Zeitschrift:	Memorie / Società ticinese di scienze naturali, Museo cantonale di storia naturale
Herausgeber:	Società ticinese di scienze naturali ; Museo cantonale di storia naturale
Band:	9 (2007)
Artikel:	I minerali pesanti nelle sabbie della Breggia
Autor:	Vignola, Pietro / Andò, Sergio / Vezzoli, Giovanni
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-981625

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. <u>Siehe Rechtliche Hinweise.</u>

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. <u>Voir Informations légales.</u>

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. <u>See Legal notice.</u>

Download PDF: 22.05.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

I MINERALI PESANTI NELLE SABBIE DELLA BREGGIA

di Pietro Vignola, Sergio Andò, Giovanni Vezzoli e Paolo Oppizzi

Introduzione

Nelle zone a elevato rilievo, in contesti montani come quello del Parco, dove l'alterazione chimica è trascurabile e il trasporto dei sedimenti molto rapido e breve, le associazioni di minerali possono essere ritenute la fedele testimonianza della composizione della roccia sorgente, mentre il sedimento naturalmente prodotto dall'erosione e dal trasporto fluviale, può essere considerato l'equivalente petrografico delle rocce esposte nel bacino di drenaggio (Garzanti *et al.* 2007).

Utilizzando le tecniche classiche della petrografia dei sedimenti, l'analisi dei minerali pesanti delle sabbie e analisi chimiche quantitative eseguite su frazioni rappresentative dei campioni di minerali, è stato possibile riconoscere la provenienza del detrito e l'influenza dei depositi morenici sulle associazioni mineralogiche osservate e sui frammenti di roccia rinvenuti nel greto del fiume Breggia.

I minerali riconosciuti in un campione di sabbia (63-250 µm), sono stati confrontati con una banca dati (Garzanti *et al.* 2006) di analisi condotte su campioni provenienti dalle diverse unità strutturali delle Alpi, per meglio definire la sorgente del detrito.

A questo scopo ci si è avvalsi dei dati di letteratura su analoghe tematiche di ricerca come chiave di lettura del territorio e della situazione geologica del Parco delle Gole della Breggia, con il preciso intento di identificare la segnatura mineralogica del detrito eroso dalle rocce cristalline e sedimentarie delle Alpi.

Il presente studio costituisce un esempio di analisi attualistica di provenienza, qui finalizzata a ricostruire la natura e l'origine dei sedimenti trasportati attualmente dal fiume Breggia.

La serie della Breggia nel contesto delle Alpi meridionali

Le sequenze rocciose affioranti nel Parco delle Gole della Breggia derivano dall'evoluzione stratigrafica-paleoambientale del «Bacino Lombardo», nell'intervallo Giurassico Superiore - Cretaceo. Il Bacino Lombardo costituisce un'unità geologica a scala regionale, instauratasi dal Triassico superiore lungo un sistema di faglie listriche nel settore occidentale delle Alpi Meridionali, in seguito a rifting precedente ed coevo all'apertura della Tetide (Winterer e Bosellini 1981, Bally *et al.* 1981, Bertotti 1990). Durante le fasi di rifting il margine passivo comprendente le Alpi Meridionali, sottoposto a subsidenza, si differenzia in bacini, alti

sottomarini, plateaux e piattaforme carbonatiche. In tale contesto, si instaurano due bacini principali: il Bacino di Belluno a est e il Bacino Lombardo a ovest, separati dalla piattaforma di Trento, sommersa nel Giurassico e divenuta un plateau sottomarino. Il Bacino Lombardo si differenzia a sua volta in una serie di «alti» e «sottobacini» delimitati da faglie normali sinsedimentarie (Bernoulli 1964, Kälin e Trümpy 1977, Bernoulli *et al.* 1979). Tra questi, all'interno del Bacino del Monte Generoso, delimitato a ovest dalla «Soglia di Lugano» (Bernoulli op. cit.) si accumula quella che può probabilmente essere definita la più potente sequenza sedimentaria di rift del margine passivo meridionale della Tetide.

Raccolta e descrizione dei campioni

Nel presente lavoro sono state eseguite analisi chimiche quantitative e analisi diffrattometriche su campioni di minerali pesanti

estratti per mezzo di batea dai depositi sciolti del fiume Breggia.

Indagini chimiche e diffrattometriche sono pure state eseguite su campioni rappresentati da ciottoli di dimensione centimetrica (campioni MCSN 10682A, MCSN 10682B e MCSN 10680, MCSN 10478, MCSN 10689, MCSN 10688 e 11059).

Tutti i campioni (cfr. tab. 1) appartengono alla collezione del Museo cantonale di storia naturale di Lugano e sono stati raccolti fra il 1990 e il 1993 (collezione Christian Joye).

Allo scopo di determinare la composizione petrografica e mineralogica del detrito è stata campionata una piccola barra di sabbia del fiume Breggia in prossimità del sentiero che costeggia il cementificio (campione S2180, fig. 1).

Metodi di campionamento e tecniche analitiche

Nello studio dei minerali pesanti detritici della sabbia è stato utilizzata la frazione con granulometria 0.063Fig. 1 – Ubicazione del prelievo del campione di sabbia (S2180), utilizzato per le analisi di paragone.



 (*) Analisi chimica quantitativa.
(**) Analisi chimica quantitativa e analisi qualitativa in diffrazione di polveri.

cantonale di storia naturale).

Campione	Descrizione	Analisi	Composizione
MCSN 10689	Cristalli arrotondati di dimensioni millimetriche di colore rosso- bruno.	(*)	granato
MCSN 11058A	Cristalli arrotondati di dimensioni millimetriche di colore rosso- bruno.	(*)	granato
MCSN 11058B	Cristalli arrotondati di dimensioni millimetriche di bruno con tonalità rosse.	(*)	granato
MCSN 10476	Cristallo singolo con abito ottaedrico di colore nero e lucentezza metallica.	(*)	spinello
MCSN 10685A	Grani spigolosi e cristalli arrotondati di dimensioni millimetriche e colore prevalente nero.	(*)	spinello
MCSN 10685B	Cristalli ad abito ottaedrico o cubico e frammenti di cristallo di colore nero oppure giallo ottone con lucentezza metallica.	(*)	spinello
MCSN10687	Cristalli e grani di dimensione submillimetrica, colore nero e lucentezza vitreo-metallica.	(*)	spinello
MCSN 11060	Cristalli e grani di dimensione submillimetrica, colore nero e lucentezza vitreo-metallica.	(*)	spinello
MCSN 10686	Cristalli e grani di dimensione submillimetrica, colore nero e lucentezza vitreo-metallica.	(*)	ilmenite
MCSN 11061	Cristalli e grani di dimensione submillimetrica, colore nero e lucentezza vitreo-metallica.	(*)	ilmenite
MCSN 10688	Granuli sub arrotondati di diametro inferiore al millimetro e colore bruno scuro.	(*)	rutilo
MCSN 11059	Granuli sub arrotondati di diametro inferiore al millimetro e colore bruno scuro.	(*)	rutilo
MCSN 10682A	Ciottolo ben arrotondato con dimensione massima di 6 centimetri di colore verde grigio chiaro con cristalli di granato rosso-bruni.	(**)	eclogite
MCSN 10682B	Ciottolo ben arrotondato con dimensione massima di 7 centimetri di colore verde scuro con cristalli di granato rosso-bruni.	(**)	cloritoscisto a granato
MCSN 10680	Ciottolo ben arrotondato con dimensione massima di 4 centimetri in cui spiccano cristalli di granato bruni in matrice grigio chiara.	(**)	talcoscisto a granato
MCSN 10478	Ciottolo ben arrotondato con dimensione massima di 4 centimetri di colore nero omogeneo con porzioni ossidate ocracee.	(**)	ematite
MCSN 10683 (A e B)	Ciottoli ben arrotondati di circa 3 cm di diametro di colore nero brunastro.	(*)	magnetite
MCSN 10698	Granuli poco arrotondati da 1 a 5 mm di diametro di colore rosso rubino, alcuni risultano lavorati. Presenza di cristalli di epidoto e clinozoisite verdi e gialli.	(*)	corindone
MCSN 10690 MCSN 12118	Pagliuzze appiattite con diametro variabile, il campione MCSN 12118 contiene una lamina di oro ripiegata di circa 10 mm.	(*)	oro

0.25 mm (molto fine a fine). Dopo opportuna preparazione del campione, l'analisi quantitativa delle specie presenti è stata effettuata al microscopio polarizzatore mediante il conteggio di 239 minerali pesanti trasparenti con il metodo denominato «Flett methods» (Mange e Maurer 1992). L'analisi dei minerali pesanti detritici è stata eseguita mediante le procedure standard di separazione ed analisi (Parfenoff et al. 1970, Mange e Maurer 1992) ed effettuate presso il Laborato-rio di Sedimentologia del Dipartimento di Geologia di Milano-Bicocca. Le immagini in elettroni retro-diffusi («backscattered electrons-BSE») e le analisi chimiche quantitative sono state eseguite su sezioni lucide, metallizzate per mezzo di un microscopio elettronico a scansione (SEM) equipaggiato con una microsonda elettronica a dispersione di energia (EDS).

I diffrattogrammi di polveri sono stati raccolti per mezzo di un diffrattometro automatico per polveri.

