecilia Metella, sull'Appia Antica, e quelle dell'Osteria dell'Osa al km 18 della via Prenestina; tra quelle ancora in attività sono le cave del Laghetto lungo la Via Casilina (km 24-26) e quelle di Vallerano lungo la Via Laurentina (km 9-11). Oltre alle già citate melilite e gismondina, qui osservate per la prima volta la mondo, sono da ricordare le bellissime druse di phillipsite e cabasite, in cristalli anche centimetraci; la nefelina in perfetti cristalli prismatici esagonali, spesso trasparenti e talvolta di più di un cm di lato; per finire, esclusivamente nei materiali di Vallerano, è stata rinvenuta la rarissima cahnite, in piccoli, ma bellissimi cristalli bisfenoidali gialli trasparenti di 0,1-0,2 cm.

4 - SIGNIFICATO GEOLOGICO DEI MINERALI DELLE ROCCE

L'ambiente di formazione dei minerali identificati a Roma e nella Campagna Romana si riconduce a cinque situazioni che, in ordine inverso d'età, si riassumono così:

- Minerali geotermici,
- Minerali sedimentari del neoautoctono,
- Minerali vulcanici ed ipoabissali,
- Minerali metamorfici di contatto,
- Minerali del basamento sedimentario e meta-sedimentario preterziario.

4.1 - MINERALI GEOTERMICI

Si sono formati in epoca da recente ad attuale (vale a dire: stanno ancora formandosi) e sono diventati noti solo dopo che l'ENEL ha perforato una serie di pozzi profondi nelle aree di forte anomalia geotermica dei Monti Sabatini (Baccano, Cesano, Campagnano, Martignano, Vicarello, ecc.). Il loro studio ha arricchito la Mineralogia romana di una nuova specie e ha permesso di caratterizzarne altre (soprattutto solfati, es. singenite e görgeyite: CAVARRETTA *et alii*, 1983) che erano state trovate all'estero e solo in ambienti evaporitici sottoposti a blando metamorfismo (miniere di salgemma e di sali potassici). La caratteristica chimica dei fluidi dei campi geotermici romani è, infatti, di essere molto ricchi in anione solfato $[\text{SO}_4]^{2-}$, corrosivo, e questo ne pregiudica l'utilizzo. Lo studio sistematico dei pozzi ha preso in considerazione tutto il corteo di minerali incontrati nei *cuttings* e nelle carote, avendo come finalità di ricostruire la genesi dell'intero sistema geotermico. L'evento ha portato alla neoformazione di non meno di 30 minerali, di cui uno nuovo (cesanite), molti rari (es. görgeyite, cuspidina, wilkeite, harkerite, reyerite, ecc.) ed altri piuttosto comuni (es. grossularia, vesuviana, fassaite, ecc.), ma mai trovati prima in un ambiente geotermico.

Il modello genetico, basato sulla distribuzione delle diverse specie mineralogiche nei pozzi in funzione della profondità, postula la presenza di un corpo ipoabissalitico (a profondità > 2500 m) in via di raffreddamento come fonte del calore necessario per un metamorfismo di contatto ($T < 400$ °C) avente carattere metasomatico, reso possibile dalla circolazione e dall'aggressività dei fluidi, in origine meteorici, ma scesi in profondità attraverso il basamento appenninico fino a caricarsi di $[\text{SO}_4]^{2-}$

e di $[\text{CO}_3]^{2-}$ attraversando le rocce calcareo-evaporitiche del Triassico (CAVARRETTA & TECCE, 1987; CAVARRETTA & LOMBARDI, 1990) prima di tornare, surriscaldati, verso la superficie. La regolare distribuzione delle fasi minerali riscontrate alle diverse profondità sarebbe quindi in funzione del gradiente termico di contatto a bassa pressione totale e ad alta tensione di vapore d'acqua, combinato con la loro precipitazione per saturazione nei fluidi circolanti in un complesso sistema di fratture.

Rientrano tra i minerali geotermici, pur se intesi nel senso lato di precipitati da fluidi teletermali in risalita, lo zolfo di numerose località, tra cui Monte Solforoso presso Sacrofano (ONORATO, 1928) e la Zolfoforata di Pomezia (LOMBARDI & MATTIAS, 1979). Per molti minerali risulta difficile distinguere tra la semplice cristallizzazione diagenetica in presenza di fluidi a partire dai componenti liberati selettivamente dalle frazioni vetrose fini delle piroclastiti, da un lato, e la neoformazione dovuta all'azione di fluidi geotermici di bassa temperatura, forse con coinvolgimento di fluidi d'origine "mantellica" (LOCARDI, 1991), dall'altro. Tra i primi rientrano, molto probabilmente: la "breislakite", originariamente descritta come specie nuova (BROCCHI, 1817), ma che è un termine aciculare riferibile alla serie ludwigite-vonsenite (FEDERICO, 1957; BURRAGATO, 1963; BACHECHI *et alii*, 1966); la rarissima cahnite (EMBREY, 1960) e l'ettringite (BARBIERI & VOLTAGGIO, 1982), tutte nei Colli Albani. Analogamente, è praticamente impossibile riconoscere se certi proietti del tipo "metamorfico" siano derivati da contatto con masse magmatiche ipoabissali oppure da un metasomatismo connesso con il flusso geotermico d'alta temperatura. In questi casi, solo lo studio delle inclusioni fluide e/o solide nei minerali può forse fornire la soluzione.

4.2 - MINERALI SEDIMENTARI DEL NEOAUTOCTONO

Il neoautoctono dell'area romana è costituito da alcuni affioramenti di argille marine plioceniche, da travertini e sabbie e, infine, dalle alluvioni del Tevere e dei suoi affluenti, che sfumano nei depositi deltizi e di spiaggia, in cui per altro è stata trovata la perrierite-(Ce). Sono comuni i fillosilicati del gruppo dei minerali delle argille, per lo più di bassa cristallinità (ALDEGA *et alii*, 2004), ai quali sono mescolati svariati clasti mineralici e litici di provenienza appenninica e vulcanica. I minerali autigeni d'interesse mineralogico sono pochi e



generalmente poco studiati.

Tra i minerali geo-petrologicamente interessanti citiamo: la greigite di Mentana (BRACCI *et alii*, 1985), il cui comportamento magnetico è servito a precisare l'evoluzione del margine tirrenico nel Plio-pleistocene (FLORINDO & SAGNOTTI, 1995); la ranciéite di Mazzano Romano (BARRESE *et alii*, 1986), di cui è stata precisata la cristallografia e sulla quale è stato basato il modello genetico di precipitazione del Mn a bassa temperatura in un ambiente lacustre confinato tipicamente diffuso in tutto il Lazio settentrionale (BARBIERI *et alii*, 1993); la fluorite, diffusa anch'essa in tutto il territorio con caratteristiche deposizionali analoghe a quelle del Mn (CAVINATO, 1968). Va ricordato che, in stretta relazione alle fluoriti stratoidi e, quindi, sedimentarie in origine, sono le diffuse manifestazioni uranifere, anche se molte appaiono ora come impregnazioni frammiste nelle piroclastiti (LOCARDI & MOLIN, 1975).

