

## GUIDA ALL'ESCURSIONE NELLE SERRE ATTRAVERSO LE ROCCE DI FACIES GRANULITICA DELL'UNITÀ POLIA-COPANELLO

A. PAGLIONICO, G. PICCARRETA

Istituto di Mineralogia e Petrografia dell'Università, Piazza Umberto I, 70121 Bari

A. ROTTURA

Istituto di Mineralogia e Petrografia dell'Università, Piazza di Porta San Donato 1, 40127 Bologna

### 1) Introduzione

La sezione geologica di fig. 1 rappresenta schematicamente l'assetto strutturale delle Serre nord occidentali. Da NW a SE e dal basso verso l'alto, sono state riconosciute 4 unità tettoniche: 1) unità di Bagni (filladi e metagrovacche); 2) unità di Castagna (micascisti, paragneiss, gneiss occhiadini, gneiss microclinici, granitoidi a due niche e leucosomi in stato di avanzata retrocessione); 3) unità Polia-Copanello (rocce di facies granulitico-anfibolitica; cfr. par. 2); 4) unità di Stilo (granodioriti, graniti e tonaliti intrusi in semiscisti pelitici e metareniti di basso-medio grado con copertura mesozoica prevalentemente carbonatica).

Le tre unità tettoniche inferiori (Bagni, Castagna, Polia-Copanello) sono state interpretate come facenti parte della Catena Alpina calabrese cretácico-paleogenica Europa vergente ampiamente rappresentata a nord della Stretta di Catanzaro (COLONNA et al., 1975; AMODIO MORELLI et al., 1976; DUBOIS, 1976; PAGLIONICO e PICCARRETA, 1976; PICCARRETA, 1981). Più recentemente altri autori (cfr. ZANETTIN LORENZONI, 1982 e bibliografia citata) hanno proposto una nuova interpretazione sull'assetto strutturale dell'Arco Calabro. Secondo tale interpretazione le unità sopracitate affioranti in Serre farebbero parte di una catena Ercinica e vengono correlate con unità tettoniche affioranti in Aspromonte.

Gli autori di questa guida, convinti della necessità di ulteriori approfondimenti rela-

tivamente al quadro evolutivo e strutturale di questo settore dell'Arco Calabro, allo stato attuale delle conoscenze (vedi anche SCHENK, 1980; BONARDI et alii, 1980) propendono ancora per la prima interpretazione.

### 2) L'unità Polia-Copanello

Viene ipoteticamente ritenuta un frammento di crosta profonda paleozoica (compresa tra 20 e 27 km circa) (MACCARRONE et al., 1983), risalita in età tardo-ercinica a livello di crosta intermedia, dove subì un lento raffreddamento, e infine portata a livelli superficiali durante l'orogenesi alpina (BORSI et al., 1976; SCHENK, 1980, 1981).

L'unità Polia-Copanello è separata dalla sottostante unità di Castagna da una fascia cataclastico-milonitica che si segue, anche se discontinuamente, da Curinga a Girifalco (PAGLIONICO e PICCARRETA, 1976; SCHENK, 1980, 1981). Questa fascia avente spessore fino a qualche centinaio di metri, è costituita essenzialmente da ultramiloniti derivate da rocce appartenenti ad entrambe le unità a contatto.

Le fenomenologie cataclastico-milonitiche sono accompagnate da neoblastesi di mica chiara, epidoti, clorite e localmente cloritoide e da marcate deformazioni penetrative.

L'unità è costituita da metasedimenti e da rocce meta-igneie distribuite nel seguente ordine dal basso verso l'alto: a) frammenti di un complesso basico stratificato con escursioni da meta-orneblenditi a meta-leucogabbri (max. 100 metri circa); b) granobla-

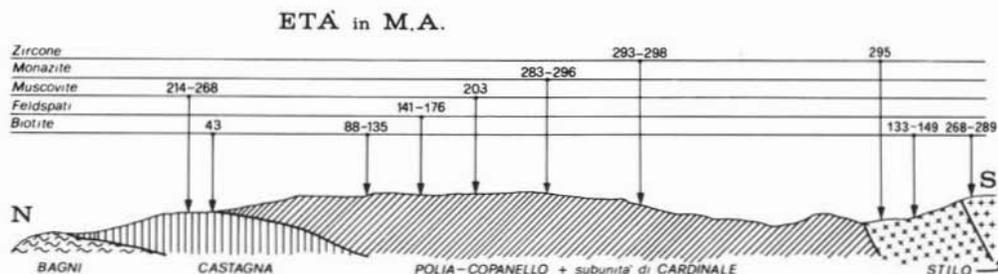


Fig. 1. — Assetto strutturale schematico delle Serre con età di minerali in rocce (BORSI et al., 1976; SCHENK, 1980) delle unità di Castagna e Polia-Copanello.

stiti (\*) e granuliti a grana medio-piccola finemente listate (simili alle strolaliti) con intercalate rocce meta-igneie di composizione prevalentemente basica (spessore di qualche centinaio di metri); c) granoblastiti gneissiche (gneiss kinzigitici) con intercalazioni di metabasiti e marmi e, nella parte più elevata, meta-tonaliti e gneiss dioritici (spessore apparente di alcuni chilometri). A luoghi le granoblastiti e le granuliti a grana fine si rinvencono entro il complesso stratificato a causa, probabilmente, di fenomeni di piegamento. Frammenti di meta-ultrafemiti avanzatamente retrocesse sono inseriti tettonicamente in (a) e (b).