Composizione petrografica-mineralogica delle sabbie del fiume Breggia

Parametri composizionali

La descrizione dei frammenti roccia presenti nei sedimenti delle sabbie è basata su 9 parametri composizionali utilizzati comunemente negli studi relativi alla provenienza dei sedimenti (tav. 1), mentre per la descrizione dell'associazione di minerali trasparenti rinvenuti nella sabbia, sono stati impiegati 10 indici mineralogici. Le caratteristiche del detrito sono rappresentate in un diagramma ternario nel quale, a titolo di confronto, sono state indicate le composizioni «medie» Tav. 1 – I frammenti di roccia del fiume Breggia Metamorfici Carbonatici Serpentiniti Campione Granitoidi Vulcanici Feldspati Quarzo errigen Totale Selce S2180 5 0 0 0 24 17 53 2 0 100.0 Composizione principale Rocce metamorfiche 50 Breggia 0 Adda 60 Ticino 70 80 LC 20 40 50 60 70 0 10 30 80 90 100 Rocce granitoidi Rocce sedimentarie Litici carbonatici LC Lch Selce Lu Serpentinite

delle sabbie dei fiumi Ticino e Adda (tav. 2). L'abbondanza dei minerali pesanti presenti nel sedimento (trasparenti; opachi; torbidi) e di quelli trasparenti è stata espressa mediante l'indice HMC («Heavy Mineral Concentration index») e tHMC («transparent Heavy Mineral Concentration index») (Garzanti e Andò 2007).

%HM = ZTR+T&+Hb+&A+CPX+OPX+OS+ LgM+Gt+HgM (Total transparent dense minerals)

Analisi chimiche e diffrattometriche su campioni estratti con la batea

Granati

Le analisi chimiche eseguite su frazioni rappresentative dei granati dei campioni MCSN 10689, MCSN 11058A e MCSN 11058B (tab. 2) hanno rivelato una composizione chimica riferibile alla serie almandino-spessartina con percentuali variabili ma basse di piropo. Tali composizioni (fig. 2), indicano una provenienza da rocce metamorfiche di vario tipo appartenenti al basamento cristallino delle Alpi Meridionali.

Spinelli

Le analisi chimiche eseguite su frazioni rappresentative degli spinelli relativi ai campioni MCSN 10476, MCSN 10685A, MCSN 10685B, MCSN10687 e MCSN 11060 (tab. 3) hanno fornito composizioni variabili da magnetite a cromite (fig. 3).

In particolare le analisi relative ai campioni MCSN 10476 e MCSN 10685B risultano omogenee tra loro e ricadenti nel campo della magnetite; il campione MCSN 10685B ha dato composizioni variabili tra magnetite pura e magnetite da poco a fortemente cromifera; i campioni MCSN10687 e MCSN