Non esistono studi mineralogici approfonditi sui travertini del grande distretto estrattivo attorno alle Acque Albule, né su altri travertini di cui è stata studiata la genesi (CHAFETZ & FOLK, 1984).

4.3 - MINERALI VULCANICI ED IPOABISSALI

La Regione Magmatica Romana (ora anche: Provincia Perpotassica Romano-Campana), definita da H.S. WASHINGTON (1906) sulla base delle conoscenze allora acquisite sui Colli Albani, è uno dei distretti vulcanici più famosi al mondo. La sua definizione si appoggia su due tipi di evidenze: a) la composizione delle vulcaniti, che è anormalmente ricca in potassio; b) i particolari minerali (la leucite, in particolare, ed altri minerali ricchi in potassio come kalsilite e caliofilite, ma non solo) che vi si rinvenivano. Al pionieristico modello petrologico proposto dal Washington sono seguiti due momenti di riflessione e coordinamento con la fondamentale memoria di Mario FORNASERI, Antonio SCHERILLO ed Ugo VENTRIGLIA (1963) e il volume a più mani edito a cura di Raffaello TRIGILA (1995). Contribuiscono all'interpretazione geo-petrologica non tanto gli studi, pur pregevoli, su singoli minerali, quanto piuttosto quelli relativi alla cristallografia di alcune famiglie o gruppi di minerali essenziali delle rocce (lave e piroclastiti: per gli inclusi vedi oltre). Si tratta di lavori per lo più recenti, resi possibili dall'estesa applicazione di EMPA variamente combinata con XRD, INAA e misure isotopiche.

Il distretto vulcanico dei Monti Sabatini è meno ben noto, poiché non è stato studiato altrettanto sistematicamente. Dopo i lavori pionieristici di STRUEVER (1876, 1877, 1885) e SCHERILLO (1937, 1941, 1943), uno studio d'insieme è stato tentato da Pier Paolo MATTIAS ed Ugo VENTRIGLIA (1970), ma l'esempio non è stato seguito. Eppure in questo distretto sono stati ultimamente descritti numerosi minerali rari e composizionalmente anomali, tra cui parecchi nuovi, e sono state condotte anche ricerche sistematiche sulla cristallografia di famiglie e gruppi.

Informazioni utili all'interpretazione geo-petrologica delle vulcaniti e piroclastiti romane in genere sono disponibili su meliliti (FEDERICO & GIANFAGNA, 1983), clinopirosseni (DAL NEGRO *et alii*, 1985; AURISICCHIO *et alii*, 1988; FEDERICO *et alii*, 1994; FEDERICO & PECCERILLO, 2002), miche scure (FEDERICO *et alii*, 1994; GAETA *et alii*, 2000; FEDERICO & PECCERILLO, 2002; BRIGATTI *et alii*, 2005), K-feldspati (GAETA, 1997). Esse hanno contribuito a precisare le modalità di frazionamento dei magmi potassici, confermandone la probabile origine dal mescolamento di un magma primario originante dal mantello terrestre con un magma secondario dovuto a rifusione della crosta tirrenica subdotta e come tale arricchente in potassio il nuovo sistema magmatico (FEDERICO *et alii*, 1994; FEDERICO & PECCERILLO, 2002). Lo studio della diffusione nei minerali di elementi rari ha anch'esso contribuito a meglio comprendere l'evoluzione magmatica. Così il ritrovamento di baddeleyite (GIANFAGNA, 1985), di una fassaite ricca in Zr (FEDERICO *et alii*, 1988), di zircone e silicofosfati di Zr (FEDERICO & PECCERILLO, 2002), di zirconolite e di piroclori (CAPRILLI *et alii*, 2006) nelle rocce albane ha suggerito importanti indicazioni sulla mobilità dei metalli pesanti e delle terre rare che sono, appunto, indicatori importanti dell'affinità e dell'evoluzione dei magmi.

Per l'evoluzione dell'interpretazione petrogenetica ha assunto particolare importanza il significato attribuito ai proietti granulari che si rinvenivano nelle piroclastiti emesse nelle fasi esplosive finali sia dei Colli Albani sia dei Monti Sabatini. Nei primi si osserva un'intera sequenza modale e composizionale che va da ultramafica a sialica. Essa è stata interpretata come prodotto dello svuotamento della camera magmatica coinvolgente tanto i cumulati del magma potassico quanto i calcari dolomitici metamorfosati per contatto delle rocce serbatoio; queste rocce, a grana grossa, sarebbero

state ulteriormente modificate dall'infiltrazione nelle fratture di elementi trasportati da gas che cristallizzarono formando una matrice a grana fine (FEDERICO *et alii*, 1994; FEDERICO & PECCERILLO, 2002). Nei Monti Sabatini l'attenzione si è per ora concentrata prevalentemente sui proietti leucocratici a prevalente sanidino, interpretati come equivalenti ipoabissali di magmi sienitici alcalini cristallizzati in camere magmatiche situate a media profondità (DELLA VENTURA *et alii*, 1992; CAPITANIO & MOTTANA, 1998a, 1998b). Oltre al sanidino, fase dominante, e ai diffusi granati, spesso birifrangenti (FACCHINELLI & GAETA, 1992), è stata studiata, in particolare, quanta sia stata l'interazione tra magma e basamento evaporitico, che provoca la frequente presenza di silicati con abbondante $[SO_4]^{2-}$ tra gli anioni volatili, quali il "lapislazzuli" (HOGARTH & GRIFFIN, 1975), la sarcolite (MARAS & PARIS, 1987) e varie specie del gruppo della cancrinite-sodalite (LEONI *et alii*, 1977; BALLIRANO *et alii*, 1996; BONACCORSI & ORLANDI, 1996; ecc.). Non è, invece, ancora chiara la genesi di vari minerali ricchi contemporaneamente in elementi leggerissimi come F, B e Be (DELLA VENTURA *et alii*, 1993, 2002) e molto pesanti come Zr, Th, U, REE (GIANFAGNA *et alii*, 1988; PARODI *et alii*, 1994; CAPRILLI *et alii*, 2006; BELLATRECCIA, non pubblicato), per cui non si può escludere anche un possibile apporto "mantellico".