## 2a) EVOLUZIONE METAMORFICA

Le associazioni mineralogiche e i motivi strutturali indicano che le rocce in questione hanno subito una storia complessa. Sono stati riconosciuti:

- 1) effetti di un metamorfismo progrado dalla facies delle anfiboliti alla facies delle granuliti di pressione intermedio-alta con picco metamorfico a  $T \approx 800^\circ\text{C}$  e  $P \approx 8\text{ kb}$  e con condizioni probabilmente vicine al limite di stabilità sillimanite-cianite;
- 2) effetti di un metamorfismo retrogrado dalla facies delle granuliti alla facies delle anfiboliti in condizioni di più basse pressioni;
- 3) effetti dinamometamorfici, localizzati in fasce più o meno ampie, marcati dalla presenza di blastomiloniti, blastocataclasi e pseudotachiliti.

Gli effetti di alto grado sono attribuiti a

eventi metamorfici ercinici e pre-ercinici (DUBOIS, 1976; PAGLIONICO & PICCARRETA, 1978; SCHENK, 1981); gli effetti dinamometamorfici sono ritenuti almeno in parte di età alpina (PAGLIONICO & PICCARRETA, 1978; PICCARRETA, 1981).

## 2b) TIPI PETROGRAFICI E CARATTERI COMPOSITIVI

Le *meta-ultrafemiti* hanno composizioni di harzburgiti (ol  $\pm$  opx  $\pm$  anf  $\pm$  phlog  $\pm$  Cr-spinello + Fe-ossidi), *pirosseniti* (opx  $\pm$  anf  $\pm$  ol  $\pm$  Cr-spinello + Fe-ossidi), *duniti*. Sono comuni le strutture a giunti tripli e le tessiture foliate per distribuzione preferenziale della flogopite.

*Il complesso stratificato* - È costituito da rocce a grana medio-grossa di composizione gabbroide e con escursioni fino a orneblenditi, caratterizzate dalla costante presenza di ortopirosseno. Sono presenti tipi con layering marcato e tipi più omogenei. Le composizioni più comuni sono: plag (fino a più di 80%) + opx + cpx + hbl (fino a più di 80%)  $\pm$  gt. Frequenti sono le strutture pavimentose e in alcuni casi sono visibili strutture plicative micro e macroscopiche accompagnate da scistosità di piano assiale. La formazione tardiva di orneblenda a parziali spese del pirosseno è l'effetto più importante di retrocessione.

Il complesso stratificato mostra chimismo complessivo ed evoluzione confrontabili con il « Main Gabbro » del complesso basico della zona di Ivrea. In quantità subordinate, sono presenti anche, associate e non al complesso stratificato, rocce meta-igneie di composizione intermedia confrontabili con le « charnockiti » della zona di

(\*) Nomenclatura secondo WINKLER e SEN (1973).