	MCSN 10689	MCSN 10689	MCSN 10689	MCSN 10689	MCSN 10689	MCSN 10689	MCSN 10689	MCSN 10689	MCSN 10689	MCSN 11058A	MCSN 11058A	MCSN 11058A	MCSN 11058A	MCSN 11058A	MCSN 11058A
SiO ₂	37.50	37.17	37.57	37.57	37.50	37.60	37.94	37.50	37.90	37.73	37.77	37.37	37.85	37.35	37.32
Al_2O_3	21.02	21.01	21.12	21.49	21.14	21.39	21.52	20.98	21.05	21.35	21.39	21.33	21.39	21.45	21.25
Fe_2O_3 (*)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FeO	33.65	32.95	34.08	35.96	32.59	32.41	33.54	34.92	33.84	29.15	34.87	32.83	33.31	37.38	33.45
MnO	1.91	5.46	2.48	0.91	4.76	3.30	0.80	1.22	2.59	7.06	0.64	4.15	2.04	0.42	3.93
MgO	1.51	2.15	2.83	2.62	2.42	3.27	2.90	2.19	1.85	3.03	2.19	3.19	2.33	2.68	2.71
CaO	4.02	0.87	1.51	1.05	1.19	1.63	2.89	2.80	2.37	1.48	2.94	0.93	2.88	0.51	1.14
Totale	99.61	99.61	99.59	99.60	99.60	99.60	99.59	99.61	99.60	99.80	99.80	99.80	99.80	99.79	99.80
					Normaliz	zate su 7	cationi e	e 24 cario	che						
Si	3.043	3.027	3.039	3.043	3.043	3.028	3.052	3.039	3.078	3.038	3.049	3.013	3.052	3.025	3.018
Al	2.010	2.016	2.014	2.051	2.022	2.030	2.040	2.004	2.015	2.026	2.035	2.027	2.033	2.047	2.025
Fe ³⁺	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe ²⁺	2.284	2.244	2.306	2.436	2.212	2.183	2.256	2.366	2.299	1.963	2.354	2.214	2.247	2.532	2.262
Mn	0.131	0.377	0.170	0.062	0.327	0.225	0.055	0.084	0.178	0.482	0.044	0.283	0.139	0.029	0.269
Mg	0.183	0.261	0.341	0.316	0.293	0.393	0.348	0.265	0.224	0.364	0.264	0.383	0.280	0.324	0.327
Ca	0.350	0.076	0.131	0.091	0.104	0.141	0.249	0.243	0.206	0.128	0.254	0.080	0.249	0.044	0.099
Grossularia	0.12	0.03	0.04	0.03	0.04	0.05	0.09	0.08	0.07	0.04	0.09	0.03	0.09	0.02	0.03
Almandino	0.78	0.76	0.78	0.84	0.75	0.74	0.78	0.80	0.79	0.67	0.81	0.75	0.77	0.87	0.77
Piropo	0.06	0.09	0.12	0.11	0.10	0.13	0.12	0.09	0.08	0.12	0.09	0.13	0.10	0.11	0.11
Andradite	0.05	0.13	0.06	0.02	0.11	0.08	0.02	0.03	0.06	0.16	0.02	0.10	0.05	0.01	0.09
/ maradite	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	MCSN	MCSN	MCSN	MCSN	MCSN	MCSN	MCSN	MCSN	MCSN	MCSN	MCSN	MCSN	MCSN	MCSN	
	MCSN 11058A	MCSN 11058A	MCSN 11058A	MCSN 11058A	MCSN 11058A	MCSN 11058B	MCSN 11058B	MCSN 11058B	MCSN 11058B	MCSN 11058B	MCSN 11058B	MCSN 11058B	MCSN 11058B	MCSN 10682B	
	MCSN 11058A	MCSN 11058A	MCSN 11058A	MCSN 11058A	MCSN 11058A	MCSN 11058B	MCSN 11058B	MCSN 11058B	MCSN 11058B	MCSN 11058B	MCSN 11058B	MCSN 11058B	MCSN 11058B	MCSN 10682B	
SiO ₂	MCSN 11058A 38.81	MCSN 11058A 36.93	MCSN 11058A 37.76	MCSN 11058A 37.59	MCSN 11058A 37.45	MCSN 11058B 37.42	MCSN 11058B 37.79	MCSN 11058B 37.46	MCSN 11058B 37.26	MCSN 11058B 37.60	MCSN 11058B 37.86	MCSN 11058B 36.95	MCSN 11058B 37.66	MCSN 10682B 37.93	
SiO ₂ Al ₂ O ₃	MCSN 11058A 38.81 22.22	MCSN 11058A 36.93 21.37	MCSN 11058A 37.76 21.33	MCSN 11058A 37.59 21.38	MCSN 11058A 37.45 21.53	MCSN 11058B 37.42 21.18	MCSN 11058B 37.79 21.32	MCSN 11058B 37.46 20.87	MCSN 11058B 37.26 20.48	MCSN 11058B 37.60 21.39	MCSN 11058B 37.86 21.34	MCSN 11058B 36.95 20.84	MCSN 11058B 37.66 21.33	MCSN 10682B 37.93 21.89	
SiO2 Al2O3 Fe2O3 (*)	MCSN 11058A 38.81 22.22 0.00	MCSN 11058A 36.93 21.37 0.14	MCSN 11058A 37.76 21.33 0.00	MCSN 11058A 37.59 21.38 0.00	MCSN 11058A 37.45 21.53 0.00	MCSN 11058B 37.42 21.18 0.00	MCSN 11058B 37.79 21.32 0.00	MCSN 11058B 37.46 20.87 0.00	MCSN 11058B 37.26 20.48 0.00	MCSN 11058B 37.60 21.39 0.00	MCSN 11058B 37.86 21.34 0.00	MCSN 11058B 36.95 20.84 0.00	MCSN 11058B 37.66 21.33 0.00	MCSN 10682B 37.93 21.89 0.00	
SiO ₂ Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ (*) FeO	MCSN 11058A 38.81 22.22 0.00 29.92	MCSN 11058A 36.93 21.37 0.14 36.10	MCSN 11058A 37.76 21.33 0.00 33.32	MCSN 11058A 37.59 21.38 0.00 35.73	MCSN 11058A 37.45 21.53 0.00 35.64	MCSN 11058B 37.42 21.18 0.00 36.14	MCSN 11058B 37.79 21.32 0.00 29.47	MCSN 11058B 37.46 20.87 0.00 24.57	MCSN 11058B 37.26 20.48 0.00 35.36	MCSN 11058B 37.60 21.39 0.00 36.79	MCSN 11058B 37.86 21.34 0.00 32.63	MCSN 11058B 36.95 20.84 0.00 35.21	MCSN 11058B 37.66 21.33 0.00 33.78	MCSN 10682B 37.93 21.89 0.00 37.10	
SiO ₂ Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ (*) FeO MnO	MCSN 11058A 38.81 22.22 0.00 29.92 1.27	MCSN 11058A 36.93 21.37 0.14 36.10 1.10	MCSN 11058A 37.76 21.33 0.00 33.32 3.02	MCSN 11058A 37.59 21.38 0.00 35.73 1.81	MCSN 11058A 37.45 21.53 0.00 35.64 1.16	MCSN 11058B 37.42 21.18 0.00 36.14 1.92	MCSN 11058B 37.79 21.32 0.00 29.47 1.59	MCSN 11058B 37.46 20.87 0.00 24.57 9.65	MCSN 11058B 37.26 20.48 0.00 35.36 2.70	MCSN 11058B 37.60 21.39 0.00 36.79 0.88	MCSN 11058B 37.86 21.34 0.00 32.63 0.78	MCSN 11058B 36.95 20.84 0.00 35.21 1.41	MCSN 11058B 37.66 21.33 0.00 33.78 3.97	MCSN 10682B 37.93 21.89 0.00 37.10 1.29	
SiO ₂ Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ (*) FeO MnO MgO	MCSN 11058A 38.81 22.22 0.00 29.92 1.27 5.44	MCSN 11058A 36.93 21.37 0.14 36.10 1.10 3.18	MCSN 11058A 37.76 21.33 0.00 33.32 3.02 3.18	MCSN 11058A 37.59 21.38 0.00 35.73 1.81 2.34	MCSN 11058A 37.45 21.53 0.00 35.64 1.16 2.97	MCSN 11058B 37.42 21.18 0.00 36.14 1.92 1.48	MCSN 11058B 37.79 21.32 0.00 29.47 1.59 0.80	MCSN 11058B 37.46 20.87 0.00 24.57 9.65 0.89	MCSN 11058B 37.26 20.48 0.00 35.36 2.70 1.20	MCSN 11058B 37.60 21.39 0.00 36.79 0.88 1.38	MCSN 11058B 37.86 21.34 0.00 32.63 0.78 4.41	MCSN 11058B 36.95 20.84 0.00 35.21 1.41 1.65	MCSN 11058B 37.66 21.33 0.00 33.78 3.97 1.83	MCSN 10682B 37.93 21.89 0.00 37.10 1.29 2.47	
SiO ₂ Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ (*) FeO MnO MgO CaO	MCSN 11058A 38.81 22.22 0.00 29.92 1.27 5.44 2.14	MCSN 11058A 36.93 21.37 0.14 36.10 1.10 3.18 1.00	MCSN 11058A 37.76 21.33 0.00 33.32 3.02 3.18 1.19	MCSN 11058A 37.59 21.38 0.00 35.73 1.81 2.34 0.95	MCSN 11058A 37.45 21.53 0.00 35.64 1.16 2.97 1.05	MCSN 11058B 37.42 21.18 0.00 36.14 1.92 1.48 2.01	MCSN 11058B 37.79 21.32 0.00 29.47 1.59 0.80 9.40	MCSN 11058B 37.46 20.87 0.00 24.57 9.65 0.89 6.36	MCSN 11058B 37.26 20.48 0.00 35.36 2.70 1.20 2.25	MCSN 11058B 37.60 21.39 0.00 36.79 0.88 1.38 2.69	MCSN 11058B 37.86 21.34 0.00 32.63 0.78 4.41 1.90	MCSN 11058B 36.95 20.84 0.00 35.21 1.41 1.65 2.49	MCSN 11058B 37.66 21.33 0.00 33.78 3.97 1.83 1.87	MCSN 10682B 37.93 21.89 0.00 37.10 1.29 2.47 0.56	
SiO ₂ Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ (*) FeO MnO MgO CaO Totale	MCSN 11058A 38.81 22.22 0.00 29.92 1.27 5.44 2.14 99.80	MCSN 11058A 36.93 21.37 0.14 36.10 1.10 3.18 1.00 99.82	MCSN 11058A 37.76 21.33 0.00 33.32 3.02 3.18 1.19 99.80	MCSN 11058A 37.59 21.38 0.00 35.73 1.81 2.34 0.95 99.80	MCSN 11058A 37.45 21.53 0.00 35.64 1.16 2.97 1.05 99.80	MCSN 11058B 37.42 21.18 0.00 36.14 1.92 1.48 2.01 100.15	MCSN 11058B 37.79 21.32 0.00 29.47 1.59 0.80 9.40 100.37	MCSN 110588 37.46 20.87 0.00 24.57 9.65 0.89 6.36 99.80	MCSN 11058B 37.26 20.48 0.00 35.36 2.70 1.20 2.25 99.25	MCSN 11058B 37.60 21.39 0.00 36.79 0.88 1.38 2.69 100.73	MCSN 11058B 37.86 21.34 0.00 32.63 0.78 4.41 1.90 98.92	MCSN 11058B 36.95 20.84 0.00 35.21 1.41 1.65 2.49 98.55	MCSN 11058B 37.66 21.33 0.00 33.78 3.97 1.83 1.87 100.44	MCSN 10682B 37.93 21.89 0.00 37.10 1.29 2.47 0.56 101.24	
SiO2 Al2O3 Fe2O3 (*) FeO MnO MgO CaO Totale	MCSN 11058A 38.81 22.22 0.00 29.92 1.27 5.44 2.14 99.80	MCSN 11058A 36.93 21.37 0.14 36.10 1.10 3.18 1.00 99.82	MCSN 11058A 37.76 21.33 0.00 33.32 3.02 3.18 1.19 99.80	MCSN 11058A 37.59 21.38 0.00 35.73 1.81 2.34 0.95 99.80	MCSN 11058A 37.45 21.53 0.00 35.64 1.16 2.97 1.05 99.80 Normaliz	MCSN 11058B 37.42 21.18 0.00 36.14 1.92 1.48 2.01 100.15 zzate su 7	MCSN 11058B 37.79 21.32 0.00 29.47 1.59 0.80 9.40 100.37 cationi e	MCSN 11058B 37.46 20.87 0.00 24.57 9.65 0.89 6.36 99.80 24 carice	MCSN 11058B 37.26 20.48 0.00 35.36 2.70 1.20 2.25 99.25 the	MCSN 11058B 37.60 21.39 0.00 36.79 0.88 1.38 2.69 100.73	MCSN 11058B 37.86 21.34 0.00 32.63 0.78 4.41 1.90 98.92	MCSN 11058B 36.95 20.84 0.00 35.21 1.41 1.65 2.49 98.55	MCSN 110588 37.66 21.33 0.00 33.78 3.97 1.83 1.87 100.44	MCSN 106828 37.93 21.89 0.00 37.10 1.29 2.47 0.56 101.24	