4.4 - MINERALI METAMORFICI DI CONTATTO

Proietti metamorfici di contatto, melanocratici in quanto ricchi di pirosseni e miche scure, che testimoniano la venuta a giorno per effetto dell'attività vulcanica esplosiva delle rocce serbatoio del magma potassico, sono documentati più nel distretto sabatino che in quello albano, pur essendo presenti in entrambi. Non vi sono però tracce significative di una recente attività geotermica nei Colli Albani, mentre nei Monti Sabatini i pozzi profondi hanno evidenziato importanti fenomeni di convergenza tra il metamorfismo di contatto magmatico puro e un evento metasomatico d'alta temperatura per circolazione di fluidi (cf. 4.1). Unico indizio utile alla loro distinzione è l'età del fenomeno, che per il metasomatismo geotermico è senz'altro recente. Tuttavia molti tra i minerali più interessanti rinvenuti nei proietti termometamorfici sono localizzati in vacuoli e/o geodi e vi sono cristallizzati a crescita libera dopo la fase termica principale. Tra questi minerali ci sono: feldspatoi-

di dei gruppi della nefelina (AURISICCHIO & FEDERICO, 1985) e della sodalite (BURRAGATO *et alii*, 1982) e fasi rare (oltre agli olotipi) come kimzeyite (SCHINGARO *et alii*, 2001) e guarinite (GIANFAGNA *et alii*, 1988). Tra i minerali di sicura genesi termometamorfica di contatto si contano, invece, fasi anidre come granati, tra cui caratteristica la "melanite", pirosseni e vesuvianiti (fig. 12), tra cui la rarissima wiluite (BELLATRECCIA *et alii*, 2005).

4.5 - MINERALI DEL BASAMENTO SEDIMENTARIO PRETERZIARIO

Il basamento preterziario affiorante al bordo di Nord-Est della Campagna Romana (Monte Soratte, Monti Cornicolani, ecc.) non è stato oggetto di ricerche mineralogiche sistematiche, ma solo di studi occasionali, ed è quindi conosciuto pochissimo.

Si tratta non solo della cosiddetta "Successione carbonatica basale" che va dal Trias superiore (Norico p.p.) all'Oligocene, prevalentemente calcaree (Calcare massiccio, Maiolica, Scaglia, ecc.), ma anche delle cosiddette "Unità alloctone" spazianti dal Cretaceo all'Eocene, prevalentemente marnose, argillose ed arenacee (Pietraforte, Cicerchina, ecc.). Entrambe le serie sono state attraversate dai pozzi trivellati per ricerche geotermiche nell'area di Cesano (FUNICIELLO *et alii*, 1979) e risultano qui interessate da estesi fenomeni di ricristallizzazione in presenza di fluidi d'alta temperatura. La mineralogia secondaria che ne è derivata è stata allora stu-



Fig. 12 - Morfologia caratteristica della vesuvianite di Albano: il cristallo al centro è lungo 5 mm (campione: Igino Caponera; foto Roberto Pucci).

- Morphology of the Albano vesuvianite: the central crystal is 5 mm long (specimen: Igino Caponera; photograph: Roberto Pucci).



diata in dettaglio, senza che sia stata però approfondita quella primaria.

4.6 - PROBLEMI DI CONSERVAZIONE

A conclusione di questa panoramica sulla Minerologia romana si rende necessaria una riflessione in merito alla questione della tutela e conservazione del patrimonio culturale e naturalistico (anzitutto mineralogico) del nostro paese. Da quanto sin qui descritto, appare evidente come il territorio romano, oltre alle ben note ricchezze culturali ed etniche, mostri anche una notevolissima ricchezza mineralogica, anche se è privo di risorse minerarie. Ciò nonostante, nulla è stato fatto sin qui per tutelare questo tipo di beni, considerati così importanti in tutto il resto del mondo.

Le celeberrime cave di Parco Chigi, dell'Osteria dell'Osa, di Vallerano e di Casal Rotondo sono in uno stato di totale abbandono, se non addirittura ridotte a discariche. Affioramenti importanti e località di grande raccolta come Colle Cimino ed altri luoghi simili nei Colli Albani e nei Monti Sabatini stanno scomparendo sotto l'impatto devastante della cementificazione, con il risulta-

to che la possibilità di nuovi ritrovamenti si ridurrà sempre più, fino alla totale impossibilità.

Tutto ciò rafforza la convinzione sull'importanza e sulla necessità di un lavoro di recupero, da effettuare, là dove possibile, direttamente sui siti mineralogici stessi, o per lo meno dei materiali da loro provenienti. Ciò si può attuare anzitutto con una revisione dei materiali disponibili e non solo presso collezioni istituzionali come quelle dei musei, molti dei quali però non sembrano per niente sensibili alle problematiche della conservazione moderna, ma sono solo interessati all'accumulo di pezzi ostensivi. La salvaguardia intelligente, perciò, sarà più efficace se si rivolgerà anche e soprattutto a quella grande forma di giacimento culturale che è rappresentato dalle collezioni private: quelle ricche raccolte che i numerosi appassionati dilettanti amatori di minerali hanno messo insieme in lunghi anni di pazienti, attente e competenti ricerche sul campo. Dai collezionisti provengono i minerali più belli e più scientificamente interessanti emersi negli ultimi decenni nel territorio romano. Ai collezionisti si debbono quindi rivolgere le maggiori raccomandazioni affinché tutto questo patrimonio non vada disperso ed anzi resti tutelato con cura.

RINGRAZIAMENTI

È più che doveroso, per noi, ringraziare Roberto PUCCI, Edgardo SIGNORETTI, Salvatore FIORI e Luigi MATTEI, per il loro grande e paziente lavoro fotografico, anzitutto, ed inoltre per aver messo a disposizione (insieme a Maurizio BURLI, Gian Carlo PARODI ed altri) alcuni esemplari delle proprie collezioni per la documentazione fotografica di questo lavoro. Più in generale, ringraziamo tutti gli amatori-raccoglitori del Gruppo Mineralogico Romano, nella persona del presidente Vincenzo NASTI, il cui impegno negli anni ha contribuito a riportare la conoscenza del patrimonio mineralogico di Roma allo stato di grazia in cui si trovava all'inizio dello sviluppo della Minerologia sistematica. Alcuni dei loro nomi sono citati nel testo, ma tra tutti il nostro grazie maggiore va ad Ezio CURTI e Francesco Saverio STOPPANI, che più di vent'anni fa si sono caricati di una faticosa opera di raccolta di dati regionali.


