

CARATTERIZZAZIONE DELLE METAVULCANITI DELL'UNITÀ DI BAGNI (CALABRIA)

VINCENZO COLONNA, GINO MIROCLE CRISCI

Dip. Scienze della Terra Univ. della Calabria, 87030 Castiglione Cosentino Stazione (Cosenza)

GIUSEPPE PICCARRETA

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

RIASSUNTO. — Alla base dell'unità di Bagni in Calabria sono diffuse delle metavulcaniti con composizione intermedio acida, testimonianza di un vulcanismo sinsedimentario. Le metavulcaniti e i metasedimenti associati sono affetti da metamorfismo probabilmente ercinico. Il loro chimismo, con particolare riferimento agli elementi poco mobili durante l'alterazione e il metamorfismo, è confrontabile con quello di suites orogeniche. Se la sequenza originaria è ercinica il vulcanismo è da inquadrare negli stadi iniziali dell'orogenesi.

ABSTRACT. — Metavolcanic and metasedimentary rocks of the Bagni unit in Calabria, experienced an older metamorphism, probably of Hercynian age and localized effects of Alpine age. Metavolcanites, ranging in composition mainly from dacite - to rhyodacite, display Zr, Ti, Nb, Y relationships typical of calc-alkaline orogenic suites. If the age of the original sequence is Hercynian, then the metavolcanics must be referred to a synsedimentary magmatic activity during the early stages of the orogenesis.

Introduzione

L'unità di Bagni è la più profonda delle unità di crosta continentale coinvolte nella costruzione della catena alpina paleogenica dell'arco calabro-peloritano (es. TORTORICI, in questo volume e bibliografia citata). Essa è rappresentativa di un settore superficiale della crosta continentale paleozoica ed è costituita dal basso verso l'alto da: *a*) metavulcaniti, metareniti e micascisti; *b*) filladi e metareniti (COLONNA e SIMONE, 1978). Le rocce mostrano gli effetti di un metamorfismo pre-alpino in facies scisti verdi di grado crescente verso il basso (con formazione di biotite e granato) e sovrapposti effetti retrocessivi di età alpina.

Il metamorfismo fondamentale si è complessivamente realizzato sotto condizioni di

basso P/T e, per i suoi caratteri generali, appare confrontabile con quello di rocce sicuramente erciniche affioranti nell'arco calabro-peloritano (COLONNA et al., 1979 e bibl. cit.) e in mancanza di altre indicazioni viene supposto ercinico. Tale supposizione sarebbe confermata se la sequenza mesozoica, a luoghi sovrastante, rappresenta realmente la copertura dell'unità (SCANDONE, 1971).

Il metamorfismo alpino ha comportato generalmente effetti di retrocessione (clorite o stilpnomelano da biotite) nei tipi a grado metamorfico più elevato e, a luoghi, alla base

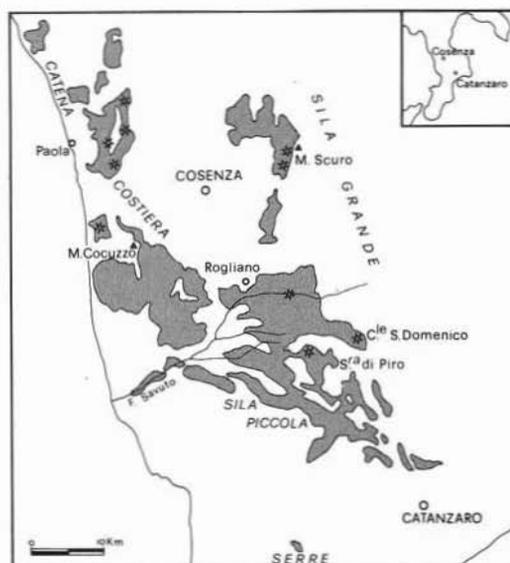


Fig. 1. — L'unità di Bagni nella Calabria centro-settentrionale. Con l'asterisco sono indicate le aree in cui è stata effettuata la campionatura.

