

I GRANATI DELLE FOSSE DI NOVALE (VICENZA)

ANNA CARRARO*, DARIO VISONÀ*, PAOLO NIMIS* & MATTEO BOSCARDIN**

*Dipartimento di Geoscienze, Via Giotto, 1 - 35137 Padova - a.carraro@unipd.it, dario.visona@unipd.it, paolo.nimis@unipd.it

**Associazione Amici del Museo Zannato, Piazza Marconi, 15 - 36075 Montecchio Maggiore (Vicenza) - m.boscardin@tin.it

Key-words: garnets; EMPA and LA-ICP-MS data; soils; Veneto Volcanic Province; NE Italy.

RIASSUNTO

I suoli recenti delle Fosse di Novale (Vicenza) contengono cristalli detritici di granato insieme ad altri minerali di origine magmatica e metamorfica (es. zircone, topazio, corindone, berillo, ilmenite e clinopirosseno). La microanalisi su granuli millimetrici di colore variabile da rosa a rosso scuro ha rivelato due tipi di composizione, una ricca in almandino (granati rosa) e una ricca in piropo (granati rosso scuro). Le concentrazioni degli elementi in traccia indicano che i granati analizzati sono impoveriti in terre rare leggere (LREE), mentre sono variabilmente arricchiti in terre rare pesanti (HREE), in funzione del differente colore. In termini di elementi maggiori e di andamenti tipici degli elementi in tracce, ciò significa che i granati rossi ricchi in piropo hanno composizione simile a quella di granati contenuti in rocce di origine mantellica (es., peridotiti/pirosseniti a granato o eclogiti), mentre i granati rosa ricchi in almandino sono più simili ai granati contenuti in rocce metamorfiche di origine crostale (es., gneiss e scisti). I granati rossi potrebbero essere stati trasportati, dalle profondità del mantello alla superficie, dai basalti alcalini Terziari della Provincia Vulcanica Veneta che contengono anche megacristalli di zircone e inclusi di peridotite a spinello. Per quanto riguarda i granati rosa, la sorgente andrebbe ricercata nella crosta attraversata dagli stessi basalti.

ABSTRACT

Recent soils derived from erosion and alteration of Eocene rocks of the Veneto Volcanic Province (NE Italy) contain detrital millimetric garnets together with many other magmatic and metamorphic minerals, such as zircon, topaz, corundum, beryl, ilmenite and clinopyroxene. EMPA analyses on pink to dark red grains revealed two compositional types, namely almandine-rich (pink) and pyrope-rich (dark red) garnets, respectively. LA-ICP-MS data indicated that the analysed garnets are LREE-depleted, whereas heavy rare earth element (HREE) concentrations are variably enriched, according to the different colour of garnets. This means that, in terms of major elements and trace element patterns, Py-rich garnets are similar in composition to those of typical garnets from mantle-derived rocks (e.g., garnet peridotite/pyroxenite or eclogite). Alm-rich garnets are closer in composition to those of metamorphic rocks (e.g., gneisses and schists). Py-rich garnets could be transported from mantle depths to the surface by Tertiary mantle-derived alkaline basalts of the Veneto Volcanic Province, also carrying zircon megacrysts and spinel peridotite xenoliths. The source of Alm-rich garnets may be found in the crust crossed by the same magmas.

INTRODUZIONE

La rielaborazione di paleodepositi fluviali derivati dall'alterazione delle rocce Eoceniche della Provincia Vulcanica Veneta (VVP; VISONÀ *et al.*, 2001) ha prodotto suoli nei quali sono stati recentemente rinvenuti numerosi cristalli di minerali di origine sia magmatica che metamorfica. A Lonedo, nelle sabbie basaltiche e nei cosiddetti detriti gemmiferi si sono trovati minerali quali zircone, olivina, clinopirosseno ma anche topazio, corindone, berillo, ilmenite, etc. (vd. BOSCARDIN & VIOLATI TESCARI, 1996 e *ref. bibl. inclusi*). Da Contrà Rossati, località meglio conosciuta come Le Fosse di Novale (Fig. 1), provengono, ad esempio, tutte le gemme di zircone conservate presso il Museo Civico "G. Zannato" di Montecchio Maggiore (Vicenza). Il giacimento zirconifero fu segnalato per la prima volta verso la fine del 1800 (ARTINI, 1887) e alcuni esemplari sono stati recentemente descritti in dettaglio insieme ai