BIBLIOGRAFIA

- ALDEGA L., ARGENTIERI A., DE RITA D., FABBRI M., GIAMPAOLO C. & LORETELLI S. (2004) - Contributo dello studio mineralogico alla ricostruzione dell'evoluzione geologica del bacino di Pozzo Grande (Marcellina, Roma). Pp. 53-61 in NISIO S. (ed.): Stato dell'arte sullo studio dei fenomeni di sinkholes e ruolo delle amministrazioni statali e locali nel governo del territorio. Roma, APAT.
- AURISICCHIO C. & FEDERICO M. (1985) - *Nepheline-kalsilite*

- microperthites in ejecta from the Alban Hills (Italy)*. Bulletin of the Geological Society of Finland, 57: 129-137.
- AURISICCHIO C., FEDERICO M. & GIANFAGNA A. (1988) - *Clinopyroxene chemistry of the high-potassium suite from the Alban Hills, Italy*. Mineralogy and Petrology, 39: 1-19.
- BACHECHI F., FEDERICO M. & FORNASERI M. (1966) - *La ludwigite e i minerali che l'accompagnano nelle geodi delle "pozzolane nere" di Corcolle (Tivoli, Colli Albani)*. Periodico di Mineralogia, 35: 975-1006.
- BALLIRANO P., MARAS A., BUSECK P.R., WANG S. & YATES A.M. (1995) - *Improved powder X-ray data for cancrinites II: liottite and sacrofanite*. Powder Diffraction, 10: 13-19.
- BALLIRANO P., MARAS A. & BUSECK P.R. (1996) - *Crystal chemistry and IR spectroscopy of Cl- and SO₄- bearing cancrinite-like minerals*. American Mineralogist, 81: 1003-1012.
- BALLIRANO P. & BONACCORSI E. (2005) - *The crystal structure of sacrofanite, the 74 Å phase of the cancrinite group*. XX Congress of the International Union of Crystallography Florence 2004, Abstract C382-C382.
- BANNISTER F.A. (1931) - *A chemical, optical, and X-ray study of nepheline and kaliophibite*. Mineralogical Magazine, 22: 569-608.
- BARBIERI M. & FORNASERI M. (1970) - *Un nuovo ritrovamento di latiumite*. Rendiconti della Società Italiana di Mineralogia e Petrologia, 26: 427-431.
- BARBIERI M. & VOLTAGGIO M. (1982) - *Ettringite dell'Acqua Acetosa (Colli Albani, Roma)*. Periodico di Mineralogia, 51:

- 205-216.
- BARBIERI M., BARRESE E., GIAMPAOLO C., GRUBESSI O., MOTTANA A. & VOLTAGGIO M. (1993) - *Genesis of the maganese deposit of Mazzano Romano (Latium, Italy)*. *Geologica Romana*, **29**: 113-129.
- BARBIERI M., COZZUPOLI D., FEDERICO M., FORNASERI M., MERLINO S., ORLANDI P. & TOLOMEO L. (1977) - *Harkerite from the Alban Hills, Italy*. *Lithos*, **10**: 133-141.
- BARRESE E., DI SABATINO B. & GIAMPAOLO C. (1983) - *Chemical and mineralogical considerations on a fassaitic ejectum of Sacrofano*. *Periodico di Mineralogia*, **52**: 381-402.
- BARRESE E., GIAMPAOLO C., GRUBESSI O. & MOTTANA A. (1986) - *Ranciite from Mazzano Romano (Latium, Italy)*. *Mineralogical Magazine*, **50**: 111-118.
- BAYLISS P. & LEVINSON A.A. (1988) - *A system of nomenclature for rare-earth mineral species: Revision and extension*. *American Mineralogist*, **73**: 422-423.
- BELLATRECCIA F., CÁMARA F., OTTOLINI L., DELLA VENTURA G., CIBIN G. & MOTTANA, A. (2005) - *Wiluite from Aricia, Latium (Italy): occurrence and crystal-structure*. *Canadian Mineralogist*, **43**: 1457-1468.
- BELLATRECCIA F., PUCCI R., DELLA VENTURA G. & MATTEI, L. (2006) - *Secondo ritrovamento di marinellite nel Lazio*. *Il Cercapietre*, notiziario del G.M.R., 1-2/2006, 4-13.
- BELLEVUE F. de (1800) - *Mémoire sur les cristaux microscopiques et en particulier sur la sémélite, la mélilite, la pseudosommitte et le selce romano*. *Journal de Physique, Chimie et Histoire Naturelle*, **51**: 456-472.
- BOLOTINA N.B., RASTSVETAeva R.K., SAPOZHNIKOV A.N. & KASHAEV A.A. (2003) - *Twin orthorhombic structure of baiiye from Sakrofan (Italy)*. *Crystallography Reports*, **48**: 914-918.
- BONACCORSI E. & ORLANDI P. (1996) - *Second occurrence of pitiglianoite, a mineral of the cancrinite group*. *Atti della Società Toscana di Scienze Naturali*, **103**: 193-195.
- BONACCORSI E. & ORLANDI P. (2003) - *Marinellite, a new feldspathoid of the cancrinite-sodalite group*. *European Journal of Mineralogy*, **15**: 1019-1027.
- BONACCORSI E. (2004) - *The crystal structure of giuseppettite, the 16-layer member of the cancrinite-sodalite group*. *Microporous and Mesoporous Materials*, **73**: 129-136.
- BONATTI S. & GOTTARDI G. (1950) - *Perrierite, nuovo minerale ritrovato nella sabbia di Nettuno (Roma)*. *Rendiconti dell'Accademia Nazionale dei Lincei (Classe di Scienze fisiche, matematiche e naturali)*, s. 8, 9: 361-368.
- BONATTI S. & GOTTARDI G. (1954) - *Nuovi dati sulla perrierite. Relazioni tra perrierite, chevkinite ed epidoti*. *Rendiconti della Società Mineralogica Italiana*, **10**: 208-225.
- BONATTI S. (1959) - *Chevkinite, perrierite and epidotes*. *American Mineralogist*, **44**: 115-137.
- BRACCI G., DALENA D. & ORLANDI P. (1985) - *La greigite di Mentana, Lazio*. *Rendiconti della Società Italiana di Mineralogia e Petrologia*, **40**: 295-298.
- BREISLAK S. (1801) - *Voyages physiques et lythologiques dans Campanie suivis d'un mémoire sur la constitution physique de Rome; avec la carte générale de la Campanie; celle des cratères éteints entre Naples et Cumes; celle di Vésuve, du plan physique de Rome, etc.* Vol. I. Paris, Dentu.
- BREISLAK S. (1818) - *Institutions géologiques...traduites du manuscrit italien en français par P.J.L. Campmas. Trois volumes avec un atlas de 56 planches*. Milan, Imprimerie Imperiale et Royale.
- BRIGATTI M.F., CAPRILLI E., FUNICIELLO R., GIORDANO G., MOTTANA A. & POPPI L. (2005) - *Crystal chemistry of ferroan phlogopites from the Albano maar lake (Colli Albani volcano, central Italy)*. *European Journal of Mineralogy*, **17**: 611-622.
- BROCCHI G. (1817) - *Osservazioni sulla corrente di lava di Capo di Bove presso Roma e su quella delle Frattocchie presso Albano*. *Biblioteca Italiana*, **7**.
- BRUUN-NEERGARD T.C. (1807) - *De la Haiiye, nouvelle substance minérale*. *Journal des Mines*, **21**: 365-380.
- BUDDINGTON A.F. (1922) - *On some natural and synthetic melilites*. *American Journal of Sciences*, **3**: 35-87.
- BURRAGATO F. (1963) - *Ritrovamento di breislakite in bombe vulcaniche provenienti da una cava di pozzolana nera del Vulcano Laziale*. *Periodico di Mineralogia*, **32**: 625-627.
- BURRAGATO F., MARAS A. & ROSSI A. (1982) - *The sodalite group minerals in the volcanic areas of Latium*. *Neues Jahrbuch für Mineralogie Monatshefte*, 433-445.
- BURRAGATO F., PARODI G.C. & ZANAZZI P.F. (1980) - *Sacrofanite - a new mineral of the cancrinite group*. *Neues Jahrbuch für Mineralogie Abhandlungen*, **140**: 102-110.
- CAGLIOTI V. (1927) - *Ricerche su alcune zeoliti delle leucititi dei dintorni di Roma: la gismondite di Capo di Bove e la pseudophillipsite di Acquacetosa*. *Rendiconti dell'Accademia delle Scienze Fisiche e Matematiche di Napoli*, **33**: 163-177.
- CALLEGARI A., CAUCIA F., MAZZI F., OBERTI R., OTTOLINI L. & UNGARETTI L. (2000) - *The crystal structure of peprossite-(Ce), an anhydrous REE and Al mica-like borate with square-pyramidal coordination for Al*. *American Mineralogist*, **85**: 586-593.
- CANNILLO E., DAL NEGRO A. & ROSSI G. (1973) - *The crystal structure of latiumite, a new type of sheet silicate*. *American Mineralogist*, **58**: 466-470.
- CAPITANIO F. & MOTTANA A. (1998a) - *Sanidine holocrystalline ejecta from central Sabatini Volcanic District, Latium (Italy). I. Introduction and isotropic ejecta*. *Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali*, s. 9, 9: 35-50.
- CAPITANIO F. & MOTTANA A. (1998b) - *Sanidine holocrystalline ejecta from central Sabatini Volcanic District, Latium. II. Intergranular ejecta and minerogenetic deductions*. *Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali*, s. 9, 9: 131-143.
- CAPRILLI E., DELLA VENTURA G., WILLIAMS C.T., PARODI G.C. & TUCCIMEI P. (2006) - *Crystal-chemistry of non-metamict pyrochlore group minerals from Latium (Italy)*. *Canadian Mineralogist* **44**: 1367-1378.
- CARPI P. (1820) - *Osservazioni chimico-mineralogiche sopra alcune sostanze che si trovano nella lava di Capo di Bove*. *Società Italiana delle Scienze. Memorie di Fisica*, s. I, **18**: 217-231.
- CAUCIA F., CALLEGARI A. & UNGARETTI L. (1991) - *La struttura cristallina della peprossite*. *Plinius*, **6**: 127-128.
- CAVARRETTA G. & LOMBARDI G. (1990) - *Origin of sulphur in the Quaternary perpotassic melts of Italy: Evidence from baiiye sulphur isotope data*. *Chemical Geology*, **82**: 15-20.
- CAVARRETTA G. & TECCE F. (1987) - *Contact metasomatic hydrothermal minerals in the SH2 deep well, Sabatini volcanic district, Latium, Italy*. *Geothermics*, **16**: 127-145.
- CAVARRETTA G., MOTTANA A. & TECCE F. (1981) - *Cesaneite, $\text{Ca}_2\text{Na}_3[(\text{OH})(\text{SO}_4)_3]$, a sulphate isotypic to apatite, from the Cesano geothermal field (Latium, Italy)*. *Mineralogical Magazine*, **44**: 269-273.
- CAVARRETTA G., MOTTANA A. & TECCE F. (1983) - *Görgeyite and syngenite in the Cesano geothermal field (Latium, Italy)*. *Neues Jahrbuch für Mineralogie Abhandlungen*, **147**: 304-314.
- CAVINATO A. (1968) - *La fluorite nel Lazio*. *L'industria mineraria*, s. 2, **19**: 1-10.
- CHAFETZ H.S. & FOLK R. (1984) - *Travertines: depositional morphology and the bacterially constructed constituents*. *Journal of*