TABELLA 1
Chimismo delle metavulcaniti dell'unità di Bagni

	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	LOI
1	78.26	0.15	12.26	0.54	1.06	0.05	0.79	0.45	2.95	1.78	0.21	1.51
2	73.90	0.20	13.46	0.24	0.66	0.03	1.58	0.42	0.94	7.40	0.33	0.84
3	73.35	0.23	14.53	1.28	1.12	0.04	0.54	0.31	1.27	5.50	0.26	1.55
4	74.37	0.23	13.47	0.68	1.45	0.04	0.45	0.29	1.63	5.64	0.25	1.51
5	75.22	0.24	13.72	0.79	1.00	0.04	0.70	0.30	2.37	3.53	0.26	1.83
6	69.90	0.25	15.34	0.83	1.62	0.03	0.69	0.45	0.39	8.42	0.28	1.79
7	71.92	0.25	14.53	0.87	1.26	0.03	0.62	0.41	0.71	7.39	0.24	1.77
8	69.14	0.26	17.62	1.08	1.47	0.04	1.40	0.33	0.56	5.32	0.24	2.53
9	70.83	0.26	15.77	1.34	1.68	0.05	0.96	0.90	2.68	3.30	0.32	1.91
10	75.17	0.26	14.54	0.52	1.25	0.03	0.29	0.41	1.09	5.80	0.33	0.30
11	75.43	0.27	12.98	0.53	1.03	0.05	0.14	0.35	2.52	5.33	0.21	1.15
12	73.77	0.28	14.23	0.46	0.82	0.03	0.29	0.35	1.92	6.48	0.25	1.12
13	72.67	0.30	14.45	0.81	1.10	0.03	0.30	0.38	2.29	6.02	0.23	1.40
14	75.75	0.30	12.23	1.20	1.38	0.03	0.13	0.30	2.45	4.89	0.23	1.12
15	66.36	0.36	18.81	1.01	2.48	0.05	0.84	0.64	1.65	4.64	0.41	2.76
16	71.60	0.36	14.38	1.29	0.95	0.06	1.66	0.82	2.91	4.36	0.21	1.41
17	70.65	0.39	14.58	1.96	1.04	0.06	1.08	0.60	2.14	5.31	0.20	2.01
18	70.16	0.47	14.70	1.65	1.77	0.05	0.57	0.51	2.14	6.20	0.19	1.58
19	67.43	0.51	17.27	1.24	2.65	0.06	1.20	1.26	2.81	3.02	0.21	2.33
20	72.65	0.58	14.37	1.38	1.55	0.04	0.90	0.82	2.20	3.38	0.16	1.96
21	74.85	0.21	12.66	0.97	1.15	0.02	0.27	0.37	1.17	6.94	0.21	1.16
22	68.93	0.23	17.79	0.92	1.24	0.04	1.89	0.50	2.13	3.84	0.22	2.27
23	70.11	0.25	16.16	0.00	1.43	0.05	0.24	0.37	1.13	8.64	0.30	1.32
24	67.85	0.28	18.65	1.49	1.74	0.04	1.04	2.22	1.33	2.41	0.36	2.63
25	73.93	0.30	13.38	0.77	1.17	0.03	0.27	0.38	1.74	6.56	0.23	1.23
26	73.08	0.38	15.42	1.59	0.91	0.03	0.92	0.61	1.88	2.97	0.25	1.97
27	68.78	0.44	14.50	0.91	3.58	0.07	2.78	0.60	4.87	1.04	0.16	2.28
28	69.16	0.45	15.58	2.11	1.40	0.05	0.79	1.64	3.91	2.87	0.23	1.82
29	65.93	0.46	17.59	1.72	2.83	0.05	1.36	0.89	3.18	3.35	0.15	2.47
30	71.06	0.50	15.06	1.93	1.38	0.06	0.61	0.83	3.10	3.35	0.23	1.89
31	67.95	0.53	16.00	1.22	3.18	0.07	1.47	0.77	3.68	2.54	0.20	2.39
32	68.50	0.54	15.25	2.58	1.81	0.07	0.85	0.54	3.00	4.71	0.20	1.93
33	68.32	0.57	15.75	1.30	2.41	0.06	0.63	1.61	7.22	0.46	0.21	1.47
34	66.72	0.58	18.42	1.26	3.08	0.07	1.89	0.71	2.45	4.01	0.30	0.50
35	73.58	0.59	14.13	2.87	0.15	0.05	0.41	0.66	3.48	2.23	0.20	1.65
36	70.26	0.61	15.53	1.57	1.85	0.05	0.71	0.99	2.26	4.10	0.22	1.87
37	66.27	0.67	15.92	1.67	3.66	0.10	1.53	1.16	3.53	3.17	0.20	2.12
38	65.57	0.69	16.18	3.35	1.87	0.06	2.24	1.24	2.70	3.43	0.16	2.51
39	66.15	0.71	15.90	3.23	2.19	0.08	1.18	2.08	1.77	4.23	0.20	2.26
40	67.74	0.72	15.32	1.37	2.80	0.08	2.16	0.88	5.92	0.74	0.24	2.03
41	67.00	0.75	16.81	2.82	1.18	0.06	0.79	0.93	4.82	3.13	0.24	1.46
42	61.30	0.76	18.17	3.45	2.79	0.11	1.96	2.07	1.38	4.60	0.21	3.20
43	64.05	0.78	17.14	3.19	2.49	0.09	1.50	1.51	3.81	2.07	0.18	3.18
44	65.36	0.78	17.11	3.33	2.18	0.08	1.12	1.16	4.18	2.19	0.20	2.31
45	65.36	0.78	16.18	2.33	3.38	0.09	2.49	0.41	3.34	2.67	0.20	2.76
46	63.47	1.01	15.56	3.12	3.92	0.15	1.68	2.35	5.21	0.93	0.23	2.38
47	61.58	1.12	16.76	3.18	6.17	0.19	2.57	0.62	4.91	0.64	0.17	2.09
48	52.36	1.23	17.33	1.93	6.98	0.20	7.92	2.27	4.61	0.06	0.34	4.77