SiO2 Al2O3 Fe2O3 (*) FeO MnO MgO <u>CaO</u> Totale Si	MCSN 11058A 38.81 22.22 0.00 29.92 1.27 5.44 2.14 99.80 3.059	MCSN 11058A 36.93 21.37 0.14 36.10 1.10 3.18 1.00 99.82 2.980 2.032	MCSN 11058A 37.76 21.33 0.00 33.32 3.02 3.18 1.19 99.80 3.041	MCSN 11058A 37.59 21.38 0.00 35.73 1.81 2.34 0.95 99.80 3.047	MCSN 11058A 37.45 21.53 0.00 35.64 1.16 2.97 1.05 99.80 Normaliz 3.021	MCSN 11058B 37.42 21.18 0.00 36.14 1.92 1.48 2.01 100.15 zzate su 7 3.036	MCSN 11058B 37.79 21.32 0.00 29.47 1.59 0.80 9.40 100.37 cationi e 3.018	MCSN 11058B 37.46 20.87 0.00 24.57 9.65 0.89 6.36 99.80 24 caric 3.030	MCSN 11058B 37.26 20.48 0.00 35.36 2.70 1.20 2.25 99.25 the 3.059	MCSN 11058B 37.60 21.39 0.00 36.79 0.88 1.38 2.69 100.73 3.030	MCSN 11058B 37.86 21.34 0.00 32.63 0.78 4.41 1.90 98.92 3.042	MCSN 11058B 36.95 20.84 0.00 35.21 1.41 1.65 2.49 98.55 3.039	MCSN 110588 37.66 21.33 0.00 33.78 3.97 1.83 1.87 100.44 3.039	MCSN 106828 37.93 21.89 0.00 37.10 1.29 2.47 0.56 101.24 3.031	
SiO2 Al2O3 Fe2O3 (*) FeO MnO MgO <u>CaO</u> Totale Si Al	MCSN 11058A 38.81 22.22 0.00 29.92 1.27 5.44 2.14 99.80 3.059 2.064	MCSN 11058A 36.93 21.37 0.14 36.10 1.10 3.18 1.00 99.82 2.980 2.032	MCSN 11058A 37.76 21.33 0.00 33.32 3.02 3.18 1.19 99.80 3.041 2.025	MCSN 11058A 37.59 21.38 0.00 35.73 1.81 2.34 0.95 99.80 3.047 2.042	MCSN 11058A 37.45 21.53 0.00 35.64 1.16 2.97 1.05 99.80 Normaliz 3.021 2.047	MCSN 11058B 37.42 21.18 0.00 36.14 1.92 1.48 2.01 100.15 zzate su 7 3.036 2.026	MCSN 11058B 37.79 21.32 0.00 29.47 1.59 0.80 9.40 100.37 cationi e 3.018 2.007	MCSN 11058B 37.46 20.87 0.00 24.57 9.65 0.89 6.36 99.80 224 caric 3.030 1.989	MCSN 11058B 37.26 20.48 0.00 35.36 2.70 1.20 2.25 99.25 the 3.059 1.981 2.981	MCSN 11058B 37.60 21.39 0.00 36.79 0.88 1.38 2.69 100.73 3.030 2.032	MCSN 11058B 37.86 21.34 0.00 32.63 0.78 4.41 1.90 98.92 3.042 2.021	MCSN 11058B 36.95 20.84 0.00 35.21 1.41 1.65 2.49 98.55 3.039 2.020	MCSN 110588 37.66 21.33 0.00 33.78 3.97 1.83 1.87 100.44 3.039 2.029	MCSN 10682B 37.93 21.89 0.00 37.10 1.29 2.47 0.56 101.24 3.031 2.061	
SiO ₂ Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ (*) FeO MnO MgO <u>CaO</u> Totale Si Al Fe ³⁺ r- ²⁺	MCSN 11058A 38.81 22.22 0.00 29.92 1.27 5.44 2.14 99.80 3.059 2.064 0.000	MCSN 11058A 36.93 21.37 0.14 36.10 1.10 3.18 1.00 99.82 2.980 2.032 0.008 2.032	MCSN 11058A 37.76 21.33 0.00 33.32 3.02 3.18 1.19 99.80 3.041 2.025 0.000	MCSN 11058A 37.59 21.38 0.00 35.73 1.81 2.34 0.95 99.80 3.047 2.042 0.000	MCSN 11058A 37.45 21.53 0.00 35.64 1.16 2.97 1.05 99.80 Normaliz 3.021 2.047 0.000 2.405	MCSN 11058B 37.42 21.18 0.00 36.14 1.92 1.48 2.01 100.15 zzate su 7 3.036 2.026 0.000	MCSN 11058B 37.79 21.32 0.00 29.47 1.59 0.80 9.40 100.37 cationi e 3.018 2.007 0.000	MCSN 11058B 37.46 20.87 0.00 24.57 9.65 0.89 6.36 99.80 24 caric 3.030 1.989 0.000	MCSN 11058B 37.26 20.48 0.00 35.36 2.70 1.20 2.25 99.25 the 3.059 1.981 0.000 2.130	MCSN 11058B 37.60 21.39 0.00 36.79 0.88 1.38 2.69 100.73 3.030 2.032 0.000 2.032	MCSN 11058B 37.86 21.34 0.00 32.63 0.78 4.41 1.90 98.92 3.042 2.021 0.000	MCSN 11058B 36.95 20.84 0.00 35.21 1.41 1.65 2.49 98.55 3.039 2.020 0.000	MCSN 110588 37.66 21.33 0.00 33.78 3.97 1.83 1.87 100.44 3.039 2.029 0.000	MCSN 10682B 37.93 21.89 0.00 37.10 1.29 2.47 0.56 101.24 3.031 2.061 0.000 2.47	
$\begin{array}{l} \text{SiO}_2\\ \text{Al}_2\text{O}_3\\ \text{Fe}_2\text{O}_3 \ (*)\\ \text{FeO}\\ \text{MnO}\\ \text{MgO}\\ \underline{\text{CaO}}\\ \hline \\ \hline \\ \text{Totale}\\ \text{Si}\\ \text{Al}\\ \text{Fe}^{3*}\\ \text{Fe}^{2*}\\ \text{Ma}\\ \end{array}$	MCSN 11058A 38.81 22.22 0.00 29.92 1.27 5.44 2.14 99.80 3.059 2.064 0.000 1.972 0.237	MCSN 11058A 36.93 21.37 0.14 36.10 1.10 3.18 1.00 99.82 2.980 2.032 0.008 2.436 0.436	MCSN 11058A 37.76 21.33 0.00 33.32 3.02 3.18 1.19 99.80 3.041 2.025 0.000 2.244 0.200	MCSN 11058A 37.59 21.38 0.00 35.73 1.81 2.34 0.95 99.80 3.047 2.042 0.000 2.422	MCSN 11058A 37.45 21.53 0.00 35.64 1.16 2.97 1.05 99.80 Normaliz 3.021 2.047 0.000 2.405 0.070	MCSN 11058B 37.42 21.18 0.00 36.14 1.92 1.48 2.01 100.15 zzate su 7 3.036 2.026 0.000 2.452	MCSN 11058B 37.79 21.32 0.00 29.47 1.59 0.80 9.40 100.37 cationi e 3.018 2.007 0.000 1.968 0.106	MCSN 11058B 37.46 20.87 0.00 24.57 9.65 0.89 6.36 99.80 24 caric 3.030 1.989 0.000 1.665	MCSN 11058B 37.26 20.48 0.00 35.36 2.70 1.20 2.25 99.25 the 3.059 1.981 0.000 2.428 0.120	MCSN 11058B 37.60 21.39 0.00 36.79 0.88 1.38 2.69 100.73 3.030 2.032 0.000 2.480 0.280	MCSN 11058B 37.86 21.34 0.00 32.63 0.78 4.41 1.90 98.92 3.042 2.021 0.000 2.193	MCSN 11058B 36.95 20.84 0.00 35.21 1.41 1.65 2.49 98.55 3.039 2.020 0.000 2.422 0.000	MCSN 110588 37.66 21.33 0.00 33.78 3.97 1.83 1.87 100.44 3.039 2.029 0.000 2.280 0.000	MCSN 10682B 37.93 21.89 0.00 37.10 1.29 2.47 0.56 101.24 3.031 2.061 0.000 2.479	
SiO_2 Al_2O_3 Fe_2O_3 (*) FeO MnO MgO <u>CaO</u> Totale Si Al Fe^{3+} Fe^{2+} Mn	MCSN 11058A 38.81 22.22 0.00 29.92 1.27 5.44 2.14 99.80 3.059 2.064 0.000 1.972 0.085	MCSN 11058A 36.93 21.37 0.14 36.10 1.10 3.18 1.00 99.82 2.980 2.032 0.008 2.436 0.075 0.275	MCSN 11058A 37.76 21.33 0.00 33.32 3.02 3.18 1.19 99.80 3.041 2.025 0.000 2.244 0.206	MCSN 11058A 37.59 21.38 0.00 35.73 1.81 2.34 0.95 99.80 3.047 2.042 0.000 2.422 0.000 2.422 0.124	MCSN 11058A 37.45 21.53 0.00 35.64 1.16 2.97 1.05 99.80 Normaliz 3.021 2.047 0.000 2.405 0.079	MCSN 11058B 37.42 21.18 0.00 36.14 1.92 1.48 2.01 100.15 zzate su 7 3.036 2.026 0.000 2.452 0.132	MCSN 110588 37.79 21.32 0.00 29.47 1.59 0.80 9.40 100.37 cationi e 3.018 2.007 0.000 1.968 0.108	MCSN 11058B 37.46 20.87 0.00 24.57 9.65 0.89 6.36 99.80 24 caric 3.030 1.989 0.000 1.662 0.661	MCSN 11058B 37.26 20.48 0.00 35.36 2.70 1.20 2.25 99.25 the 3.059 1.981 0.000 2.428 0.147	MCSN 11058B 37.60 21.39 0.00 36.79 0.88 1.38 2.69 100.73 3.030 2.032 0.000 2.480 0.060	MCSN 11058B 37.86 21.34 0.00 32.63 0.78 4.41 1.90 98.92 3.042 2.021 0.000 2.193 0.053	MCSN 11058B 36.95 20.84 0.00 35.21 1.41 1.65 2.49 98.55 3.039 2.020 0.000 2.422 0.098	MCSN 110588 37.66 21.33 0.00 33.78 3.97 1.83 1.87 100.44 3.039 2.029 0.000 2.280 0.2280 0.2271 0.2271	MCSN 106828 37.93 21.89 0.00 37.10 1.29 2.47 0.56 101.24 3.031 2.061 0.000 2.479 0.087 0.087	
SiO_2 Al_2O_3 Fe_2O_3 (*) FeO MnO MgO <u>CaO</u> Totale Si Al Fe^{3+} Fe^{2+} Mn Mg Ga	MCSN 11058A 38.81 22.22 0.00 29.92 1.27 5.44 2.14 99.80 3.059 2.064 0.000 1.972 0.085 0.639	MCSN 11058A 36.93 21.37 0.14 36.10 1.10 3.18 1.00 99.82 2.980 2.032 0.008 2.436 0.075 0.382 0.025	MCSN 11058A 37.76 21.33 0.00 33.32 3.02 3.18 1.19 99.80 3.041 2.025 0.000 2.244 0.206 0.382 0.102	MCSN 11058A 37.59 21.38 0.00 35.73 1.81 2.34 0.95 99.80 3.047 2.042 0.000 2.422 0.124 0.283 0.283	MCSN 11058A 37.45 21.53 0.00 35.64 1.16 2.97 1.05 99.80 Normaliz 3.021 2.047 0.000 2.405 0.079 0.357	MCSN 11058B 37.42 21.18 0.00 36.14 1.92 1.48 2.01 100.15 czate su 7 3.036 2.026 0.000 2.452 0.132 0.179	MCSN 11058B 37.79 21.32 0.00 29.47 1.59 0.80 9.40 100.37 cationi e 3.018 2.007 0.000 1.968 0.108 0.095 0.905	MCSN 11058B 37.46 20.87 0.00 24.57 9.65 0.89 6.36 99.80 24 caric 3.030 1.989 0.000 1.662 0.661 0.107	MCSN 11058B 37.26 20.48 0.00 35.36 2.70 1.20 2.25 99.25 the 3.059 1.981 0.000 2.428 0.188 0.147 0.162	MCSN 110588 37.60 21.39 0.00 36.79 0.88 1.38 2.69 100.73 3.030 2.032 0.000 2.480 0.060 0.166	MCSN 11058B 37.86 21.34 0.00 32.63 0.78 4.41 1.90 98.92 3.042 2.021 0.000 2.193 0.053 0.526	MCSN 11058B 36.95 20.84 0.00 35.21 1.41 1.65 2.49 98.55 3.039 2.020 0.000 2.422 0.098 0.202 0.212	MCSN 110588 37.66 21.33 0.00 33.78 3.97 1.83 1.87 100.44 3.039 2.029 0.000 2.280 0.271 0.220	MCSN 106828 37.93 21.89 0.00 37.10 1.29 2.47 0.56 101.24 3.031 2.061 0.000 2.479 0.087 0.294 0.294	
$\begin{array}{c} \text{SiO}_2\\ \text{Al}_2\text{O}_3\\ \text{Fe}_2\text{O}_3 \ (*)\\ \text{FeO}\\ \text{MnO}\\ \text{MgO}\\ \underline{\text{CaO}}\\ \hline \\ \hline \\ \text{Totale}\\ \text{Si}\\ \text{Al}\\ \text{Fe}^{3+}\\ \text{Fe}^{2+}\\ \text{Mn}\\ \text{Mg}\\ \text{Ca}\\ \end{array}$	MCSN 11058A 38.81 22.22 0.00 29.92 1.27 5.44 2.14 99.80 3.059 2.064 0.000 1.972 0.085 0.639 0.181	MCSN 11058A 36.93 21.37 0.14 36.10 1.10 3.18 1.00 99.82 2.980 2.032 0.038 2.436 0.075 0.382 0.086	MCSN 11058A 37.76 21.33 0.00 33.32 3.02 3.18 1.19 99.80 3.041 2.025 0.000 2.244 0.206 0.382 0.103	MCSN 11058A 37.59 21.38 0.00 35.73 1.81 2.34 0.95 99.80 3.047 2.042 0.000 2.422 0.124 0.283 0.083	MCSN 11058A 37.45 21.53 0.00 35.64 1.16 2.97 1.05 99.80 Normaliz 3.021 2.047 0.000 2.405 0.79 0.357 0.091	MCSN 11058B 37.42 21.18 0.00 36.14 1.92 1.48 2.01 100.15 czate su 7 3.036 2.026 0.000 2.452 0.132 0.179 0.175	MCSN 110588 37.79 21.32 0.00 29.47 1.59 0.80 9.40 100.37 cationi e 3.018 2.007 0.000 1.968 0.108 0.095 0.804	MCSN 11058B 37.46 20.87 0.00 24.57 9.65 0.89 6.36 99.80 24 caric 3.030 1.989 0.000 1.662 0.661 0.107 0.551	MCSN 11058B 37.26 20.48 0.00 35.36 2.70 1.20 2.25 99.25 the 3.059 1.981 0.000 2.428 0.188 0.147 0.198	MCSN 11058B 37.60 21.39 0.00 36.79 0.88 1.38 2.69 100.73 3.030 2.032 0.000 2.480 0.060 0.166 0.232	MCSN 11058B 37.86 21.34 0.00 32.63 0.78 4.41 1.90 98.92 3.042 2.021 0.000 2.193 0.528 0.164	MCSN 11058B 36.95 20.84 0.00 35.21 1.41 1.65 2.49 98.55 3.039 2.020 0.000 2.422 0.098 0.202 0.219	MCSN 11058B 37.66 21.33 0.00 33.78 3.97 1.83 1.87 100.44 3.039 2.029 0.000 2.280 0.2271 0.220 0.162	MCSN 106828 37.93 21.89 0.00 37.10 1.29 2.47 0.56 101.24 3.031 2.061 0.000 2.479 0.087 0.294 0.048	