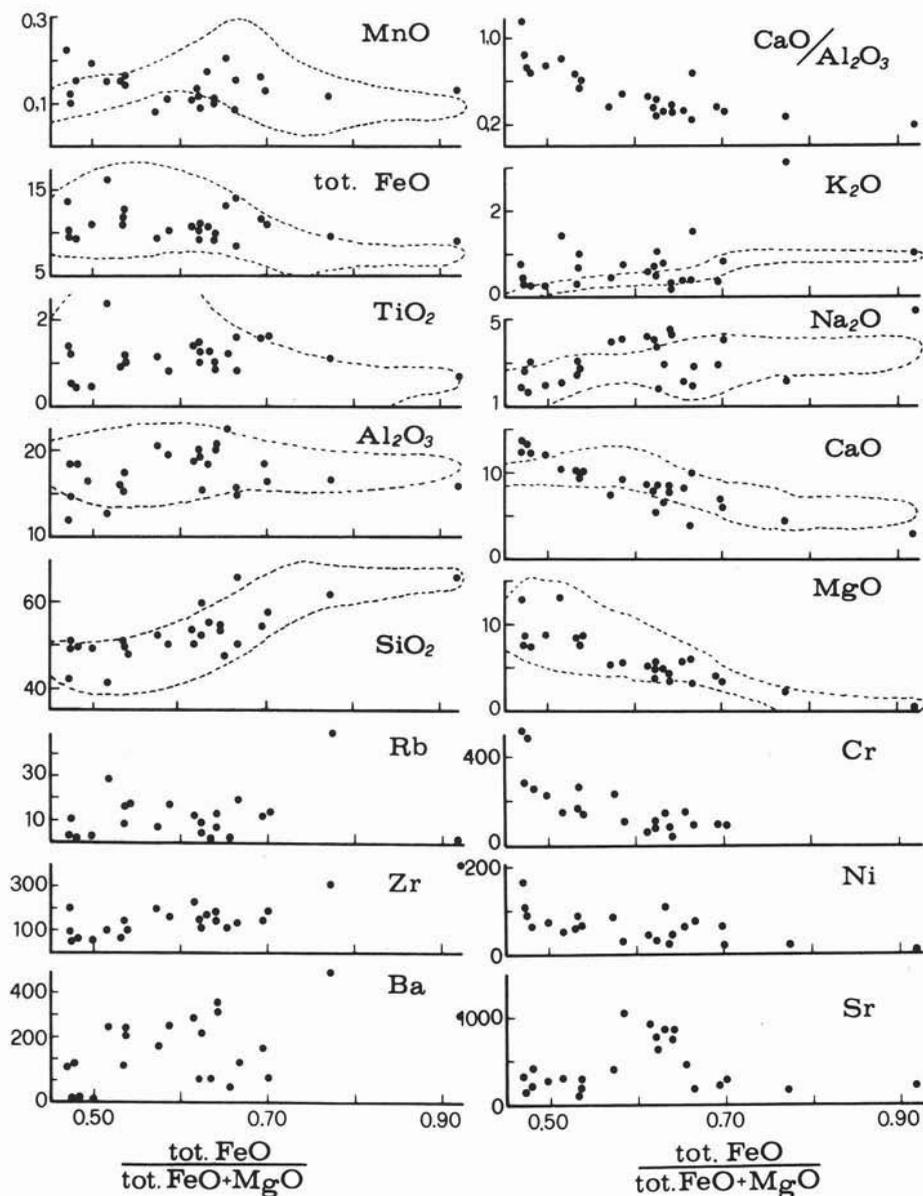


Fig. 2. — Diagrammi di variazione degli ossidi e di alcune tracce rispetto a  $\text{FeO}$  totale/ $(\text{FeO}$  totale +  $\text{MgO})$  per le rocce del complesso basico stratificato. La linea tratteggiata limita il campo del Main Gabbro e delle « charnockiti » della zona Ivrea-Verbanò (MORESI et alii, 1978).

Ivrea (tab. 1, figg. 2-3).

Tutti questi litotipi mostrano affinità dal punto di vista geochimico con rocce ignee di sequenze calc-alcaline (fig. 2 e 3).

## 2c) LA SEQUENZA METASEDIMENTARIA

*Granoblastiti e granoliti finemente listate*

*a grana medio-piccola* (confrontabili con le stronaliti auct.) - Sono costituite da plag (30-45 % An)  $\pm$  qtz  $\pm$  kf + gt (almandino-piro)  $\pm$  bio  $\pm$  sill  $\pm$  opx  $\pm$  cord  $\pm$  grafite + zircone + rutilo. La biotite e la sillimanite diventano più abbondanti verso i sovrastanti gneiss kinzigitici.

*Granoblastiti massive a grana grossa* (con-

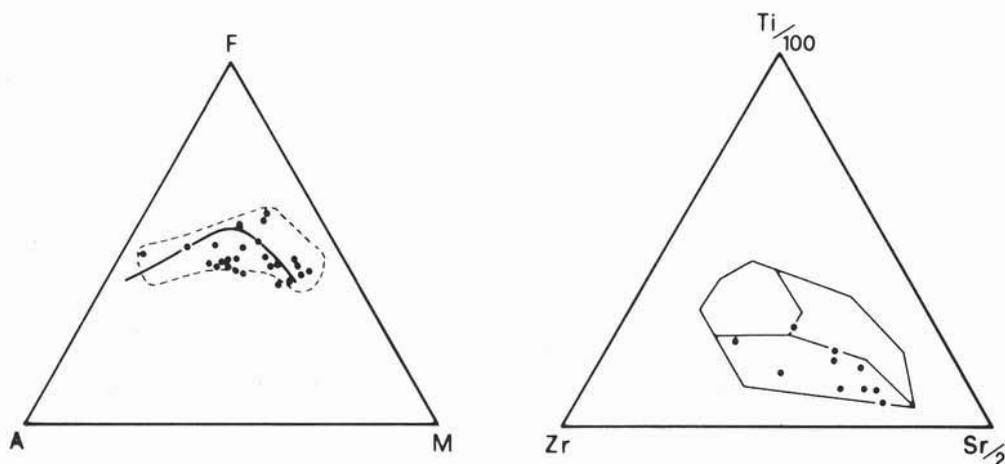


Fig. 3. — Diagrammi A (Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O)-F (FeO totale)-M (MgO) e Zr-Sr/2-Ti/100 per le rocce del complesso basico stratificato. La linea tratteggiata limita il campo del Main Gabbro e delle « charnockiti » della zona Ivrea-Verbano (MORESI et alii, 1978).

TABELLA 1

Valori medi e deviazioni standard di elementi maggiori e tracce del complesso stratificato affiorante in Serre, del « Main Gabbro » della zona Ivrea-Verbano, delle rocce metaigne di composizione intermedia delle Serre e delle « charnockiti » della zona Ivrea-Verbano (da MORESI et al., 1978)

	Complesso stratificato				Rocce metaigne intermedie		Charnockiti	
	Serre (n=33)		Main Gabbro Ivrea Verbano (n=9)		Serre (n=6)		Ivrea Verbano (n=10)	
SiO <sub>2</sub> %	48.77	5.38	46.50	4.47	59.68	5.90	59.63	7.60
TiO <sub>2</sub>	1.30	0.82	1.55	1.33	1.18	0.37	0.84	0.47
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16.66	4.19	20.32	4.32	16.16	1.22	18.12	1.90
tot. Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10.93	4.75	9.19	4.56	9.14	2.21	7.38	3.35
MnO	0.18	0.11	0.14	0.06	0.12	0.03	0.13	0.06
MgO	7.62	3.28	6.98	3.88	3.46	1.94	2.76	2.04
CaO	9.94	2.29	10.61	1.19	5.68	2.57	6.04	1.22
Na <sub>2</sub> O	2.88	1.37	2.52	0.62	2.88	1.35	3.07	0.67
K <sub>2</sub> O	0.70	0.57	0.42	0.15	1.26	1.03	0.99	0.72
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.52	0.69	0.21	0.36	0.22	0.12	0.21	0.15
Cr ppm	207	143	100*	64	**89	-	47	45
Ni	75	45	14	11	*42	28	10	21
Rb	13	20	6	7	*25	29	12	17
Sr	509	419	549	187	*190	40	352	125
Zr	145	82	190	209	*356	326	194	91
Ba	274	427	551	534	*440	325	422	438

\*\* 2 campioni; \* 4 campioni.

frontabili con granofels, khondaliti auct.) - Sono costituite da plag (30-50 % An) + gt (almandino-piro-po)  $\pm$  cord  $\pm$  qtz  $\pm$  bi  $\pm$  sill  $\pm$  kf  $\pm$  corindone  $\pm$  spinello + opachi.