- 
- Sedimentary Petrology, **54**: 289-316.
- CHUKANOV N.V., RASTSVETAIEVA R.K., PEKOV I.V. & ZADOV A.E. (2007) - *Alloriti* $\text{Na}_5\text{K}_{1.5}\text{Ca}(\text{Si}_6\text{Al}_6\text{O}_{24})(\text{SO}_4)(\text{OH})_{0.5}\text{H}_2\text{O}$ - new mineral of cancrinite group (in russo). *Zapiski Russkii Mineralogicheskovo Obshchestva*, n.1: 82-89.
- CIRIOTTI M.E., FASCIO L. & PASERO M. (2004) - *Italian type minerals* (CD-Rom). Pisa, Società Italiana di Mineralogia e Petrologia.
- COOMBS D.S. *et alii* (Subcommittee on zeolites of IMA, CNMMN) (1998) - *Recommended nomenclature for zeolite minerals*. *European Journal of Mineralogy*, **10**: 1037-1081.
- DAL NEGRO A., CARBONIN S., SALVIULO G., PICCIRILLO E.M. & CUNDARI A. (1985) - *Crystal chemistry and site configuration of the clinopyroxene from leucite-bearing rocks and related genetic significance: the Sabatini lavas, Roman Region, Italy*. *Journal of Petrology*, **26**: 1027-1040.
- DAMOUR A. (1844) - *Nouvelles analyses et révision de la mélilite et de la humboldtite*. *Annales de Chimie et Physique*, **10**: 59.
- DE CASA G. C., DELLA VENTURA G., PARODI G. C. & STOPPANI F. (1987) - *I minerali del Lazio* (2). *Rivista Mineralogica Italiana*, **2**: 97-104.
- DEGANELLO S. (1983) - *The crystal structure of cesanite at 21 and 236°C*. *Neues Jahrbuch für Mineralogie Monatshefte*, **1983**: 305-313.
- DEGANELLO S. (1984) - *The crystal structure of cesanite at 336 and 390°C*. *Neues Jahrbuch für Mineralogie Monatshefte*, **1984**: 522-528.
- DELLA VENTURA G., BELLATRECCIA F., PARODI G.C., CÁMARA F. & PICCININI M. (2006) - *Single crystal FTIR and X-ray study of vishnevite ideally $[(\text{Na}_6\text{SO}_4)[\text{Na}_2(\text{H}_2\text{O})_2] \cdot (\text{Si}_6\text{Al}_6\text{O}_{24})$* . *American Mineralogist* **92**: 713-721.
- DELLA VENTURA G., BONAZZI P., OBERTI R. & OTTOLINI L. (2002) - *Ciprianiite and mottanaite-(Ce), two new minerals of the hellandite group from Latium*. *American Mineralogist*, **87**: 739-744.
- DELLA VENTURA G., DI LISA A., MARCELLI M., MOTTANA A. & PARIS E. (1992) - *Composition and structural state of alkali feldspars from ejecta in the Roman potassic province, Italy: petrological implications*. *European Journal of Mineralogy*, **4**: 411-424.
- DELLA VENTURA G., MARAS A. & PARODI G.C. (1986) - *Hellandite nel Lazio*. *Rendiconti della Società Italiana di Mineralogia e Petrologia*, **41**: 141.
- DELLA VENTURA G., PARODI G.C., MOTTANA A. & CHAUSSIDON M. (1993) - *Pepprosiite-(Ce), a new mineral from Campagnano (Italy): the first anhydrous rare-earth-element borate*. *European Journal of Mineralogy*, **5**: 53-58.
- DES CLOIZEAUX A. (1862) *Manuel de Minéralogie*. Paris, Dunod.
- DI SABATINO B., NEGRETTI G. & PIRAS R. (1978) - *Il metamorfismo di contatto nel basamento della Regione Comagmatica Romana. I. preliminari considerazioni sulla genesi dei proietti silicati olocristallini presenti in piroclastiti*. *Rendiconti della Società Italiana di Mineralogia e Petrologia*, **34**: 645-657.
- EMBREY P.G. (1960) - *Cabnite from Capo di Bove, Rome*. *Mineralogical Magazine*, **32**: 666-668.
- EVSYUNIN V.G., SAPOZHNIKOV A.N., RASTSVETAIEVA R.K. & KASHAEV A.A. (1996) - *Crystal structure of the potassium-rich bayne from Arissia (Italy)*. *Crystallography Reports*, **41**: 622-625.
- FACCHINELLI V. & GAETA M. (1992) - *Indicazioni petrogenetiche dai granati birifrangenti dei proietti sialici nelle vulcaniti alcalino potassiche dei Monti Sabatini (Lazio)*. *Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali*, s. 9, **3**: 295-310.
- FEDERICO M. & GIANFAGNA A. (1983) - *The melilites of the ejecta and lavas from the Alban Hills (Rome, Italy)*. *Rendiconti della Società italiana di Mineralogia e Petrologia*, **38**: 1387-1400.
- FEDERICO M. & PECCERILLO A. (2002) - *Mineral chemistry and petrogenesis of granular ejecta from the Alban Hills volcano (central Italy)*. *Mineralogy and Petrology*, **74**: 223-252.
- FEDERICO M. (1957) - *Sulla breislakite*. *Periodico di Mineralogia*, **26**: 191-209.
- FEDERICO M., GIANFAGNA A. & ZANAZZI P.F. (1988) - *A zirconium-bearing fassaite from the Alban Hills, Italy*. *Neues Jahrbuch für Mineralogie Monatshefte*, **1988**: 495-502.
- FEDERICO M., PECCERILLO A., BARBIERI M. & WU T.W. (1994) - *Mineralogical and geochemical study of granular xenoliths from the Alban Hills volcano, Central Italy: bearing on evolutionary processes in potassic magma chambers*. *Contribution to Mineralogy and Petrology*, **115**: 384-401.
- FERBER J.J. (1773) - *Briefe aus Welschland über natürliche Merkwürdigkeiten dieses Landes*. Prag, Gerle.
- FISCHER K. (1963) *The crystal structure determination of the zeolite Gismondite, $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$* . *American Mineralogist*, **48**: 664-672.
- FISCHER K.F. & SCHRAMM V. (1971) - *Crystal structure of gismondite, a detailed refinement*. *Molecular Sieve Zeolites, American Chemical Society Advances in Chemistry Series*, **101**: 250-258.
- FLORINDO F. & SAGNOTTI L. (1995) - *Palaeomagnetism and rock magnetism at the upper Pliocene Valle Ricca (Rome, Italy) section*. *Geophysics Journal International*, **123**: 340-354.
- FORNASERI M., SCHERILLO A. & VENTRIGLIA U. (1963) - *La regione vulcanica dei Colli Albani*. Roma, Consiglio Nazionale delle Ricerche.
- FUNICIELLO R., MARIOTTI G., PAROTTO M., PREITE-MARTINEZ M., TECCE F., TONEATTI R. & TURI B. (1979) - *Geology, mineralogy, and stable isotope geochemistry of the Cesano geothermal field (Sabatini Mts. Volcanic system, northern Latium, Italy)*. *Geothermics*, **8**, 55-73.
- GAETA M. (1997) - *Indicazioni petrogenetiche del Ba-sanidino presente nel Tufo Lionato (Distretto Vulcanico dei Colli Albani)*. *Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali*, s. 9, **8**: 69-76.
- GAETA M., FABRIZIO G. & CAVARRETTA G. (2000) - *F-phlogopites in the Alban Hills volcanic district (central Italy): Indications regarding the role of volatiles in magmatic crystallisation*. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **99**: 179-193.
- GAINES R.V., SKINNER H.C.W., FOORD E.E., MASON B. & ROSENZWEIG A. (1997) - *Dana's new mineralogy*. New York, Wiley.
- GALLI E. & LOSCHI GHITTONI A. (1972) - *The crystal chemistry of phillipsites*. *American Mineralogist*, **57**: 1125-1145.
- GALLI E. (1965) - *Affinamento della struttura della perrierite*. *Mineralogica et Petrographica Acta*, **11**: 39-48.
- GIANFAGNA A. (1985) - *Occurrence of baddeleyite - ZrO_2 - in an ejected block from Colle Cimino, Marino (Alban Hills, Italy)*. *Periodico di Mineralogia*, **54**: 129-133.
- GIANFAGNA A., MERLINO S. & PERCHIAZZI N. (1988) - *Guarinite, a new finding in the sanadinite ejecta of the IV hydromagmatic unit from Albano lake crater, Latium, Italy*. *Periodico di Mineralogia*, **57**: 81-84.
- GISMONDI C.G. (1803) - *Osservazioni geognostiche sopra i contorni del lago di Nemi*. Memoria letta all'accademia de' Lincei il dì 2. Giugno 1803. (Pubblicata per esteso dal manoscritto originale in: *Il Cercapietre, Notiziario del Gruppo Mineralogico Romano* 21-28 Marzo 1998, pp. 59-67).