SiO2 Al2O3 Fe2O3 (*) FeO MnO MgO CaO Totale Si Al Fe ³⁺ Fe ²⁺ Mn Mg Ca Grossularia	MCSN 11058A 38.81 22.22 0.00 29.92 1.27 5.44 2.14 99.80 3.059 2.064 0.000 1.972 0.085 0.639 0.181 0.06	MCSN 11058A 36.93 21.37 0.14 36.10 1.10 3.18 1.00 99.82 2.980 2.032 0.038 2.436 0.075 0.382 0.086 0.03	MCSN 11058A 37.76 21.33 0.00 33.32 3.02 3.18 1.19 99.80 3.041 2.025 0.000 2.244 0.206 0.382 0.103 0.04	MCSN 11058A 37.59 21.38 0.00 35.73 1.81 2.34 0.95 99.80 3.047 2.042 0.004 2.422 0.124 0.283 0.083 0.083	MCSN 11058A 37.45 21.53 0.00 35.64 1.16 2.97 1.05 99.80 Normaliz 3.021 2.047 0.000 2.405 0.2405 0.079 0.357 0.091 0.03	MCSN 11058B 37.42 21.18 0.00 36.14 1.92 1.48 2.01 100.15 czate su 7 3.036 2.026 0.000 2.452 0.132 0.175 0.175 0.06	MCSN 110588 37.79 21.32 0.00 29.47 1.59 0.80 9.40 100.37 cationi e 3.018 2.007 0.000 1.968 0.108 0.095 0.804 0.27	MCSN 11058B 37.46 20.87 0.00 24.57 9.65 0.89 6.36 99.80 24 caric 3.030 1.989 0.000 1.662 0.661 0.107 0.551 0.19	MCSN 11058B 37.26 20.48 0.00 35.36 2.70 1.20 2.25 99.25 the 3.059 1.981 0.000 2.428 0.188 0.147 0.198 0.07	MCSN 110588 37.60 21.39 0.00 36.79 0.88 1.38 2.69 100.73 3.030 2.032 0.000 2.480 0.060 0.166 0.232 0.008	MCSN 11058B 37.86 21.34 0.00 32.63 0.78 4.41 1.90 98.92 3.042 2.021 0.000 2.193 0.528 0.164 0.06	MCSN 11058B 36.95 20.84 0.00 35.21 1.41 1.65 2.49 98.55 3.039 2.020 0.000 2.422 0.098 0.202 0.219 0.08	MCSN 11058B 37.66 21.33 0.00 33.78 3.97 1.83 1.87 100.44 3.039 2.029 0.000 2.280 0.2271 0.220 0.162 0.06	MCSN 106828 37.93 21.89 0.00 37.10 1.29 2.47 0.56 101.24 3.031 2.061 0.000 2.479 0.087 0.294 0.048 0.02	
$\begin{array}{c} \text{SiO}_2\\ \text{Al}_2\text{O}_3\\ \text{Fe}_2\text{O}_3 \ (*)\\ \text{FeO}\\ \text{MnO}\\ \text{MgO}\\ \text{CaO}\\ \hline \\ \hline \\ \hline \\ \text{Totale}\\ \\ \text{Si}\\ \text{Al}\\ \text{Fe}^{3*}\\ \text{Fe}^{2*}\\ \text{Mn}\\ \text{Mg}\\ \text{Ca}\\ \hline \\ \\ \text{Grossularia}\\ \text{Almandino}\\ \end{array}$	MCSN 11058A 38.81 22.22 0.00 29.92 1.27 5.44 2.14 99.80 3.059 2.064 0.000 1.972 0.085 0.639 0.181 0.06 0.69	MCSN 11058A 36.93 21.37 0.14 36.10 1.10 3.18 1.00 99.82 2.980 2.032 0.008 2.436 0.075 0.382 0.086 0.03 0.82	MCSN 11058A 37.76 21.33 0.00 33.32 3.02 3.18 1.19 99.80 3.041 2.025 0.000 2.244 0.206 0.382 0.103 0.04 0.77	MCSN 11058A 37.59 21.38 0.00 35.73 1.81 2.34 0.95 99.80 3.047 2.042 0.000 2.422 0.124 0.283 0.083 0.083 0.03 0.83	MCSN 11058A 37.45 21.53 0.00 35.64 1.16 2.97 1.05 99.80 Normaliz 3.021 2.047 0.000 2.405 0.2405 0.079 0.357 0.091 0.03 0.82	MCSN 11058B 37.42 21.18 0.00 36.14 1.92 1.48 2.01 100.15 czate su 7 3.036 2.026 0.000 2.452 0.132 0.179 0.175 0.06 0.84	MCSN 110588 37.79 21.32 0.00 29.47 1.59 0.80 9.40 100.37 cationi e 3.018 2.007 0.000 1.968 0.108 0.095 0.804 0.27 0.66	MCSN 11058B 37.46 20.87 0.00 24.57 9.65 0.89 6.36 99.80 24 caric 3.030 1.989 0.000 1.662 0.661 0.107 0.551 0.19 0.56	MCSN 11058B 37.26 20.48 0.00 35.36 2.70 1.20 2.25 99.25 the 3.059 1.981 0.000 2.428 0.188 0.147 0.198 0.198 0.07 0.82	MCSN 11058B 37.60 21.39 0.00 36.79 0.88 1.38 2.69 100.73 3.030 2.032 0.000 2.480 0.060 0.166 0.232 0.232 0.008 0.84	MCSN 11058B 37.86 21.34 0.00 32.63 0.78 4.41 1.90 98.92 3.042 2.021 0.000 2.193 0.528 0.164 0.066 0.75	MCSN 11058B 36.95 20.84 0.00 35.21 1.41 1.65 2.49 98.55 3.039 2.020 0.000 2.422 0.098 0.202 0.219 0.219 0.08 0.82	MCSN 110588 37.66 21.33 0.00 33.78 3.97 1.83 1.87 100.44 3.039 2.029 0.000 2.280 0.2271 0.220 0.162 0.162 0.06 0.78	MCSN 106828 37.93 21.89 0.00 37.10 1.29 2.47 0.56 101.24 3.031 2.061 0.000 2.479 0.087 0.294 0.048 0.02 0.85	
SiO ₂ Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ (*) FeO MnO MgO CaO Totale Si Al Fe ³⁺ Fe ²⁺ Mn Mg Ca Grossularia Almandino Piropo	MCSN 11058A 38.81 22.22 0.00 29.92 1.27 5.44 2.14 99.80 3.059 2.064 0.000 1.972 0.085 0.639 0.181 0.066 0.69 0.22	MCSN 11058A 36.93 21.37 0.14 36.10 1.10 3.18 1.00 99.82 2.980 2.032 0.008 2.436 0.075 0.382 0.086 0.03 0.086 0.03 0.82 0.13	MCSN 11058A 37.76 21.33 0.00 33.32 3.02 3.18 1.19 99.80 3.041 2.025 0.000 2.244 0.206 0.382 0.103 0.04 0.77 0.13 0.01	MCSN 11058A 37.59 21.38 0.00 35.73 1.81 2.34 0.95 99.80 3.047 2.042 0.000 2.422 0.124 0.283 0.083 0.03 0.83 0.10	MCSN 11058A 37.45 21.53 0.00 35.64 1.16 2.97 1.05 99.80 Normaliz 3.021 2.047 0.000 2.405 0.079 0.357 0.091 0.03 0.82 0.12	MCSN 11058B 37.42 21.18 0.00 36.14 1.92 1.48 2.01 100.15 czate su 7 3.036 2.026 0.000 2.452 0.132 0.179 0.175 0.06 0.84 0.06	MCSN 110588 37.79 21.32 0.00 29.47 1.59 0.80 9.40 100.37 cationi e 3.018 2.007 0.000 1.968 0.108 0.095 0.804 0.27 0.666 0.03	MCSN 11058B 37.46 20.87 0.00 24.57 9.65 0.89 6.36 99.80 24 caric 3.030 1.989 0.000 1.662 0.661 0.107 0.551 0.19 0.551 0.19 0.56 0.04	MCSN 11058B 37.26 20.48 0.00 35.36 2.70 1.20 2.25 99.25 the 3.059 1.981 0.000 2.428 0.188 0.147 0.198 0.147 0.198	MCSN 11058B 37.60 21.39 0.00 36.79 0.88 1.38 2.69 100.73 3.030 2.032 0.000 2.480 0.060 0.166 0.232 0.032 0.032 0.032 0.032 0.032 0.04 0.060	MCSN 11058B 37.86 21.34 0.00 32.63 0.78 4.41 1.90 98.92 3.042 2.021 0.000 2.193 0.053 0.528 0.164 0.06 0.75 0.18	MCSN 11058B 36.95 20.84 0.00 35.21 1.41 1.65 2.49 98.55 3.039 2.020 0.000 2.422 0.098 0.202 0.219 0.219 0.08 0.82 0.07	MCSN 110588 37.66 21.33 0.00 33.78 3.97 1.83 1.87 100.44 3.039 2.029 0.000 2.280 0.271 0.220 0.162 0.162 0.78 0.066 0.78 0.08	MCSN 10682B 37.93 21.89 0.00 37.10 1.29 2.47 0.56 101.24 3.031 2.061 0.000 2.479 0.087 0.294 0.048 0.02 0.85 0.10	
SiO ₂ Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ (*) FeO MnO MgO CaO Totale Si Al Fe ³⁺ Fe ²⁺ Mn Mg Ca Grossularia Almandino Piropo Spessartina	MCSN 11058A 38.81 22.22 0.00 29.92 1.27 5.44 2.14 99.80 3.059 2.064 0.000 1.972 0.085 0.639 0.181 0.066 0.629 0.03	MCSN 11058A 36.93 21.37 0.14 36.10 1.10 3.18 1.00 99.82 2.980 2.032 0.008 2.436 0.075 0.382 0.086 0.075 0.382 0.086 0.03 0.82 0.03 0.82 0.13 0.03 0.03	MCSN 11058A 37.76 21.33 0.00 33.32 3.02 3.18 1.19 99.80 3.041 2.025 0.000 2.244 0.206 0.382 0.103 0.04 0.77 0.13 0.07	MCSN 11058A 37.59 21.38 0.00 35.73 1.81 2.34 0.95 99.80 3.047 2.042 0.000 2.422 0.124 0.283 0.083 0.03 0.03 0.03 0.04 0.04	MCSN 11058A 37.45 21.53 0.00 35.64 1.16 2.97 1.05 99.80 Normaliz 3.021 2.047 0.000 2.405 0.079 0.357 0.091 0.03 0.82 0.12 0.03	MCSN 11058B 37.42 21.18 0.00 36.14 1.92 1.48 2.01 100.15 tzate su 7 3.036 2.026 0.000 2.452 0.132 0.179 0.175 0.066 0.84 0.06 0.05	MCSN 110588 37.79 21.32 0.00 29.47 1.59 0.80 9.40 100.37 cationi e 3.018 2.007 0.000 1.968 0.108 0.095 0.804 0.27 0.666 0.03 0.04 0.04	MCSN 11058B 37.46 20.87 0.00 24.57 9.65 0.89 6.36 99.80 24 caric 3.030 1.989 0.000 1.662 0.661 0.107 0.551 0.19 0.551	MCSN 11058B 37.26 20.48 0.00 35.36 2.70 1.20 2.25 99.25 the 3.059 1.981 0.000 2.428 0.188 0.147 0.198 0.147 0.198 0.07 0.82 0.05 0.05 0.05	MCSN 110588 37.60 21.39 0.00 36.79 0.88 1.38 2.69 100.73 3.030 2.032 0.000 2.480 0.060 0.166 0.232 0.088 0.84 0.060 0.232	MCSN 11058B 37.86 21.34 0.00 32.63 0.78 4.41 1.90 98.92 3.042 2.021 0.000 2.193 0.053 0.528 0.164 0.066 0.75 0.18 0.02	MCSN 11058B 36.95 20.84 0.00 35.21 1.41 1.65 2.49 98.55 3.039 2.020 0.000 2.422 0.098 0.202 0.219 0.08 0.202 0.219 0.08 0.82 0.07 0.03 0.03	MCSN 110588 37.66 21.33 0.00 33.78 3.97 1.83 1.87 100.44 3.039 2.029 0.000 2.280 0.271 0.220 0.162 0.162 0.162 0.78 0.08 0.09 0.09	MCSN 106828 37.93 21.89 0.00 37.10 1.29 2.47 0.56 101.24 3.031 2.061 0.000 2.479 0.087 0.294 0.048 0.02 0.85 0.10 0.03 0.03	