La sillimanite e la biotite possono raggiungere anche quantità del 24 % in volume.

*Granoblastiti gneissiche* (gneiss kinzigitici auct.) - Sono costituite da bi + qtz + pl (28-40 % An) + sill + gr (almandino-piro-po) + kf  $\pm$  cord  $\pm$  grafite + rutilo + opachi. Sono vistosamente migmatitiche con strutture da flebitiche a stromatitiche.

Il chimismo indica la presenza nei materiali originari di areniti e peliti con varianti interne a ciascun gruppo. In particolare le granoblastiti a grana minuto-media sono riferibili, in parte, a originarie areniti mentre le granoblastiti grossolane e le granoblastiti gneissiche sono riferibili a originarie peliti ricche di Fe, Mg e Ti (fig. 4 a, b e tab. 2).

Le metapeliti hanno chimismo restitico in quanto hanno subito processi di deidratazione e fusione parziale con rimozione dei fusi anatettici. Le meta-areniti hanno subito essenzialmente processi di deidratazione con incipienti fenomeni di fusione parziale e senza significative variazioni compositive rispetto al materiale parentale (MACCARRONE et al., 1983).

#### 2d) METABASITI INTERCALATE AI METASEDIMENTI

Questi tipi formano intercalazioni da stratoidi a lenticolari e sono piri-clasiti, piri-boliti, pirigarniti (plag + opx  $\pm$  cpx  $\pm$  anf  $\pm$  qtz  $\pm$  bio  $\pm$  gt) e anfiboliti con o senza relitti di opx.

Queste rocce rappresentano prodotti di attività magmatiche sinsedimentarie. Esse appaiono confrontabili con le metabasiti intercalate a stromaliti e kinzigiti della zona di Ivrea (MORESI et al., 1978). I dati geo-chimici indicano che si tratta di termini subalcalini derivanti da differenti magmi parentali (MORESI et al., 1980). La maggior parte dei campioni sono ricchi di Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e poveri di Ni e seguono i trends tipici di vulcaniti attuali eruttate in zone di convergenza di placche. Altre mostrano contenuti di Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> più bassi e valori più elevati del rapporto Ti/Zr e richiedono ulteriori indagini per una loro caratterizzazione (ATZORI et al., 1982 e fig. 5).

### 3) Considerazioni e problemi

Allo stato attuale delle conoscenze i dati su cui basare un tentativo di ricostruzione dell'evoluzione di questo settore di probabile crosta profonda sono i seguenti:

1) Una metabasite intercalata ai metasedimenti ha dato una età U/Pb su zirconi di 450 M.A. interpretata come età di cristallizzazione magmatica (SCHENK, 1980 e 1981) ma interpretabile anche come età di un metamorfismo pre-ercinico.

2) Nei metasedimenti e nelle metabasiti intercalate sono registrati effetti prealpini interpretati come dovuti a metamorfismo progredito dalla facies delle anfiboliti alla facies delle granuliti (LORENZONI et al., 1976; PAGLIONICO e PICCARRETA, 1980) con condizioni di picco a  $T \approx 800^\circ\text{C}$  e  $P \approx 8$  kb (PAGLIONICO e PICCARRETA, 1980; SCHENK, 1980 e 1981) e successivi effetti dalla facies delle granuliti alla facies delle anfiboliti di più bassa  $P$ , nonché locali effetti di retrocessione di età alpina (PAGLIONICO e PICCARRETA, 1976 e 1980). Il metamorfismo granulitico si è realizzato in condizioni  $PT$  corrispondenti a quelle delle granuliti di pressione intermedia come testimoniato dalla stabilità dell'associazione opx + pl (cfr. IOPPOLO et al., 1978; PAGLIONICO e PICCARRETA, 1978), con raggiungimento alla base della sequenza di condizioni prossime al limite granuliti di pressione intermedia/granuliti di alta pressione, come suggerito dalla reazione opx + pl  $\rightarrow$  cpx + gt + qtz riscontrata in metabasiti qtz-normative (cfr. PAGLIONICO e PICCARRETA, 1978; SCHENK e SCHREYER, 1978).

3) I metagabbri stratificati hanno associazioni mineralogiche compatibili con la facies delle granuliti di  $P$  intermedio-alte e mostrano anche effetti di instabilità delle originarie associazioni con formazione di paragenesi sempre di facies granulitica ma di più alta  $P_{H_2O}$  e più bassa  $P_{totale}$ . Si possono infatti osservare granati e clinopirosseni circondati da corone di reazione costituite da plag + opx + hbl (PAGLIONICO e PICCARRETA, 1978). In particolare i prodotti dianzi citati cicatrizzano fratture nei granati indicando di essere probabilmente successivi a un fatto tettonico.