1-20 = metavulcaniti a mica bianca; 21-48 = metavulcaniti a due miche.

della falda, formazione di lawsonite, pumellyite e Mg-riebeckite (in COLONNA e SIMONE, 1978).

In questo lavoro vengono studiate le metavulcaniti per migliorare il quadro conoscitivo dell'unità, per ottenere possibili infor-

mazioni sull'ambiente in cui esse furono eruttate e, ovviamente, supponendo una loro età ercinica, per fornire un contributo alla caratterizzazione del segmento di orogene ercinico i cui resti sono ampiamente diffusi nell'arco calabro-peloritano.

TABELLA 2

Elementi minori (in ppm) nelle metavulcaniti delle unità di Bagni

	Sr	Rb	Zr	Y	Nb		Sr	Rb	Zr	Y	Nb
1	39	103	118	35	10	25	31	182	247	49	13
2	15	222	212	55	13	26	84	98	277	53	13
3	15	173	201	53	14	27	31	29	207	32	12
4	19	148	173	42	12	28	148	103	252	50	15
5	14	186	210	46	14	29	76	112	216	42	33
6	15	267	230	51	23	30	99	98	244	46	16
7	18	191	191	49	11	31	44	96	228	39	18
8	16	212	224	62	14	32	45	144	251	40	14
9	84	166	238	52	13	33	216	13	225	38	17
10	40	129	265	49	13	34	66	133	265	45	14
11	23	153	223	39	14	35	59	74	243	42	15
12	29	201	257	50	14	36	102	150	296	43	16
13	23	177	264	49	20	37	99	128	228	43	30
14	20	160	240	46	14	38	163	86	245	42	19
15	42	199	294	57	59	39	150	152	233	41	15
16	58	134	217	45	22	40	111	21	252	38	14
17	33	154	224	40	13	41	46	108	238	53	13
18	16	139	227	41	14	42	178	153	243	47	20
19	101	131	225	44	17	43	66	54	241	44	16
20	123	98	194	31	12	44	107	44	246	42	16
21	57	194	178	42	14	45	14	51	243	36	14
22	92	170	176	60	14	46	217	25	223	35	15
23	18	254	251	55	68	47	43	13	241	29	14
24	223	114	249	62	17	48	209	6	197	29	12