Note: (*) calcolato per stechiometria



Tab. 2 – Analisi chimiche dei granati.

Fig. 2 — Diagramma triangolare di classificazione dei granati.

	MCSN	MCSN	MCSN	MCSN	MCSN	MCSN	MCSN	MCSN	MCSN	MCSN	MCSN	MCSN	MCSN	MCSN	MCSN	MCSN	MCSN	MCSN	MCSN
	10476	10476	10685A	10685A	10685A	10685B	10685B	10685B	10685B	10685B	10685B	10687	10687	10687	10687	11060	11060	11060	11060
	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(**)	(**)	(**)	(**)	(**)	(***)	(***)	(***)	(***)	(***)	(***)	(***)	(***)
SiO ₂	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.52	0.20	0.26	0.19	0.13	0.20	0.07	0.00	0.11	0.08	0.18
TiO ₂	0.15	0.20	0.21	0.28	0.10	0.18	0.12	0.54	0.16	0.70	1.02	0.77	0.77	0.76	0.75	1.25	0.78	0.68	0.65
Al_2O_3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.21	0.19	16.14	16.10	16.01	14.96	15.34	16.45	15.82	14.21
Cr ₂ O ₃	0.20	0.20	0.09	0.12	0.19	0.26	11.91	10.47	21.83	29.25	9.16	46.36	47.05	44.46	43.64	44.20	46.62	44.95	42.84
Fe ₂ O ₃ (1)	67.14	66.77	67.27	66.95	71.79	71.61	54.86	56.67	41.38	39.06	58.02	5.10	4.10	5.83	5.57	6.27	6.08	5.28	5.26
FeO	30.57	30.49	30.45	30.31	31.65	31.31	29.78	27.27	28.70	23.71	29.24	20.32	22.02	18.70	19.31	23.32	18.71	18.29	18.21
MnO	0.00	0.00	0.23	0.26	0.68	1.09	0.37	1.14	0.68	2.27	1.12	0.34	0.27	0.62	0.46	0.44	0.32	0.58	0.23
ZnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.63	1.32	0.37	0.33	0.39	0.49	0.60	0.12	0.70	0.55	0.20
MgO	0.00	0.00	0.00	0.06	0.13	0.14	0.21	1.68	1.26	3.43	1.30	9.24	8.13	9.54	8.35	7.24	10.31	9.44	8.76
Totale	98.07	97.66	98.25	97.98	104.54	104.58	97.25	97.77	97.46	100.15	100.68	98.79	98.96	96.61	93.71	98.18	100.09	95.67	90.54
							Normalizz	ati sulla ba	ise di 3 cat	tioni e 8 ca	ariche								
Si	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.058	0.007	0.010	0.006	0.004	0.007	0.002	0.000	0.004	0.003	0.006
Ti	0.004	0.006	0.006	0.008	0.003	0.005	0.004	0.016	0.005	0.019	0.029	0.019	0.019	0.019	0.020	0.032	0.019	0.017	0.018
Al	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.014	0.009	0.008	0.623	0.625	0.630	0.612	0.606	0.623	0.628	0.599
Cr	0.006	0.006	0.003	0.004	0.006	0.008	0.370	0.320	0.663	0.853	0.272	1.201	1.226	1.173	1.198	1.172	1.185	1.198	1.212
Fe ³ *	1.985	1.982	1.985	1.980	1.989	1.983	1.623	1.649	1.197	1.084	1.642	0.126	0.102	0.146	0.145	0.158	0.147	0.134	0.142
Fe ²⁺	1.004	1.006	0.999	0.996	0.974	0.963	0.979	0.882	0.923	0.731	0.920	0.557	0.607	0.522	0.561	0.654	0.503	0.516	0.545
Mn	0.000	0.000	0.008	0.009	0.021	0.034	0.012	0.037	0.022	0.071	0.036	0.009	0.008	0.018	0.014	0.013	0.009	0.017	0.007
Zn	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.046	0.036	0.010	0.008	0.010	0.012	0.015	0.003	0.017	0.014	0.005
Mg	0.000	0.000	0.000	0.004	0.007	0.008	0.012	0.097	0.072	0.189	0.073	0.451	0.399	0.474	0.432	0.362	0.494	0.474	0.467
Spinello	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.13	0.16	0.14	0.11	0.16	0.16	0.14
Hercinite	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.17	0.18	0.16	0.17	0.19	0.15	0.16	0.16
Mg-Ferrite	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.08	0.05	0.11	0.06	0.03	0.02	0.04	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03
Magnetite	0.99	0.99	0.99	0.98	0.97	0.95	0.79	0.71	0.59	0.41	0.74	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05	0.04	0.03	0.04
Cromite	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	0.09	0.01	0.28	0.25	0.29	0.27	0.22	0.31	0.30	0.29
Mg-Cromite	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.14	0.33	0.32	0.12	0.32	0.36	0.29	0.33	0.36	0.29	0.30	0.32
Ulvospinello	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.02	0.01	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02
Note: (1) calo	olato ner ste	echiometr	ia																
(*)	magnotito	Semonica																	

magnetite cromifera cromite

(**) (***)