megacristalli di zircone contenuti nei basalti della VVP (VISONÀ *et al.*, 2001, 2007). Già nella descrizione originaria, Artini segnala la presenza nello stesso giacimento di altri minerali, quali ilmenite, noduli di limonite, cristalli di augite. Successivamente sono stati segnalati anche in questi suoli berillo e corindone (BOSCARDIN & VIOLATI TESCARI, 1996) e un riesame mineralogico ha infine permesso di aggiungere a questo elenco altri due minerali di origine magmatica, anfibolo kaersutitico e clinopirosseno diopsidico, e due tipi di granato di differente colore e composizione (CASTAGNA, 1999; VISONÀ *et al.*, 2001). In questo contributo vengono presentati i dati ottenuti dall'analisi chimica alla microsonda elettronica (EMPA) e alla microsonda laser con spettrometria di massa (LA-ICP-MS) per alcuni cristalli di granato, allo scopo di discutere, in termini di composizione sia in elementi maggiori che in

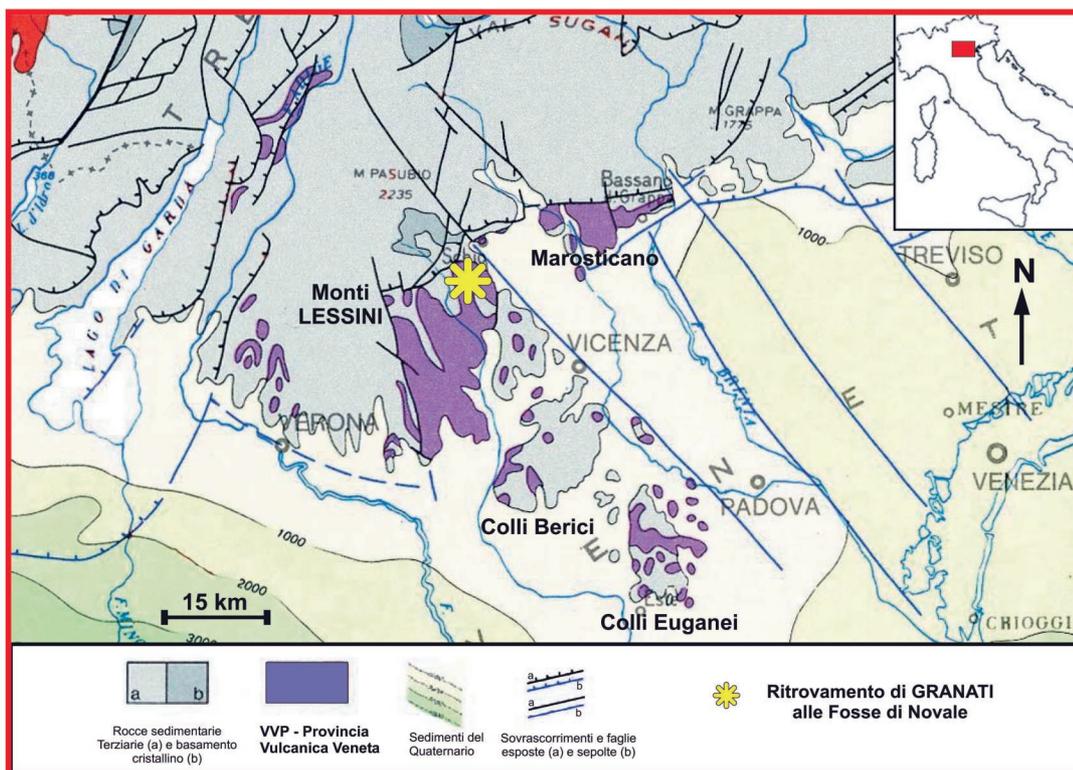


Fig. 1 - a) Schema geologico-strutturale della Provincia Vulcanica Veneta (da VISONÀ *et al.*, 2007, modif.).

traccia, la loro possibile provenienza. I granuli analizzati hanno dimensioni millimetriche e colore variabile da rosa chiaro a rosa scuro e rosso scuro (Fig. 2).