Le metavulcaniti

Inquadramento geologico-petrografico

Le metavulcaniti affiorano diffusamente in Sila e in Catena Costiera (fig. 1) e formano un potente orizzonte piegato e smembrato dalla tettonica alpina e pre-alpina. Sono rappresentate, a meno di scarsi litotipi basici, da metavulcaniti a una o due miche. Secondo COLONNA e SIMONE (1978) si tratterebbe probabilmente di una associazione originaria di lave e piroclastiti.

Le *metavulcaniti a due miche* prevalgono nettamente e formano masse di notevoli dimensioni, specialmente nella valle del fiume Savuto, dove formano un ammasso lungo oltre 4 km e con spessore apparente di circa 250 m. Sono rocce di color tabacco, in strati decimetrici, con scistosità più o meno marcata. La scistosità evidente è una S_2 di piano assiale con relitti di S_1 in corrispondenza delle cerniere delle micropieghe. Frequentemente la scistosità S_2 isola porzioni millimetriche e centimetriche nelle quali è riconoscibile solo la S_1 . Sono costituite da una compagine minuta di quarzo, albite, biotite e/o clorite, mica chiara, epidoti, titanite, apatite e opachi

nella quale spiccano fenoclasti di plagioclasio albitico-oligoclasico e raramente di quarzo. Spesso nella matrice si osserva blastesi di stilpnomelano a spese di biotite. Molto raramente in queste rocce compaiono clasti di vulcaniti, a grana fine e struttura intersertale, costituite essenzialmente da plagioclasio.

Le *metavulcaniti a sola mica chiara* sono rocce bianco-grigiastre che formano intercalazioni lenticolari, generalmente con spessore di pochi metri, nei tipi a due miche. Esse sono più diffuse in Catena Costiera dove possono formare corpi spessi anche qualche decina di metri. In queste sono ancora più evidenti i motivi strutturali descritti prima (S_1 - S_2) a causa della grana complessivamente più minuta. Esse sono caratterizzate da un fondo finemente scistoso costituito da un aggregato blastico di albite, fengite, epidoti calcici che ingloba cristalli frequentemente eudrali e geminati di K-feldspato e più raramente di plagioclasio. In alcuni casi cristalli di originario K-feldspato mostrano anse riempite dagli stessi componenti la matrice, a grana più piccola (originari effetti di corrosione o effetti di sostituzione da parte della matrice blastica?).