4) Nella parte alta della sequenza sono

TABELLA 2

Composizione media di differenti litotipi appartenenti alla sequenza metasedimentaria in facies granulitico-anfibolitica delle Serre (MACCARRONE et alii, 1983)

	Granoblastiti e granoliti a grana medio-fine				Granoblastiti gneissiche				Granoblastiti a grana grossa			
	range	$\bar{X}$	sd		range	$\bar{X}$	sd		range	$\bar{X}$	sd	
SiO <sub>2</sub>	47.30 - 77.70	64.5	7.6		46.22 - 64.19	54.1	4.5		38.36 - 68.52	48.7	9.0	
TiO <sub>2</sub>	0.06 - 2.05	1.1	0.5		0.85 - 2.35	1.7	0.4		1.18 - 3.05	1.8	0.5	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9.76 - 29.29	15.5	4.1		15.09 - 23.76	18.3	2.4		12.44 - 31.66	21.8	6.9	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.0 - 5.05	2.2	1.8		0.83 - 5.09	3.5	1.3		1.11 - 6.64	3.5	1.9	
FeO	1.89 - 9.89	5.7	2.1		5.10 - 11.72	8.2	1.8		6.15 - 15.39	10.9	2.8	
MnO	0.05 - 0.22	0.14	0.05		0.07 - 0.50	0.2	0.1		0.12 - 0.55	0.3	0.15	
MgO	0.53 - 5.71	3.2	1.6		1.53 - 8.38	6.0	1.8		3.83 - 7.82	5.8	1.3	
CaO	0.31 - 5.29	2.0	1.1		0.22 - 3.80	2.0	0.9		1.60 - 7.50	4.0	2.1	
Na <sub>2</sub> O	0.23 - 3.97	2.1	0.9		0.05 - 2.69	1.3	0.7		0.0 - 2.20	1.2	0.6	
K <sub>2</sub> O	0.60 - 5.72	2.6	1.3		1.19 - 5.06	3.2	1.1		0.05 - 1.08	0.4	0.3	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.02 - 0.35	0.09	0.08		0.04 - 0.12	0.07	0.03		0.04 - 0.10	0.05	0.03	
L.O.I.	0.38 - 1.96	1.0	0.4		0.43 - 1.83	1.2	0.3		1.15 - 1.71	1.3	0.2	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> tot.	2.10 - 16.04	8.5	3.6		7.01 - 17.42	12.6	2.4		9.48 - 18.99	15.6	3.3	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /FeO	0.0 - 0.79	0.36	0.27		0.22 - 1.32	0.6	0.3		0.24 - 1.26	0.6	0.4	
Sc	40 - 67	54	7.7		47 - 83	63	11.8		50 - 101	77	20.6	
V	118 - 272	187	49.3		149 - 297	224	46.2		173 - 352	255	68.3	
Cr	49 - 127	83	29.0		63 - 134	101	22.6		85 - 161	126	30.9	
Co	23 - 66	32	11.2		22 - 43	33	5.6		21 - 40	33	6.2	
Ni	36 - 209	72	45.4		30 - 101	75	19.2		25 - 105	76	25.7	
Rb	15 - 105	67	23.4		34 - 151	82	24.9		5 - 28	14	8.8	
Sr	108 - 255	199	47.0		28 - 298	200	70.2		90 - 478	267	145.2	
Y	31 - 62	48	7.6		24 - 78	53	14.5		41 - 93	64	19.9	
Zr	192 - 430	245	59.5		143 - 283	207	39.2		202 - 759	366	187	
Nb	11 - 27	18	4.5		8 - 30	17	5.0		12 - 28	17	5.1	
Ba	253 - 1214	702	294		475 - 1677	715	291.0		14 - 401	164	114.8	

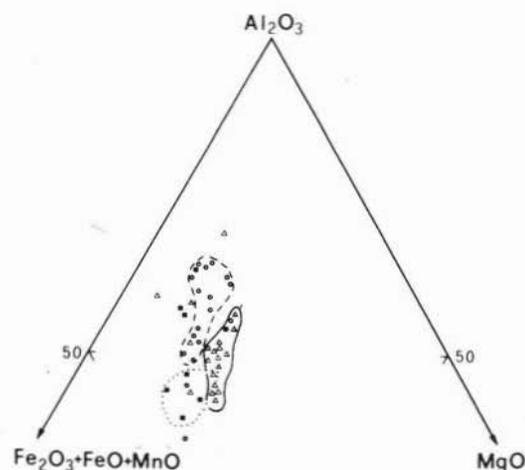


Fig. 4 a. — Diagramma Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - MgO - Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+MnO per i metasedimenti in facies granulitico-anfibolitica delle Serre. I cerchi rappresentano le granoblastiti e granoliti a grana medio-fine; i triangoli le granoblastiti gneissiche; i quadrati le granoblastiti grossolane (MACCARRONE et al., 1983).

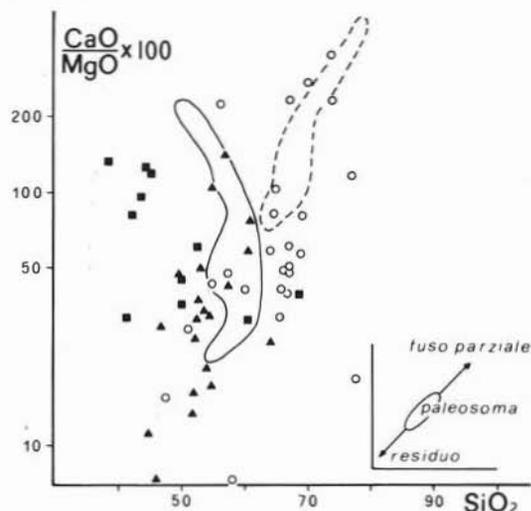


Fig. 4 b. — Diagramma CaO/MgO × 100 rispetto a SiO<sub>2</sub> per i metasedimenti in facies granulitico-anfibolitica. La linea tratteggiata limita il campo di sedimenti arenitici di diversa età; la linea intera quella di sedimenti pelitici di diversa età (MACCARRONE et al., 1983).

presenti rocce tonalitiche (LORENZONI et al., 1976) foliate (metatonaliti affette da metamorfismo pre-alpino?) di età al momento non definita. Non ancora sufficientemente chiare sono le relazioni di queste rocce con gli gneiss kinzigitici adiacenti.