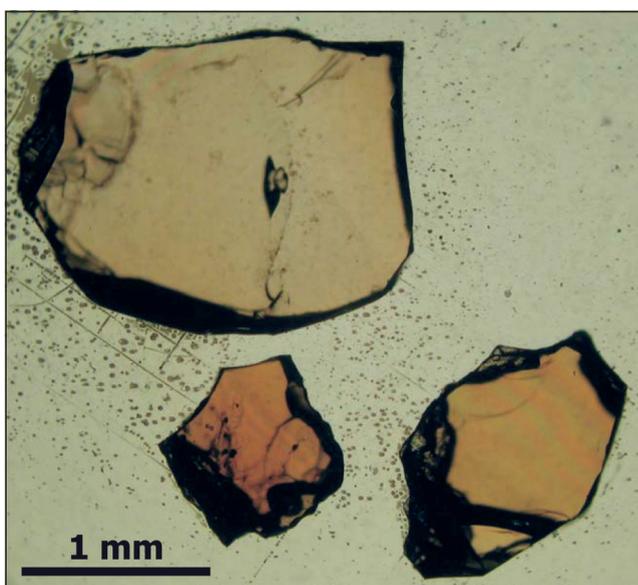


Fig. 2 - Cristalli detritici di granato rosso delle Fosse di Novale.

CHIMISMO DEI GRANATI

I dati di composizione chimica dei granati detritici sono stati ottenuti mediante la microsonda elettronica CAMECA SX50 (EMPA), dotata di quattro spettrometri WDS (CNR, Istituto di Geoscienze e Georisorse, Sezione di Padova). Le concentrazioni degli elementi in traccia dei granati sono state misurate a Pavia (CNR - Istituto di Geoscienze e Georisorse), utilizzando una microsonda in *laser ablation* (LA-ICP-MS). Le

metodologie analitiche sono brevemente descritte in APPENDICE.

I dati microchimici indicano due gruppi composizionali di granati, principalmente uno ricco in piropo, corrispondente ai granuli di colore rosa scuro e rosso, e l'altro ricco in almandino, che comprende i granati di colore rosa (Fig. 3). Le microanalisi rappresentative dei granuli analizzati sono riportate in Tab. 1. In generale, si tratta di cristalli chimicamente omogenei. I granati rossi hanno una composizione media $Py_{57}Alm_{29}Gr_{12}And_2$, con valori di $mg (= Mg/Mg + Fe^{2+})$ compresi tra 67.0 e 74.5%, contenuti di

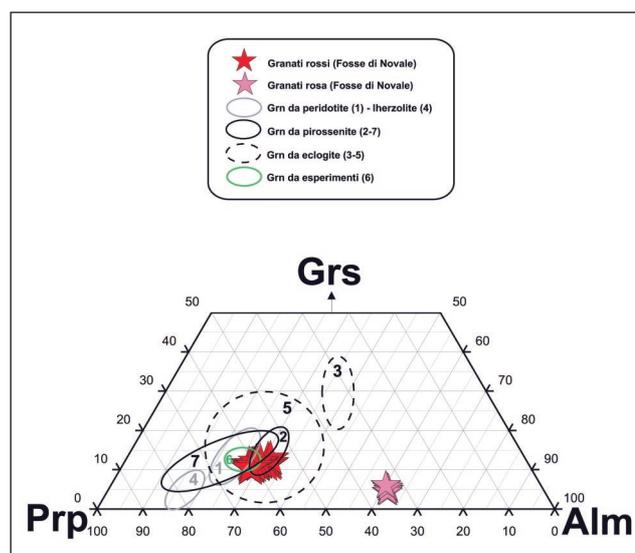


Fig. 3 - Composizione chimica dei granati analizzati in termini degli *end-members* piropo (Prp)-almandino (Alm)-grossularia (Grs). Per confronto sono riportati i campi relativi ai dati di letteratura per granati contenuti in rocce di origine mantellica.

CaO tra 4.98 e 6.06 % e poveri in Cr_2O_3 (fino a 0.20%). Se si mettono in relazione i contenuti di CaO con quelli di Al_2O_3 e il valore di mg, tali composizioni si proiettano nel campo delle rocce a granato di origine mantellica (es., pirosseniti a granato o eclogiti; Fig.4a e 4b). I granati di colore rosa mostrano invece una composizione differente, mediamente $Alm_{61}Py_{33}Gr_4And_2$, con valori inferiori di mg (35.2-36.2%) e contenuti nettamente più bassi di CaO (1.99-2.24%). La loro composizione è simile a quella di granati contenuti in rocce di origine crostale (es., scisti e gneiss).