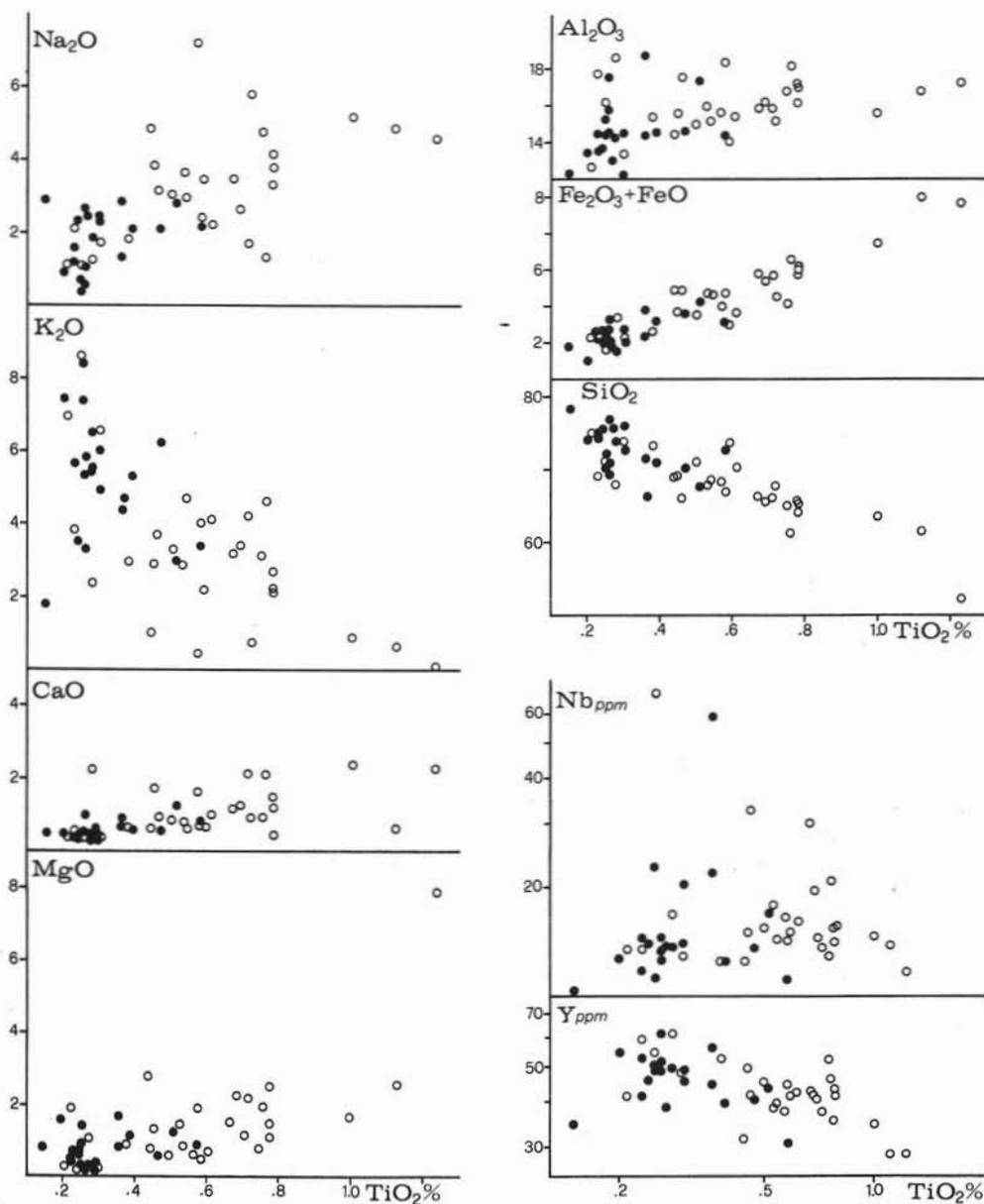


Fig. 2. — Diagrammi di variazione contro TiO_2 . — ● = metavulcaniti a mica chiara; ○ = metavulcaniti a due miche.

Complessivamente i rapporti tra metavulcaniti e metasedimenti sono di tipo parastratigrafico: a luoghi è possibile osservare le metavulcaniti chiaramente intercalate nei metasedimenti (es. a E del monte Cocuzzo, a monte Scuro, ecc.).