5) Dati radiometrici su zirconi e monaziti appartenenti a litotipi della sequenza supracrustale hanno fornito età di 295 M.A. (SCHENK, 1980); tale età è stata interpretata come l'età minima del metamorfismo in facies granulitica cui avrebbe fatto seguito l'uplift in crosta intermedia del frammento di crosta profonda attualmente affiorante nelle Serre (SCHENK, 1980).

6) Dati radiometrici Rb/Sr su muscoviti, feldspati e biotiti delle rocce dell'unità Polia-Copanello forniscono età comprese tra 203 M.A. e 85 M.A. (BORSI et al., 1976; SCHENK, 1980).

7) Le biotiti delle filloniti dell'unità di Castagna (in Serre) sottostante all'unità Polia-Copanello, danno età radiometriche Rb/Sr di 43 M.A. (SCHENK, 1980).

Sulla base delle risultanze di cui sopra si può speculativamente prospettare la seguente evoluzione per il segmento di crosta profonda considerato:

- formazione di una sequenza vulcano-sedimentaria in età non precisabile e comunque precedente a 450 M.A.;
- metamorfismo della sequenza fino a raggiungimento di condizioni granulitiche di pressione intermedio-alta (450 M.A. o età più antica?);
- intrusioni gabbroidi nelle parti più profonde;
- metamorfismo (ercinico) della sequenza granulitica di origine supracrustale e del complesso stratiforme in essa intruso in condizioni granulitiche di più bassa  $P_{totale}$  e più elevata  $P_{H_2O}$ ; evoluzione a condizioni anfibolitiche di  $P$  relativamente bassa che accompagnarono e seguirono l'uplift del frammento di crosta profonda in condizioni di crosta intermedia circa 295 M.A. fa;
- lento raffreddamento in condizione di crosta intermedia;
- ripresa dei movimenti in età alpina e coinvolgimento nella formazione della ca-

tena alpina con presa di posizione della falda intorno a 43 M.A..

Tale interpretazione è per molti aspetti largamente speculativa e richiede verifiche di ordine geologico, petrologico e geocronologico che sono già state avviate.

### Itinerario dell'escursione con indicazione delle fermate

#### FERMATA N. 1 - Loc. S. Elia Vecchio (Curinga)

È osservabile una parte dell'ampia fascia cataclastico-milonitica Curinga-Girifalco, che segna la sovrapposizione dell'unità Polia-Copanello all'unità di Castagna. A luoghi sono ancora riconoscibili litologie tipiche dell'unità Polia-Copanello (metabasiti e granuliti minute granatifere  $\pm$  listate tipo stroloniti).

#### FERMATA N. 2 - Cava sul Turrino

Lungo la strada che scende da Curinga al Fosso Turrino affiorano discontinuamente in trincea porzioni del *massiccio basico stratificato* a luoghi con inserimenti tettonici di metaultrafemiti molto alterate. Alla cava sul Fosso Turrino è possibile osservare nella discarica e nel materiale di cava le litologie tipiche del massiccio stratiforme: bande costituite da hbl (fino a più di 80 %) + opx + cpx + plag  $\pm$  gt si alternano a bande formate da plag (fino a più di 80 %) + hbl + opx + cpx. In questi litotipi è possibile rinvenire granati centimetrici circondati da orli di reazione costituiti da plag + opx + hbl. Nella parte alta della cava si osservano granoblastiti e granoliti a grana medio-piccola che costituiscono la parte più profonda in affioramento della sequenza metasedimentaria. Questi litotipi sono presenti in blocchi nella discarica e sono costituiti da qtz + pl + kf + gt  $\pm$  bi  $\pm$  grafite.

#### FERMATA N. 3 - Località Montesoro

Nella trincea stradale sono osservabili litotipi del massiccio basico intrusi in granoblastiti e granoliti minute della sequenza supracrustale.

Le associazioni mineralogiche sono simili a quelle già descritte precedentemente (Turrino). Entro le granoblastiti-granoliti sono a

TABELLA 3

Valori medi e deviazioni standard degli elementi maggiori e tracce delle metabasiti intercalate alle granoblastiti delle Serre, alle stromboliti della zona Ivrea-Verbano, alle kinzigiti delle Serre e della zona Ivrea-Verbano (da MORESI et al., 1978)

	Intercalazioni nelle granoblastiti e stromboliti				Intercalazioni nelle kinzigiti			
	Serre (n=39)		Ivrea Verbano (n=32)		Serre (n=14)		Ivrea Verbano (n=35)	
	$\bar{X}$	sd	$\bar{X}$	sd	$\bar{X}$	sd	$\bar{X}$	sd
SiO <sub>2</sub> %	48.76	4.32	45.36	3.69	48.75	3.56	48.18	3.76
TiO <sub>2</sub>	1.56	0.64	1.67	0.46	1.88	0.90	1.64	0.91
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.26	2.50	18.86	2.28	16.29	3.01	16.76	3.40
tot. Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.13	1.62	13.32	1.98	11.02	3.22	11.39	3.05
MnO	0.15	0.05	0.19	0.03	0.16	0.05	0.14	0.07
MgO	6.92	2.15	6.29	2.11	7.40	2.47	6.51	2.52
CaO	9.55	2.09	10.44	1.63	11.11	3.19	10.64	2.26
Na <sub>2</sub> O	2.23	0.91	2.19	0.67	1.45	0.93	2.10	1.14
K <sub>2</sub> O	0.69	0.74	0.51	0.18	0.58	0.34	1.09	0.56
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.35	0.34	0.28	0.16	0.39	0.17	0.16	0.18
Cr ppm	*172	143	199	563	*175	183	**192	110
Ni	53	44	30	45	83	56	**71	51
Rb	15	31	5	5	20	16		
Sr	427	325	309	77	393	261	**273	176
Zr	**148	95	106	40	170	57		
Ba	284	559	56	71	301	405	**223	187

\*\* 2 campioni; \* 4 campioni.