I dati ottenuti dall'analisi in *laser ablation* sono interpretati normalizzando le concentrazioni degli elementi in traccia ai valori del mantello primitivo (McDONOUGH & SUN, 1995). Con particolare riferimento alla distribuzione degli elementi delle terre rare (REE), gli andamenti ottenuti (pattern) indicano che tutti i campioni analizzati sono impoveriti, rispetto alla composizione del mantello primitivo, nel contenuto in terre rare leggere (LREE), con concentrazioni di La fino a 53 ppb. Le concentrazioni degli elementi delle terre rare pesanti (HREE) risultano variabilmente arricchite, in funzione della variazione del colore dei granati. In particolare, i contenuti in HREE dei granati ricchi in piropo sono generalmente più basse di quelle dei granati ricchi in almandino. Questi ultimi mostrano anche una significativa anomalia negativa in Eu, che invece è assente nei granati ricchi in piropo. I pattern delle REE dei granati ricchi in piropo sono del tutto simili a quelli di granati tipici di rocce derivate dal mantello, quali ad esempio peridotite/pirossenite a granato o eclogite. I granati rosa mostrano invece pattern delle REE analoghi a quelli presentati da granati di rocce metamorfiche quali scisti e gneiss.

Per quanto riguarda la distribuzione degli altri elementi in traccia, tutti i granuli analizzati mostrano sempre una marcata anomalia negativa in Sr e positiva in U. Da moderata (per il gruppo dei granati rossi) a significativa (per il gruppo dei granati rosa) è invece l'anomalia negativa in Ti e Hf.

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

I granuli millimetrici di granato rinvenuti nei suoli delle Fosse di Novale possono essere distinti principalmente in due gruppi sulla base del colore: 1) gruppo dei granati rossi e 2) gruppo dei granati rosa.

I dati microchimici e le concentrazioni degli elementi in tracce indicano che i due gruppi hanno anche due differenti sorgenti: 1) mantello e 2) crosta, rispettivamente.

I contenuti in elementi maggiori indicano che i granati di colore rosso sono ricchi in Mg (*Py-rich garnets*) e hanno composizione simile a quella dei granati contenuti nelle clinopirosseniti e/o eclogiti del mantello superiore. Anche i tipici andamenti delle REE e degli altri elementi in tracce, che ben caratterizzano i granati dal punto di vista geochimico, approssimano talora quelli dei granati delle peridotiti ma più generalmente quelli delle eclogiti del mantello superiore. Non è tuttavia possibile precisare da quale tipo di roccia mantellica derivino i granati analizza-

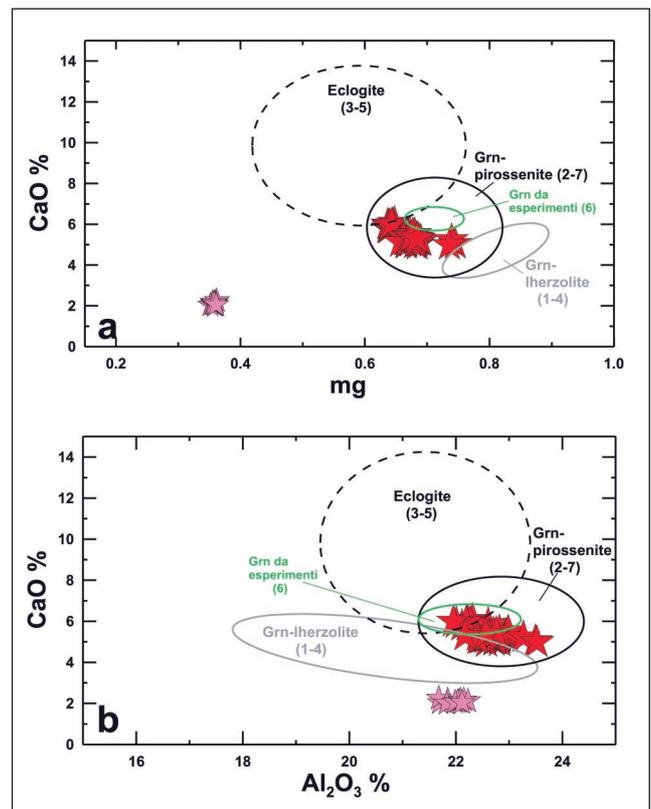


Fig. 4 - Relazioni compositive tra il contenuto di CaO e a) il valore di mg (=Mg/Mg+Fe²⁺) e b) il contenuto di Al_2O_3 per i granati studiati. Simboli e campi di riferimento come in Fig. 3.