- GISMONDI C.[G.] (1817a) - *Osservazioni sopra alcuni minerali dei contorni di Roma*. Biblioteca Italiana, 5: 301-312 (Ripubblicata dal manoscritto originale in: *Il Cercapietre*, Notiziario del Gruppo Mineralogico Romano 15-22 Marzo 1997, pp. 36-45).
- GISMONDI C.G. (1817b) - *Der Zeagonit, ein neues Mineral vom Capo di Bove bei Rom* (sunteggiato in: Leonhard, K.C., 1817: q.v.).
- GOTTARDI G. (1952) - *La sabbia di Nettuno (Roma)*. Atti della Società Toscana di Scienze Naturali Memorie, 59: 36-62.
- GOTTARDI G. (1960) - *The crystal structure of perrierite*. American Mineralogist, 45: 1-14.
- GUGLIELMINI G. (1980) - *I minerali delle sanidinit nefeliniche di Monte Tozzo (Campagnano, Roma)*. Il Cercapietre, Notiziario del Gruppo Mineralogico Romano, 18: 20-26.
- HASSAN I. & GRUNDY H.D. (1991) - *The crystal structure of baileyite at 293 and 153 K*. Canadian Mineralogist, 29: 123-130.
- HAÜY R.-J. (1801) - *Traité de Minéralogie*. Paris, Delance.
- HINTZE C. (1897) - *Handbuch der Mineralogie*. Vol. 2. Leipzig, Veit.
- HOGARTH D.D. & GRIFFIN W.L. (1975) - *Further data on lapis lazuli from Latium, Italy*. Canadian Mineralogist, 13: 89-90.
- KOBELL F. (1843) - *Spadaite, ein neues Mineral, und Wollastonit von Capo di Bove*. Journal für praktische Chemie, 30: 467-471.
- LACROIX A. (1917) - *Les formes grénues du magma leucitique du Volcan Latiale*. C. R. Académie des Sciences (Paris), 165: 1029-1034.
- LA MÉTHÉRIE J.-C. de (1795-97) - *Théorie de la Terre* (3 vol.). Paris, Crapelet & Maradon.
- LEONHARD K.C. (1817) - *Die Zeagonit, ein neues Mineral vom Capo di Bove bei Rom*. Taschenbuch für die gesammte Mineralogie, 11: 164-168.
- LEONI L., MELLINI M., MERLINO S. & ORLANDI P. (1977) - *Crystal chemistry of latiumite*. Rendiconti della Società Italiana di Mineralogia e Petrologia, 33: 531-537.
- LEONI L., MELLINI M., MERLINO S. & ORLANDI P. (1979) - *Cancrinite-like minerals: new data and crystal chemical considerations*. Rendiconti della Società Italiana di Mineralogia e Petrologia, 35: 713-719.
- LEONYUK N.I., WANG J.Y. & KOROPULINA E.V. (2002) - *Peprosite-(Ce) a new mineral from Campagnano in Italy: one decade later*. International Mineralogical Association, 18th General Meeting, Edinburgh, 1-6 September, abstr., 140.
- LÉVY A. (1825) - *Article X. Description of two minerals by Mr. A. Lévy, M.A. of the University of Paris*. Annals of Philosophy, New Series, 10: 361-363.
- LOCARDI E. & MOLIN D. (1975) - *Ricerche per uranio nel Lazio settentrionale*. Roma, C.N.E.N.
- LOCARDI E. (1991) - *Minerogenesi di origine mantellica nell'Appennino*. Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali, s. 9, 2: 239-251.
- LOMBARDI G. & MATTIAS P.P. (1979) - *Petrology and mineralogy of the kaolin and alunite mineralizations of Latium (Italy)*. Geologica Romana, 18: 157-214.
- MARAS A. & MOTTANA A. (1982) - *Il museo di Mineralogia: passato, presente e prospettive future*. Museo di Mineralogia, Università di Roma La Sapienza, Quaderno n. 2, 24 pp.
- MARAS A. & PARIS E. (1987) - *The crystal chemistry of sarcolite*. Canadian Mineralogist, 25: 731-737.
- MATTIAS P.P. & VENTRIGLIA U. (1970) - *La regione vulcanica dei Monti Sabatini*. Memorie della Società Geologica Italiana, 9: 331-384.
- MAZZI F. & TADINI C. (1981) - *Giuseppettite, a new mineral from Sacrofano (Italy), related to the cancrinite group*. Neues Jahrbuch für Mineralogie Monatshefte, 1981: 103-110.
- MELLINI M. & MERLINO S. (1983) - *Tuscanite and latiumite intergrowth*. Neues Jahrbuch für Mineralogie Monatshefte, 1983, 167-174.
- MILLOSEVICH F. (1933) - *Minerali e miniere nel Lazio*. In "Le scienze fisiche e biologiche in Roma e nel Lazio", p. 22. Casa editrice Leonardo Da Vinci, Roma.
- MOTTANA A., MARCELLI A., GIULI G., PARIS E., SCORDARI F. & SCHINGARO E. (1996) - *Singularità cristallobchimiche di melaniti italiane messe in evidenza dalla spettroscopia d'assorbimento dei raggi X in luce di sincrotrone alla soglia K dell'alluminio*. Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali, s. 9, 7: 251-164.
- OBERTI R., DELLA VENTURA G., OTTOLINI L., HAWTHORNE F.C. & BONAZZI P. (2002) - *Re-definition, nomenclature and crystal chemistry of the hellandite group*. American Mineralogist, 87: 745-752.
- ONORATO E. (1928) - *Il giacimento di solfo di Monte Solforoso presso Sacrofano in provincia di Roma*. Atti della reale Accademia dei Lincei (Rendiconti della classe di scienze matematiche, fisiche e naturali), s. 6, 8: 243-251.
- PARODI G.C., DELLA VENTURA G., MOTTANA A. & RAUDSEPP M. (1994) - *Zr-rich non metamict perrierite-(Ce) from holocrystalline ejecta in the Sabatini volcanic complex (Latium, Italy)*. Mineralogical Magazine, 58: 607-613.
- PARODI G.C., SPADONI B. & STOPPANI F. (1978) - *Monte Cavalluccio: nuova interessante località dei Sabatini*. Il Cercapietre, Notiziario del Gruppo Mineralogico Romano, n. 15-16: 4-8.
- PASSAGLIA E., VEZZALINI G. & CARNEVALI R. (1990) - *Diagenetic chabazites and phillipsites in Italy; crystal chemistry and genesis*. European Journal of Mineralogy, 2: 827-839.
- PETRINI G.V. (1791-92) - *Gabinetto Mineralogico del Collegio Nazareno descritto secondo i caratteri esterni e distribuito a norma de' principj costitutivi* (2 voll.: I vol., 1791; II vol., 1792). Roma, Lazzarini.
- PIAZZA M. (1930) - *Idrocraasio dei proietti dei Sabatini*. Periodico di Mineralogia, 1: 8-37.
- PIAZZA M. (1932) - *Forsterite dei proietti dei Sabatini*. Periodico di Mineralogia, 3: 167-180.
- PIOTROWSKI A., KAHLBERG V., FISCHER R.X., LEE Y. & PARISE J.B. (2002) - *The crystal structures of cesanite and its synthetic analogue - A comparison*. American Mineralogist, 87: 715-720.
- RINALDI R. & VEZZALINI G. (1985) - *Gismondine, the detailed x-ray structure refinement of two natural samples*. Pp. 481-492 in: B. Drzaj, S. Hocevar, S. Pejovnik (eds.) Zeolites, synthesis, structure, technology, and applications. Amsterdam, Elsevier.
- RINALDI R., PLUTH J.J. & SMITH J.V. (1974) - *Zeolites of the phillipsite family. Refinement of the crystal structures of phillipsite and barbotome*. Acta Crystallographica, B30: 2426-2433.
- SCHALLER W.T. & NOLAN T.B. (1931) *An occurrence of spadaite at Gold Hill, Utah*. American Mineralogist, 16: 231-236.
- SCHERILLO A. (1937) - *Studi petrografici nella regione Sabazia*. Periodico di Mineralogia, 14: 1-11.
- SCHERILLO A. (1941) - *Studi su alcuni tufi gialli della regione Sabazia orientale*. Periodico di Mineralogia, 12: 381-417.
- SCHERILLO A. (1943) - *Studi petrografici nella regione Sabazia. II: Le lave del margine orientale*. Periodico di Mineralogia, 8: 217-246.
- SCHINGARO E., SCORDARI F., CAPITANIO F., PARODI G., SMITH D.C. & MOTTANA A. (2001) - *Crystal chemistry of kimezyite from Anguillara, Mts. Sabatini, Italy*. European Journal of Mineralogy, 13: 749-759.