Chimismo

Nelle tabelle 1 e 2 sono presentate 48 ana-

lisi chimiche di metavulcaniti dell'unità di Bagni ordinate secondo valori crescenti di TiO_2 . In figura 2 alcuni elementi e ossidi sono stati diagrammati contro TiO_2 . Il titanio, ritenuto poco mobile, è stato usato come indice di variazione e preferito quindi ai più usati S.I. o D.I. in quanto, già da un esame preliminare dei dati analitici, emerge una

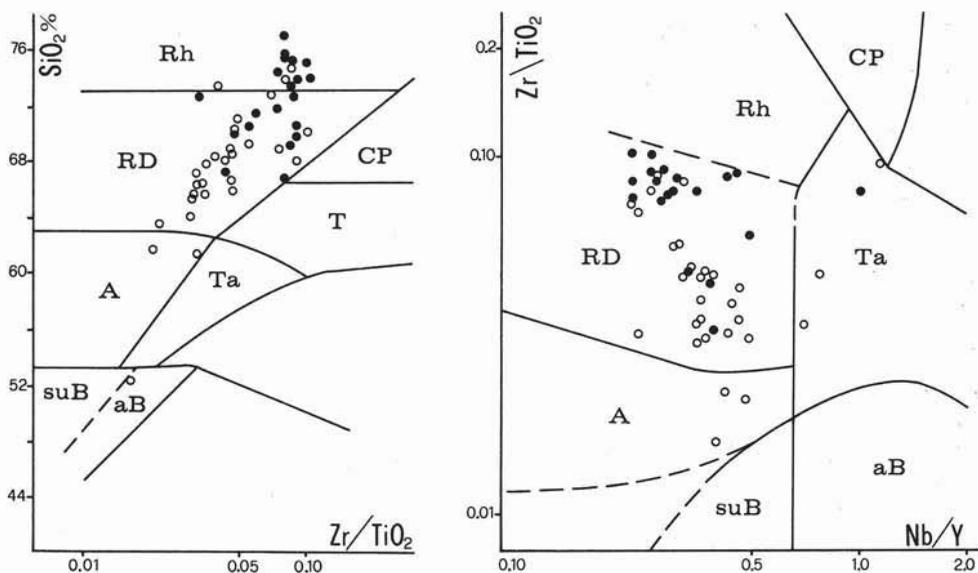


Fig. 3. — Diagrammi $\text{SiO}_2\text{-Zr/TiO}_2$ e $\text{Zr/TiO}_2\text{-Nb/Y}$ (WINCHESTER & FLOYD, 1977). - *Rb* = rioliti; *RD* = riodaciti-daciti; *A* = andesiti; *suB* = basalti sub-alcinali; *aB* = basalti alcalini; *Ta* = trachiandesiti; *T* = trachiti; *CP* = comenditi-pantelleriti. Simbologia come in fig. 2.

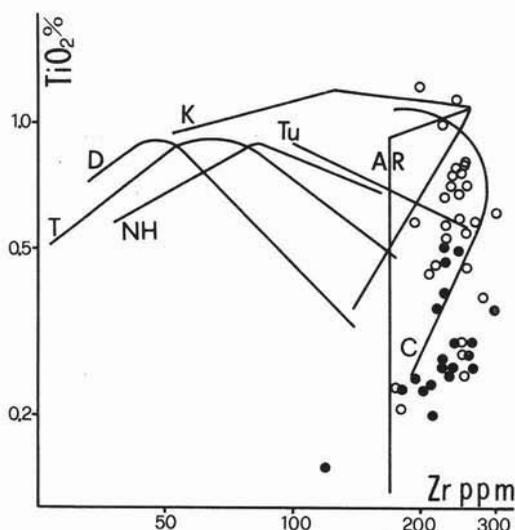


Fig. 4. — Diagramma $\text{TiO}_2\text{-Zr}$ con alcuni trends di frazionamento (PEARCE & NORRY, 1979). - *K* = Krakatoa; *D* = Dominica; *T* = Tonga; *NH* = Nuove Ebridi; *C* = Cile. Simbologia come in fig. 2.

forte e irregolare variabilità degli elementi alcalini e alcalino-terrosi che fa supporre modificazioni più o meno spinte delle loro concentrazioni originarie a causa del metamorfismo e/o delle alterazioni pre-metamorfiche.