	GRN 5 - rosso		GRN 3 - rosa	
	nucleo	periferia	nucleo	periferia
SiO ₂	40,62	40,36	39,33	39,29
TiO ₂	0,68	0,57	0,04	0,10
Al ₂ O ₃	22,32	22,12	21,83	21,85
Cr ₂ O ₃	0,01	0,04	0,02	0,00
FeO*	16,28	16,22	28,32	28,33
MnO	0,41	0,42	0,61	0,58
MgO	14,99	14,68	8,74	8,64
CaO	6,06	5,77	1,99	2,15
Na ₂ O	0,05	0,02	0,00	0,04
K ₂ O	0,00	0,02	0,00	0,00
Totale	101,43	100,20	100,88	100,98
Si	2,949	2,966	3,008	3,004
Ti	0,037	0,031	0,003	0,006
Al	1,909	1,915	1,968	1,969
Cr	0,001	0,002	0,001	0,000
Fe ³⁺	0,884	0,911	1,783	1,787
Fe ²⁺	0,104	0,086	0,029	0,025
Mn	0,025	0,026	0,040	0,038
Mg	1,622	1,608	0,997	0,985
Ca	0,472	0,454	0,163	0,176
Na	0,007	0,003	0,000	0,006
K	0,000	0,002	0,000	0,000
Totale	8,010	8,004	7,991	7,996
mg**	64,72	63,84	35,87	35,53
Py	54,49	54,15	33,89	33,40
Al	29,70	30,67	60,61	60,61
Grs	15,81	15,18	5,50	5,99

*FeO = FeO_{tot}

**mg = 100*(Mg/Mg+Fe²⁺)

Tab. 1 - Microanalisi rappresentative dei granati delle Fosse di Novale.

ti, in quanto i più recenti criteri classificativi del minerale in esame (es. SCHULZE, 2003) prevedono un'ampia sovrapposizione tra i campi corrispondenti ai due tipi di roccia sorgente (i.e., pirossenite o eclogite; Fig. 4).

Inoltre, indagini preliminari sulla composizione isotopica dell'ossigeno indicherebbero per questo tipo di granato un'origine da rocce ultramafiche derivate dal mantello, coerente con i valori riscontrati con gli zirconi provenienti dagli stessi suoli e nell'intervallo di valori riportati in letteratura per il mantello primitivo.

Da questi dati emerge che i granati rossi avrebbero un'origine mantellica. In questa ipotesi, i basalti alcalini Terziari della Provincia Vulcanica Veneta, durante la loro risalita attraverso il mantello, avrebbero trasportato megacrystalli di granato e zircone (MATTEY *et al.*, 1994; VISONÀ *et al.*, 2007) e i ben noti inclusi di peridotite a spinello (SIENA & COLTORTI, 1989; CARRARO *et al.*, 2005, 2006), strappandoli da profondità via via inferiori.

Infine, il fatto che nell'area circostante non vi siano rocce contenenti il granato (es. filladi) suggerirebbe che anche i granati di colore rosa (*Alm-rich garnets*) siano stati trasportati in condizioni vulcaniche dai basalti alcalini, ma si sarebbero formati nella crosta e non nel mantello.

RINGRAZIAMENTI

Gli autori ringraziano l'Assessore alla Cultura del Comune di Montecchio Maggiore Prof. Luciano Chiese. Si ringraziano inoltre il Direttore Dott. Roberto Ghiotto e il Conservatore Naturalista Dott.ssa Viviana Frisone del Museo Civico "G. Zannato" di Montecchio Maggiore. Un

ringraziamento particolare è rivolto a Raul Carampin (CNR - Istituto di Geoscienze e Georisorse, Padova) e al Dott. Massimo Tiepolo (CNR - Istituto di Geoscienze e Georisorse, Pavia) per la disponibilità e il supporto tecnico dato durante l'esecuzione delle analisi in microsonda elettronica e in *laser ablation*.