I	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)
	MCSN	MCSN	MCSN	MCSN	MCSN	MCSN	MCSN	MCSN
	10476	10476	10686	10686	10686	11061	11061	11061
TiO ₂	49.53	49.36	60.38	65.41	59.59	55.78	56.01	59.33
Cr_2O_3	0.11	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe ₂ O ₃ (*)	6.61	7.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FeO	40.90	40.83	31.55	28.49	35.98	34.26	38.26	35.55
MnO	2.45	2.54	0.81	0.66	0.85	0.61	0.91	1.86
MgO	0.65	0.55	0.85	0.27	0.00	6.47	0.63	0.08
Totale	100.25	100.48	93.59	94.83	96.42	97.12	95.81	96.82
	1	Normalizza	te sulla ba	se di 2 cati	oni e 6 car	riche		
Ti I	0.936	0.932	1.232	1.330	1.185	1.039	1.111	1.174
Cr	0.002	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe3+	0.125	0.134	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe2+	0.860	0.857	0.716	0.644	0.796	0.710	0.844	0.782
Mn	0.052	0.054	0.019	0.015	0.019	0.013	0.020	0.041
Mg	0.024	0.021	0.034	0.011	0.000	0.239	0.025	0.003
Ematite	0.06	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ilmenite	0.86	0.86	1 1 5	1.28	1.16	0.77	1.06	1 11
Coikiolito	0.00	0.00	0.06	0.02	0.00	0.26	0.03	0.00
Mn Ilmonito	0.02	0.02	0.00	0.02	0.00	0.20	0.03	0.00
win-infiente	0.05	0.05	0.05	0.03	0.03	0.01	0.03	0.06
Note: (*) calco	lato per ste	echiometria						

11060 possiedono composizioni molto omogenee tra loro, ricadenti nel campo della cromite ricca in alluminio (magnesiocromite fortemente alluminifera).

Ilmenite

Le analisi chimiche delle ilmeniti si riferiscono a cristalli inclusi nel cristallo di magnetite appartenente al campione MCSN 10476 e a porzioni rappresentative dei campioni MCSN 10686 e MCSN 11061. Tali analisi non hanno rivelato caratteristiche peculiari, ad eccezione di un debole contenuto di MnO nel campione MCSN 10476 (tab. 4).

Indagini chimiche e diffrattometriche su macrocampioni (clasti centimetrici)

MCSN 10682A

Il campione è costituito da un ciottolo di circa 7 centimetri, ben arrotondato e con elevata densità. Macroscopicamente si distinguono cristalli di granato rosa-rosso, di

2-5 mm di diametro, immersi in una massa di fondo di colore verde grigiastro. L'analisi quantitativa in diffrazione di polveri (fig. 4) evidenza la seguente composizione modale:

Minerale	% in peso	
Plagioclasio	22	
Pirosseno	36	
Anfibolo	13	
Granato	26	
Titanite	2	
Rutilo	tracce	
Ilmenite	1	

Le immagini in elettroni retrodiffusi evidenziano una tessitura particolare in cui si distinguono fenoblasti di granato immersi in una matrice a grana fine costituita da aggregati mirmechitici di plagioclasio (85% Ab) e edenite (tab. 5, fig. 5). All'interno di questa matrice fine sono presenti relitti di pirosseno con composizione Di 47.6 % Jd 41.1 % (Diopside, Jadeite). Molto evidenti sono masserelle millimetriche costituite da titanite con inclusioni di rutilo ed ilmenite. La composizione modale della roccia e la composizione chimica dei silicati evidenziano la natura eclogitica del campione. In particolare la composizione chimica del granato (fig. 2) e dei relitti di pirosseno si avvicinano molto a quelle descritte da Bocchio et al. (2004) per le eclogiti dell'Alpe Arami a Gorduno (tab. 5). La particolare tessitura della massa di fondo costituita da anfibolo e plagioclasio indica una riequilibratura del pirosseno eclogitico a condizioni metamorfiche di più bassa pressione.

MCSN 10682B e MCSN 10680

Tit

Gai

I due campioni sono costituiti rispettivamente da cloritoscisto a granato e talcoscisto a granato. In entrambe i casi si tratta di ciottoli ben arrotondati di dimensione pluricentimetrica. Il campione MCSN 10682B è costituito da clinocloro e da un granato con prevalente molecola almandino e subordinata molecola piropo (tab. 2). L'analisi quantitati-

200 µm



va ha fornito la seguente composizione: clinocloro 90% e granato 10%, mentre il campione MCSN 10680 presenta la seguente composizione (in massa): talco 42%, granato 52%, clinocloro 3% e quarzo 2%. Fig. 4 — Analisi quantitativa in diffrazione di polveri dell'eclogite.

MCSN 10478

Il campione MCSN 10478 è costituito prevalentemente da ematite parzialmente ossidata in goethite.

MCSN 10683 A e B

I campioni MCSN 10683 A e B sono costituiti in gran parte da magnetite con tracce di antigorite.

MCSN 10690 e 12118

I campioni MCSN 10690 e 12118 sono



Fig. 5 – Immagini in elettroni retrodiffusi del campione MCSN 10682A.

Mir = Mirmechite di plagioclasio (scuro) e anfibolo (chiaro). Gar = Granato. Anf = Anfibolo. Px = Pirosseno. Tit = Titanite. IIm = Ilmenite. Rt = Rutilo.

GSAS plot: eclogite MCSN 10682A

	plagioclasio	anfibolo	pirc	osseno	pirosseno	pirosseno		granato	granato	granato	granato	granato	titanite
	MCSN 10682A	MCSN 10682A	1 10	MCSN 0682A	B. 2004	B. 2004		MCSN 10682A	MCSN 10682A	MCSN 10682A	B. 2004	B. 2004	MCSN 10682A
sio	65.77	53 45		56 58	55 1	54.60		30.84	38.80	38 74	39.56	39.40	31 42
51O ₂	0.00	0.00		0.00	0.16	0.14		55.04	50.05	50.74	0.002	0-10	22.52
	20.80	4.19		0.09	12.0	12.40		21.88	21.10	20.78	22.47	22.00	5 40
$F_{P_1}O_2 $ (*)	0.72	0.00		1.04	0	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06
	0.72	6.71		2.22	2	2.40		25 79	25.04	17.41	10.00	10.00	0.00
MnO	0.00	0.71		0.21	0.09	0.08		23.70	1 /3	0.27	0.49	0.82	0.45
Mao	0.10	11 42		9.22	0.09	0.00		2 22	2 10	6.30	0.49	0.62	0.07
CaO	2.21	21.20		15 41	12.4	14.40		10.72	10.90	11.02	9.00	9.00	28.04
Na.O	10.44	1 91		15.41	7 1	6 50		10.75 na	10.00 na	na	0.05 na	0.20	0.00
Totalo	101.74	08.00	1	00.08	100.25	100.52		101 55	100.35	94.52	99.59	100.92	100.87
Totale	1 101.74	30.35	1	00.00	100.25	100.52		101.55	100.55	J4.J2	رد.رر	100.52	100.07
	a .	b		С	С	С		a	a	d	a	a	e
Si	2.846	7.608	2	.0224	1.937	1.921		3.076	3.066	3.124	2.992	2.947	0.997
Ti	0.000	0.000	0	.0024	0.004	0.004		0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.800
Al	1.065	0.701	0	.3829	0.534	0.514		1.991	1.969	1.975	2.003	2.010	0.202
Fe ³⁺	0.024	0.000		0.028	0.068	0.079		0.000	0.000	0.000	0.011	0.078	0.001
Fe ²⁺	0.000	0.799	0	.0996	0.02	0.021		1.664	1.710	1.174	1.204	1.167	0.012
Mn	0.004	0.013	0	.0064	0.003	0.002		0.000	0.096	0.018	0.031	0.052	0.002
Mg	0.033	2.425	0	.4438	0.445	0.472		0.382	0.247	0.757	1.105	1.071	0.002
Ca	0.153	3.233	0	.5902	0.505	0.543		0.888	0.912	0.952	0.652	0.657	0.984
Na	0.876	0.527	0	.4158	0.484	0.443		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Anortite	0.149		Diopside	47.6	44.4	47.2	Grossularia	30.2	30.8	32.8	21.0	17.1	
Albite	0.851		Jadeite	41.1	41.6	36.4	Almandino	56.7	57.7	40.5	40.8	43.7	
Ortoclasio	0.000						Piropo	13.0	8.3	26.1	36.6	33.9	
							Andradite	0.0	0.5	0.0	0.6	3.7	
B. 2004 =	Bocchio et al.	2004											

Note: a =normalizzato su 5 cationi e 16 cariche; b = normalizzato su 23 ossigeni; c = normalizzato su 6 ossigeni;

d = normalizzato su 7 cationi e 24 cariche; e = normalizzato su 3 cationi e 10 cariche; (*) calcolato per stechiometria

Tab. 5 – Analisi chimiche quantitative dei minerali costituenti l'eclogite.

costituiti da pagliuzze di oro nativo che all'analisi chimica quantitativa hanno rivelato un contenuto in argento medio del 15%. Nel campione MCSN 12118 è presente una lamina ripiegata costituita da oro in lega con rame e argento di circa 10 mm derivante sicuramente da attività antropica.