Le metavulcaniti hanno un chimismo intermedio-acido caratterizzato da bassi valori di TiO_2 ed MgO ed alti valori di Zr e del rapporto Y/Nb . Le relazioni tra elementi sono ancora chiaramente indicative di una tipologia magmatica. I tipi a due miche sono tendenzialmente più poveri di SiO_2 e K_2O e più ricchi di MgO , TiO_2 , Fe totale, CaO , Na_2O e Al_2O_3 . Il chimismo originario risulta alquanto variato e le modificazioni più importanti sono quelle relative agli alcali, MgO e CaO e agli elementi in tracce con comportamento geochimico analogo. Tanto si evince chiaramente dall'esame della figura 2 in cui gli elementi in questione, pur mostrando correlazioni abbastanza definite, sono notevolmente dispersi. Una forte dispersione si nota per SiO_2 e Al_2O_3 ai bassi valori di TiO_2 e per il Nb .

Caratterizzazione delle vulcaniti originarie

È comunemente ritenuto che elementi ad alta forza di campo come Zr , Nb , Y , Ti siano poco mobili durante l'alterazione e il metamorfismo di basso grado. Le loro reciproche relazioni sono utilizzate per caratterizzare le litologie originarie (PEARCE e CANN, 1973; WINCHESTER e FLOYD, 1977; FLOYD e WINCHESTER, 1978; PEARCE e NORRY, 1979).

Benchè ci siano delle riserve sulla immobilità di tali elementi, soprattutto in ambienti idrati, è comunque accettato che, anche nella evenienza di modificazioni delle concentrazioni, le loro relazioni reciproche rimangono praticamente inalterate (RONOV e MIGDISOV, 1965). Pertanto particolarmente significative, al fine di caratterizzare le vulcaniti originarie, appaiono le relazioni tra i rapporti Zr/TiO_2 e Nb/Y (fig. 3). Dall'esame dei diagrammi si evince che la gran parte dei campioni (85 %) sono relazionabili a originarie composizioni dacitico-riodacitiche, solo tre campioni mostrano affinità andesitica (n. 46, 47, 48). I pochi campioni che cadono nel campo TA (n. 15, 23, 29, 37) risentono verosimilmente delle modificazioni di concentrazione relative al Nb. Nel diagramma SiO_2 contro Zr/TiO_2 di figura 3 alcuni campioni cadono nel campo delle rioliti (n. 1, 2, 3, 4, 5, 10, 11, 12, 14, 31, 25, 35). È verosimile che l'incongruenza rispetto al diagramma $Zr/TiO_2 - Nb/Y$ sia legata ad un eccesso di silice conseguente a processi di mobilizzazione metamorfica e/o a inquinamento da materiale sedimentario. Infatti nelle metavulcaniti è abbastanza frequente la presenza di quarzo rimobilizzato che forma vene o cicatrizza fratture. D'altro canto anche in alcuni campioni che cadono nel campo delle rioliti, sono presenti concentrazioni di quarzo che potrebbero essere il riflesso di mobilizzazioni.

I diagrammi di figura 3 mostrano quindi che le metavulcaniti sono derivate da originari prodotti subalcalini con un'affinità calcalkalina giustificata dai bassi valori di TiO_2 e dagli alti valori di Zr e del rapporto Y/Nb . Tutto questo appare ancora evidente dall'esame del diagramma $Zr-TiO_2$ (PEARCE e NORRY, 1979) (fig. 4) in cui le metavulcaniti disegnano un trend ricco in Zr simile a quello di vulcaniti di margine continentale.

Il trend è marcato da una certa costanza dei valori di Zr che potrebbe trovare una spiegazione in un frazionamento di anfibolo + magnetite (vedi fig. 5 b in PEARCE e NORRY, 1979).