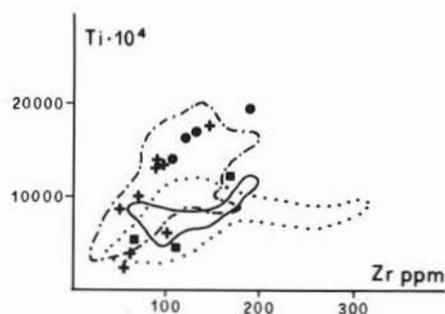
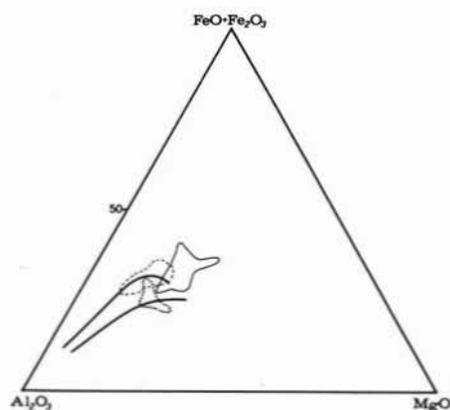


Fig. 5. — Diagrammi FeO+Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-MgO e Ti × 10<sup>4</sup>/Zr delle metabasiti intercalate ai meta-sedimenti. Nella prima figura la linea intera limita il campo delle metabasiti intercalate alle granoblastiti gneissiche; le linee a tratteggio e a punti indicano i campi in cui cadono le metabasiti intercalate alle granoblastiti e granitoidi a grana medio-



Fig. 6. — Itinerario delle escursioni con indicazione delle fermate.

luoghi presenti intercalazioni stratoidi di metabasiti a  $pl + opx + cpx \pm gt \pm bi \pm hbl \pm cumm$ .

FERMATA N. 4 - Km 426 della SS 18, località Contrada Ferrara - *Metabasiti (piriboliti) di facies granulitica retrocesse in facies anfibolitica*.

In quest'area affiora una masserella basica seguibile in affioramento per alcune centinaia di metri entro granoliti-granoblastiti granatiferi, da massive a gneissiche. La massa basica presenta alternanze di tipi più biotitici con tipi più anfibolici e un banding compositivo a scala centimetrica, particolarmente evidente sulle superfici alterate, con alternanze di livelli ricchi in plagioclasti e livelli anfibolico  $\pm$  pirossenici. L'associazione mineralogica è data da:  $pl (An 63-81) + hbl + bi \pm cummgt. \pm opx \pm cpx \pm qtz$ .

FERMATA N. 5 - Falesia a ENE del porto di Vibo Marina - *Granoblastiti granatiferi massive con intercalazioni di granoliti basiche ad antofillite*

piccola. Sono anche riportati i trends tholeiitico e calc-alcinalo di aree orogeniche. Nella seconda figura la linea a tratto e punto delimita il campo dei MORB; le linee a punti e continua delimitano i campi delle metabasiti intercalate alle granoblastiti a grana medio-piccola. Croci, quadrati e cerchi pieni indicano vari tipi di metabasiti intercalate alle granoblastiti gneissiche.

Affioramento di granoblastiti massive riccamente granatiferi (granofels, khondaliti auct.) con intercalazioni (fino a 3-4 mt di potenza) di granoliti basiche (a  $opx + antofill \pm gt$ ) a grana da fine a media e subordinate « lenti » di ultrafemiti costituite da anfibolo pargasitico (prevalente)  $+ opx + cpx + ol + spinelli + phlog$ .

Le *granoblastiti* presentano variazioni sia di grana (da grossa a medio-minuta) che di contenuti in granato e biotite. L'associazione mineralogica è data da:  $pl$  (andesina)  $+ gt + bi + cord + qtz + opachi \pm sill$ .

*Leucosomi pegmatoidi* (a  $pl + qtz + bi \pm kf \pm gt$  talora con struttura grafica) in filoni discordanti sono presenti dentro le granoblastiti. È presente anche un corpo graniticoide ( $pl + qtz + bi + gt$ ) di circa 2 mt di potenza, discordante nelle granoblastiti e con bordi di aspetto pegmatoidi.

Le *granoliti basiche* sono caratterizzate dall'associazione:  $pl (An 60-85) + antofill (30 \% mol. Fe) + opx \pm gt + bi + qtz$ . Mostrano vistosi segni di retrocessione in facies anfibolitica contraddistinti dalla trasformazione  $opx \rightarrow antofill$ . L'affioramento è molto tettonizzato con presenza di numerose faglie e fasce milonitiche.

FERMATA N. 6 - Cava a NNE di Vibo Valentia (km 435 della SS 18) - *Gneiss biotitico-sillimanitico-granatiferi (gneiss kinzigitici auct.) migmatitici*

Affioramento di *gneiss kinzigitici* migmatitici in associazione parastratigrafica con subordinati *paragneiss massivi* (a  $qtz + pl + bi + fibrolite$ ) e con scarse intercalazioni di *metabasiti* a grana fine con relitti di ortopirosseno.