- SEIFERT F. & FEDERICO M. (1987) - ^{57}Fe Mössbauer spectroscopy of natural melilites. *Rendiconti della Società Italiana di Mineralogia e Petrologia*, **42**: 3-11.
- SOKOLOVA E., HAWTHORNE F.C., DELLA VENTURA G. & KARTASHOV P.V. (2004) - *Cherkinite-(Ce): crystal structure and the effect of moderate radiation-induced damage on site-occupancy refinement*. *Canadian Mineralogist*, **42**: 1013-1025.
- SPADA DE' MEDICI L. (1845) - *Sopra alcune specie minerali non in prima osservate nello Stato Pontificio*. Raccolta di lettere ed altri scritti intorno alla fisica ed alle matematiche, **1**: 1-7.
- STOPPANI F.S. & CURTI E. (1982) - *I minerali del Lazio*. Editoriale Olimpia, Firenze.
- STRUEVER G. (1876) - *Studi sui minerali del Lazio. Parte prima*. Atti della reale accademia nazionale dei Lincei, s. 2. Memorie della classe di scienze matematiche, fisiche e naturali, **3**: 205-224.
- STRUEVER G. (1877) - *Studi petrografici sul Lazio*. Atti della reale accademia nazionale dei Lincei, s. 3. Memorie della classe di scienze matematiche, fisiche e naturali, **1**: 93-112.
- STRUEVER G. (1885) - *Contribuzione alla mineralogia dei vulcani Sabatini. Parte I. Sui proietti minerali vulcanici trovati ad Est del Lago di Bracciano*, Atti della reale accademia nazionale dei Lincei, s. 4, Memorie della classe di scienze matematiche, fisiche e naturali, **1**: 1-173.
- STRUNZ H. & NICKEL E.H. (2001) - *Mineralogical Tables* (9° ed.). Stuttgart, Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung.
- TAZZOLI V. (1983) - *The crystal structure of cesanite, $\text{Ca}_{1+x}\text{Na}_{1-x}(\text{SO}_4)_3(\text{OH})_x(1-x)\text{H}_2\text{O}$, a sulphate isotypic to apatite*. *Mineralogical Magazine*, **47**: 59-63.
- TILLEY C.E. & HENRY N.F.M. (1953) - *Latiumite (sulphatic potassium-calcium-aluminium silicate), a new mineral from Albano, Latium, Italy*. *Mineralogical Magazine*, **30**: 39-45.
- TRIGILA R. (a cura di) (1995) - *The volcano of the Alban Hills*. Roma, Tipografia SGS.
- VEZZALINI G. & OBERTI R. (1984) - *The crystal chemistry of gismondines: the non existence of K-rich gismondines*. *Bulletin de Minéralogie*, **107**: 805-812.
- WASHINGTON H. S. (1906) - *The Roman Comagmatic Region*. Publication No. 57. Washington D.C., Carnegie Institution.
- WASHINGTON H. S. (1927) - *The italite locality of Villa Senni*. *American Journal of Science*, **14**: 173-198.
- XU H. & VEBLEN D.R. (1995) - *Transmission electron microscopy study of optically anisotropic and isotropic baüyne*. *American Mineralogist*, **80**: 87-93.
- ZAMBONINI F. (1902) - *Kurzer Beitrag zur chemischen Kenntnis einiger Zeolithen der Umgegend Roms*. *Neues Jahrbuch für Mineralogie Geologie und Paläontologie*, **2**: 63-69.
- ZAMBONINI F. (1905) - *Über einige Mineralien von Canale Monterano in der Provinz Rom*. *Zeitschrift für Krystallographie*, **40**: 49-68.
- ZAMBONINI F. (1906) - *Über eine krystallisierte Schlacke der Seigerhütte bei Hettstedt, nebst Bemerkungen über die chemische Zusammensetzung des Meliliths*. *Zeitschrift für Krystallographie*, **41**: 226-234.

NOTA AGGIUNTA IN STAMPA: Nell'anno e più trascorso tra la stesura e la pubblicazione di questo lavoro la mineralogia di Roma si è arricchita di almeno un'altra specie approvata dall'I.M.A.: la *fantappieite*. Altre sicuramente seguiranno, perchè il territorio non cessa di rivelare sorprese a coloro che lo analizzano con la dovuta attenzione.