Discussione

I dati precedentemente esposti portano ad affermare che le metavulcaniti dell'unità di Bagni hanno caratteri confrontabili con quelli di suites orogeniche.

Esse sono associate parastratigraficamente a metasedimenti, insieme ai quali hanno subito un metamorfismo fondamentale probabilmente ercinico.

Se la sequenza vulcano-sedimentaria originaria è ercinica le metavulcaniti in oggetto rappresentano il prodotto di una attività inquadabile nelle fasi iniziali dell'orogenesi ercinica. D'altra parte manifestazioni analoghe, di età posteriore al Devoniano medio, con prodotti in parte confrontabili, sono state documentate nei Peloritani (FERLA, 1978; ATZORI e FERLA, 1979).

Dai « connotati orogenici » di margine continentale delle metavulcaniti in esame non deriva automaticamente un legame con un originario sistema oceano-continente di tipo Andino. Infatti le indicazioni disponibili per l'arco calabro-peloritano relativamente all'Ercinico possono essere indicative, per la mancanza di ofioliti erciniche, per la tipologia del metamorfismo, per la natura delle plutoniti post-metamorfiche, di un contesto ensialico (ATZORI et al., 1981).

(¹) Analisi eseguite in fluorescenza a RX presso il Dipartimento di Scienze della Terra, Università della Calabria.

Ringraziamenti. — Si ringraziano i Sig. GAGLIARDI FRANCESCO e LANZAFAME UGO per il valido contributo fornito nella determinazione dei dati analitici.

BIBLIOGRAFIA

- ATZORI P. e FERLA P. (1978) - *Caratteristiche del metamorfismo ercinico sulle successioni sedimentarie e magmatiche del basamento paleozoico delle unità inferiori dei M. Peloritani*. Mem. Soc. Geol. It., 20, 447-452.
- ATZORI P., LO GIUDICE A., FERLA P., PAGLIONICO A., PICCARRETA G. e ROTTURA A. (1981) - *Hercynian and pre-Hercynian magmatism in the Calabria-Peloritani arc (Southern Italy)*. Rend. SIMP, 38, 147-154.
- COLONNA V. e SIMONE A. (1978) - *Gli « scisti del F. Savuto »: un contributo alla conoscenza dell'unità del F. Bagni nella Calabria centrale*. Boll. Soc. Geol. It., 97, 699-709.

- COLONNA V., DI PIERRO M., PICCARRETA G. e SIMONE A. (1979) - *Ridefinizione delle caratteristiche bariche dell'unità di Bagni in Calabria*. Rend. Soc. Geol. It., 2, 61-64.
- FLOYD P.A. & WINCHESTER J.A. (1978) - *Identification and discrimination of altered and metamorphosed volcanic rocks using immobile elements*. Chem. Geol., 21, 291-306.
- FERLA P. (1978) - *Natura e significato geodinamico del vulcanismo preercinico presente nelle filladi e nei semiscisti dei Monti Peloritani (Sicilia)*. Rend. SIMP, 34, 55-74.
- PEARCE J.A. & CANN J.R. (1973) - *Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analysis*. Earth Plan. Sc. Lett., 19, 290-300.
- PEARCE J.A. & NORRY M.J. (1979) - *Petrogenetic implications of Ti, Zr, Y, and Nb variations in volcanic rocks*. Contrib. Mineral. Petrol., 69, 33-47.
- RONOV A.B. & MIGDISOV A.A. (1965) - *Principal features of the geochemistry of hydrolizate elements in watering and sedimentation*. Geochem Intern., 2, 92-120.
- TORTORICI L. (1982) - *Lineamenti geologico-strutturali dell'Arco Calabro-Peloritano*. Rend. SIMP (in questo volume).
- WINCHESTER J.A. & FLOYD P.A. (1977) - *Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements*. Chem. Geol., 20, 325-343.