APPENDICE

Le analisi alla microsonda elettronica CAMECA SX50 (EMPA) sono state eseguite nelle condizioni analitiche di routine: accelerazione potenziale di 15 keV e corrente del fascio di 15 nA, con tempi di conteggio da 10 a 20 secondi. Per la conversione dei conteggi in percentuale di ossidi è stato utilizzato il programma di calcolo PAP (Cameca copyright). Il metodo è considerato accurato entro $\pm 2\%$ per gli elementi maggiori ed entro $\pm 5\%$ per i minori. Ossidi naturali e sintetici sono stati usati come standard di riferimento. Per controllare il grado di omogeneità all'interno di uno stesso cristallo sono stati effettuati numerosi punti analisi lungo traverse dal nucleo alla periferia.

Per la misura delle concentrazioni degli elementi in traccia è stata utilizzata una microsonda in *laser ablation* (LA) 266 nm UV accoppiata con uno spettrometro di massa Element I - ThermoFinnigan (ICP-MS, *Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry*). Il fascio laser ha un diametro di 50 μm . Il limite di rilevabilità varia da 0.002 a 0.2 ppm per quasi tutti gli elementi e la precisione analitica da 2 a 5%. Informazioni dettagliate sulla procedura di analisi, le condizioni adottate, la sorgente laser e il trattamento dei dati sono riportate in Tiepolo *et al.* (2003).

BIBLIOGRAFIA

- ARTINI E. (1887) - Contribuzione alla mineralogia del Vicentino. *Atti R. Accademia Lincei. Mem. Classe Sc. Fis. Matem. Nat. Serie 4a*, 4, 89-99.
- BOSCARDIN M. & VIOLATI TESCARI O. (1996) - Gemme del Vicentino. Comune di Montecchio Maggiore, Museo Civico "G. Zannato", 114 pp.
- CARRARO A., CARLI C., VISONÀ D., BOSCARDIN M. (2005) - I noduli di peridotite a spinello nel filone basaltico di Valle di Fondi (Altopiano di Asiago, Vicenza): microstrutture, composizione e geotermometria. *Studi e Ricerche - Associazione Amici del Museo - Museo Civico "G. Zannato" - Montecchio Maggiore (Vicenza)*, 12, 37-41.
- CARRARO A., VISONÀ D., BETTIN S., BOSCARDIN M. (2006) - Noduli ultramafici e megacrystalli nelle lave basaltiche di Salbegghi (Marosticano, Vicenza). *Studi e Ricerche - Associazione Amici del Museo - Museo Civico "G. Zannato" - Montecchio Maggiore (Vicenza)*, 13, 35-42.
- CASTAGNA R. (1999) - Zircone e almandino di Novale. *Riv. Mineral. It.*, 23, 2, 113 - 114.
- MATTEY D., LOWRY D., MACPHERSON C. (1994) - Oxygen isotope composition of mantle peridotite. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 128, 231-241.
- MCDONOUGH W.F. & SUN S.-s. (1995) - The composition of the Earth. *Chem. Geol.*, 120, 223-253.
- SIENA F. & COLTORTI M. (1989) - Lithospheric mantle evolution: Evidences from ultramafic xenoliths in the Lessinian volcanics (northern Italy). *Chem. Geol.*, 77, 347-364.
- SCHULZE D.J. (2003) - A classification scheme for mantle-derived garnets in kimberlite: a tool for investigating the mantle and exploring for diamonds. *Lithos*, 71, 195-213.
- TIEPOLO M., BOTTAZZI P., PALENZONA M., VANNUCCI R. (2003) - A laser probe couplet with ICP - Double Focusing sector-field mass spectrometer for in situ analysis of geological samples and U-Pb dating on zircon. *Canad. Mineral.*, 41, 259-272.
- VISIONÀ D., CAIRONI V., CARRARO A., BOSCARDIN M., PEGORARO S., LOVATO A. (2001) - Gli zirconi del vicentino: tipologia, chimismo e provenienza. *Studi e Ricerche - Associazione Amici del Museo - Museo Civico "G. Zannato" - Montecchio Maggiore (Vicenza)*, pp. 43-52.
- VISIONÀ D., CAIRONI V., CARRARO A., DALLAI L., FIORETTI A.M., FANNING M. (2007) - Zircon megacrysts from the basalts of the Venetian Volcanic Province (NE Italy). U-Pb age, oxygen isotope and REE. *Lithos*, 94, 168-180.