Sono state inoltre condotte analisi chimiche qualitative su alcuni granuli del campione MCSN 10689 che hanno rivelato la presenza di corindone nella sua varietà rossa (rubino) (fig. 7) e dei campioni MCSN 10688 e 11059 che hanno rivelato la presenza di rutilo con deboli tracce di Fe e Nb.

Fig. 6 – Un banco di ghiaia e sabbia nel letto della Breggia.



Conclusioni

L'analisi dei dati mineralogici e petrografici riguardanti i depositi presenti nell'alveo del fiume Breggia, fornisce interessanti spunti riguardanti la storia geologica recente e sull'attività antropica in Valle di Muggio.

L'analisi in sezione sottile dei frammenti di roccia (tav. 1) indica una provenienza dei sedimenti del fiume dalle rocce calcaree e selcifere affioranti all'interno del Parco.

Il confronto con la composizione dei sedimenti trasportati attualmente dal Ticino e dall'Adda evidenzia l'assenza completa di relazioni tra questi due grandi corsi idrici e il fiume Breggia, ad eccezione di un unico punto di contatto rappresentato da un frammento detritico di serpentinite, roccia tipica delle Alpi Centrali e non presente nel Parco. L'associazione dei singoli minerali pesanti del fiume Breggia è invece molto simile a quella del Ticino e dell'Adda, come evidenziato nel diagramma ternario (tav. 2).

L'assenza di rocce affioranti all'interno del bacino idrografico della Breggia contenenti tali minerali, implica l'intervento di qualche «agente» sedimentario, responsabile del trasporto all'interno del Parco.

Come interpretare, dal punto di vista dell'evoluzione geologica, la provenienza locale dei frammenti di roccia in contrapposizione con la provenienza dei minerali pesanti dai basamenti cristallini delle Alpi Centrali? Occorre correlare queste composizioni con l'attività dei ghiacciai durante l'ultima glaciazione (~22'000 anni orsono), quando la Valle di Muggio era sommersa dai ghiacci responsabili del trasporto all'interno del bacino, di frammenti di rocce e minerali provenienti dalle parti più interne della catena alpina. In concomitanza con l'inizio della deglaciazione (~18'000 anni orsono) i fenomeni erosivi collegati allo scorrimento delle acque, come ad esempio le piogge, hanno agito sempre più profondamente sulle rocce sedimentarie della serie del Parco. Paral-lelamente le acque della Breggia hanno trasportato e depositato sedimenti di composizione «locale», fino a raggiungere la composizione rilevata dalle analisi (tav. 1).

Nel trasporto con acqua corrente, i minerali pesanti si comportano diversamente dai frammenti di roccia favorendo la conservazione dei depositi, consentendo quindi lo studio, l'analisi delle singole specie e l'interpretazione della loro presenza all'interno delle sabbie fluviali.

Il coinvolgimento dell'attività glaciale è pure confermata dalle analisi dei minerali pesanti estratti tramite batea. Tutti i minerali e i frammenti di roccia esaminati (tab. 1) non sono presenti nella serie sedimentaria della Breggia, attestando le origini extra-bacinale e il trasporto glaciale. Le analisi chimiche dei granati indicano una provenienza da rocce sedimentarie metamorfosate (paragneiss e micascisti) presenti in abbondanza nel basamento cristallino delle Alpi Meridionali in Valtellina e sul Lago di Como. La massiccia presenza di cromite e magnetite crocifera nei minerali del gruppo degli spinelli è tipica per le rocce ultrabasiche della Valtellina e Val Chiavenna. Queste osservazioni confermano il contributo fondamentale del ghiacciaio dell'Adda nel trasporto dei minerali. Le analisi effettuate sui campioni di ilmenite e rutilo, minerali caratteristici di rocce cristalline, confermano un'origine extra-bacinale, senza tuttavia fornire chiare indicazioni sulla loro provenienza.

Le indagini chimiche e diffrattometriche eseguite sul macrocampione di eclogite MCSN 10682A suggeriscono la sua probabile provenienza dall'Alpe Arami, a indicare un contributo tangibile del ghiacciaio del Ticino, seppur più modesto rispetto a quello del ghiacciaio dell'Adda, nella composizione dei sedimenti della Breggia. Questa influenza è confermata dalla presenza, nei sedimenti della Breggia, di modeste quantità di oro nativo sotto forma di pagliuzze. Tale metallo, praticamente assente nei sedimenti dell'Adda, è invece assai diffuso in quelli del Ticino.

L'attività antropica nella Valle di Muggio è attestata dalla presenza nei depositi del fiume di corindone nella sua varietà nobile rossa (rubino), praticamente assente nell'intero arco Alpino, ma impiegata nella manifattura di orologi. L'intervento dell'attività umana è ulteriormente confermata dalla



presenza di grani semilavorati nel campione MCSN 10689 (fig. 7) e dalla presenza (campione MCSN 12118) della lamina d'oro con composizione chimica e caratteristiche morfologiche incompatibili con una provenienza naturale.

Uno studio relativo al contenuto di minerali pesanti nel Flysch cretaceo (Bernoulli e Winkler 1990) ha incluso un campione prelevato dal fiume Breggia (campione MH275), rivelando la seguente composizione mineralogica:

Fig. 7 — Macrofotografia di
corindoni (varietà rossa), cor
evidenze di lavorazione
artificiale.

Minerale	% in peso	
Tormalina	34.1	
Zircone	22.7	
Rutilo	4.5	
br/an/ti	6.8	
Cromite	4.5	
Granato	20.5	
Staurolite	6.8	

Il Flysch è situato stratigraficamente sopra la serie della Scaglia e può teoricamente rappresentare una sorgente di minerali. Tuttavia, l'assenza completa di anfiboli, pirosseni e epidoti, la limitata estensione areale di questa formazione e la sua posizione geografica, nella parte inferiore del Parco, suggeriscono un contributo insignificante per le associazioni dei minerali pesanti presenti nella Breggia.

Attraverso le analisi di provenienza sui frammenti di roccia e sui minerali detritici presenti oggi nel bacino del fiume Breggia è possibile ricostruire gli eventi climatici e sedimentari che hanno interessato il Parco delle Gole del Breggia durante gli ultimi 20'000 anni.

Bibliografia

- Bally A.W., Bernoulli D., Davis G.A. and Montadert L. 1981. *Listric Normal Faults*. Oceanologica Acta, Proc. int. geol. Congr. Geology of continental margins: 87-102.
- Bocchio R., De Capitani L. and Ottolini L. 2004. New chemical data on the clinopyroxene-garnet pair in the Alpe Arami eclogite, Central Alps, Switzerland. Can. Mineral., 42, 1205-1219.
- Bernoulli D. 1964. *Zur Geologie des Monte Generoso (Lombardische Alpen)*. Beitr. Geol. Karte Schweiz N.F.118, 1-134.
- Bernoulli D., Caron C., Homewood P., Kälin O. and Van Stuyvenberg J. 1979. *Evolution of continental margins in the Alps*. Schweiz. mineral. petrogr. Mitt., 59:165-170.
- Bernoulli D., Winkler W. 1990. *Heavy mineral* assemblage from Upper Cretaceous Southand Austroalpine flysch sequences (Northern Italy and Southern Switzerland): source terrain and palaeotectonic implications. Eclogae geolg. Helv. 83/2: 287-310.
- Bertotti G. 1990. The deep structure of the Monte Generoso Basin: an extensional basin in the South-Alpine Mesozoic passive continental margin. Mèmoires de la Société Géologique de France, 156: 303-308.
- Deconinck J.F. and Bernoulli D. 1991. *Clay mineral assemblage of Mesozoic pelagic and flysch sediments of the Lombardian Basin (Southern Alps): implications for palaeotectonics, palaeoclimate and diagenesis.* Geol. Rundschau 80/1:1-17.
- Garzanti E. e Andò S. 2007. *Heavy mineral concentration in modern sands: implications for provenance interpretation*. In: M. Mange, D.

Wright (Eds.), *Heavy Minerals in Use, Developments in Sedimentology Series.* Elsevier, Vol. 58, 517-545.

- Garzanti E., Andò S. e Vezzoli G. 2006. *The continental crust as a source of sand (Southern Alps cross-section, Northern Italy)*. Journal of Geology 114, 533–554.
- Garzanti E., Doglioni C., Vezzoli G. and Andò S. 2007. Orogenic Belts and Orogenic Sediment Provenance. The Journal of Geology, vol. 115, p. 315–334.
- Ingersoll R. V., Bullard T. F., Ford R. L., Grimm J. P., Pickle J. D. and Sares S. W. 1984. *The effect of grain size on detrital modes: a test of the Gazzi-Dickinson point-counting method.* J. Sediment. Petrol. 54: 103–116.
- Kälin O. und Trümpy D.M. 1977. Sedimentation und Paläotektonik in den westlichen Südalpen: Zur triassisch-jurassischen Geschichte des Monte Nudo-Beckens. Eclogae Geol. Helv., 70(2): 295-350.
- Larson A.C. and Von Dreele R.B. 2000. *General* Structure Analysis System (GSAS). Los Alamos National Laboratory Report, LAUR, 86-748.
- Mange M. A. and Maurer H. F.W. 1992. *Heavy* minerals in colour. London, Chapman & Hall, 147 p.

Parfenoff A., Pomerol C. et Tourenq J. 1970. Les mineraux en grains-methodes d'etude et determination. Paris, Masson, 578 p.

Toby B.H. 2001. A graphical user interface for GSAS. J. Appl. Cryst., 34, 210-221.

Immagini

Autori.

I noduli di selce nella Maiolica (Biancone)

In alcuni livelli del Biancone sono presenti numerosi noduli di selce di colore grigio - marrone - nocciola con dimensioni fino ad alcuni decimetri. La selce ricavata da questi noduli, in tempi preistorici, è stata usata per fabbricare utensili (*immagine F. Gianola a sinistra, P. Oppizzi a destra*).