Gli *gneiss kinzigitici* sono costituiti da:  $pl (An 28-34) + bi + qtz + sill + gt \pm cord + opachi$ . *Leucosomi quarzo-plagioclastici* ( $pl + qtz + bi + sill \pm gt$ ) in sacche, lenti e filoni da concordanti a discordanti e talora contenenti schlieren ricchi di  $bi + sill$ , sono diffusi nella sequenza.

Le *intercalazioni basiche* presenti alla cava e nelle zone adiacenti sono costituite da *amphyclasiti* (metabasiti in facies anfibolitica a plagioclasti  $+ cummingtonite + orneblenda \pm quarzo$ ) con relitti di ortopirosseno.

## BIBLIOGRAFIA

- AMODIO MORELLI L. et alii (1976) - *L'arco calabro-peloritano nell'orogene Appenninico-Maghrebide*, Mem. Soc. Geol. It., XVII, 1-60.
- ATZORI P., FERLA P., LO GIUDICE A., PAGLIONICO A., ROTTURA S., PICCARRETA G. (1982) - *Hercynian and pre-hercynian magmatism in the Calabria-Peloritani arc (southern Italy)*. Rend. SIMP, 38, 147-154.
- BONARDI G., GIUNTA G., PERRONE V., RUSSO M., ZUPPETTA A., CIAMPO G. (1980) - *Osservazioni sull'evoluzione dell'arco calabro-peloritano nel Miocene inferiore; la formazione di Stilo-Capo d'Orlando*. Boll. Geol. It., 99, 365-394.
- BORSI S., HIEKE MERLIN O., LORENZONI S., PAGLIONICO A., ZANETTIN LORENZONI E. (1976) - *Stilo Unit and dioritic-kinzigitic Unit in the Serre (Calabria, Italy)*. Geological, petrological, geochronological characters. Boll. Soc. Geol. It., 95, 219-244.
- COLONNA V., PAGLIONICO A., PICCARRETA G., ZIRPOLI G. (1975) - *The Pomo River phillitic unit (Calabria, Southern Italy): geobarometric characteristics*. N. Jb. Miner. Mh., 12, 556-563.
- DUBOIS R. (1976) - *La suture calabro-apenninique crétacée-eocène et l'ouverture tyrrénienne néogène: étude pétrographique et structurale de la Calabre centrale*. Thèse, Université P. et M. Curie, Paris.
- IOPPOLO S., ROTTURA A., RUSSO S. (1978) - *Le metabasiti di alto grado dell'area Vibo Valentia-Fiumara Angitola (Calabria meridionale)*. Boll. Soc. Geol. It., 97, 73-92.
- MACCARRONE E., PAGLIONICO A., PICCARRETA G., ROTTURA A. (1983) - *Granulite-amphibolite facies metasediments from the Serre (Calabria, Southern Italy): their protholites and the processes controlling their chemistry*. Lithos, 16-2, 95-111.
- MORESI M., PAGLIONICO A., PICCARRETA G., ROTTURA A. (1978) - *The deep crust in Calabria (Polia-Copanella Unit): a comparison with the Ivrea Verbano zone*. Mem. Sci. Geol., 33, 45-74.
- MORESI M., PAGLIONICO A., PICCARRETA G., ROTTURA A. (1980) - *Geochemical features of granulite-amphibolite facies metabasites from the Serre (Calabria, Southern Italy)*. N. Jb. Miner. Abh., 138, 49-63.
- PAGLIONICO A., PICCARRETA G. (1976) - *Le unità del F. Pomo e di Castagna nelle Serre Settentrionali (Calabria)*. Boll. Soc. Geol. It., 95, 1-11.
- PAGLIONICO A., PICCARRETA G. (1978) - *History and petrology of a fragment of the deep crust in the Serre (Calabria, Southern Italy)*. N. Jb. Miner. Mh., 9, 385-396.
- PAGLIONICO A., PICCARRETA G. (1980) - *Significato della cianite nell'Unità Polia-Copanella (Calabria)*. Rend. Soc. Geol. It., 3, 35-38.
- PICCARRETA G. (1981) - *Deep-rooted overthrusting and blueschistic metamorphism in compressive continental margins. An example from Calabria (Southern Italy)*. Geol. Mag., 118, 539-544.
- SCHENK e SCHREYER (1978) - *Granulite facies metamorphism in the Northern Serre (Calabria, Southern Italy)*. In: CLOSS H., ROEDER D. e SCHMIDT K. (eds.) - *Alps, Apennines, Hellenides*. Stuttgart, Schweizerbart, pp. 341-346.
- SCHENK V. (1980) - *U-Pb and Rb-Sr radiometric dates and their correlation with metamorphic events in the granulite-facies basement of the Serre, Southern Calabria (Italy)*. Contrib. Mineral. Petrol., 73, 23-38.
- SCHENK V. (1981) - *Synchronous uplift of the lower crust of the Ivrea zone and of Southern Calabria and its possible consequences for the Hercynian orogeny in Southern Europe*. Earth and Planet. Sci. Letters, 56, 305-320.
- WINKLER H.G.F., SEN S.K. (1973) - *Nomenclature of granulites and other high-grade rocks*. N. Jb. Miner. Mh., 9, 393-401.
- ZANETTIN LORENZONI E. (1982) - *Relationships of main structural elements of Calabria (Southern Italy)*. N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 7, 403-418.