

PIO DI GIROLAMO *, MARIA ROSARIA GHIARA *,
GIUSEPPE ROLANDI *, DAMIANO STANZIONE *

CARATTERI GEOCHIMICI DELLE VULCANITI QUATERNARIE DELLA CAMPANIA (CALC-ALCALINE, SHOSHONITICHE, LEUCITICHE): OSSERVAZIONI GEOTETTONICHE E GENETICHE**

RIASSUNTO. — Vengono presi in considerazione i termini femici fondamentali delle vulcaniti rinvenute in Campania, sia in superficie che nel sottosuolo profondo, di età da basso pleistocenica ad olocenica. Tali campioni sono costituiti dalle vulcaniti sottosature potassiche (« trachibasalti »), alto potassiche (rocce leucitiche) e da rocce soprassature presenti unicamente nel sottosuolo. I caratteri geochimici degli elementi maggiori e in traccia (compreso REE) e quelli mineralogici indicano un'affinità con le vulcaniti presenti in aree di margini di placche convergenti.

Più precisamente l'attività soprassatura profonda presenta un'affinità con rocce andesitiche ricche in K, i soprastanti trachibasalti con i basalti shoshonitici e, infine, le rocce leucitiche mostrano una corrispondenza con quelle leucitiche di alcuni archi vulcanici.

Le variazioni chimiche degli elementi maggiori e di Rb, Sr, Ba, in funzione del contenuto di K_2O , non mostrano la partecipazione di fasi a composizione chimica definita né indicano, in particolare, relazioni di frazionamento, a bassa o alta pressione, fra le rocce leucitiche e gli altri tipi. I diversi dati geochimici suggeriscono che i magmi possono essersi generati per fusione parziale da sorgenti presenti nel mantello alto, contenenti granato e arricchite in elementi incompatibili.

ABSTRACT. — In the present paper the main lower-Pleistocene to Holocene mafic volcanic varieties founded in Campania, either outcropping or deep-seated, have been considered. These rocks are the undersaturated potassic volcanics (« trachybasalts »), the high-K (leucite-bearing varieties) and the oversaturated products that have been sampled only from deep bore-holes. The major and trace (REE included) element distribution and the mineral features show the affinity of the analysed rocks with those of converging plate margins.

In particular, the products of the oversaturated activity are like the K-rich andesitic rocks, the overlying « trachybasalts » show affinities toward the shoshonite basalts and the leucite-bearing rocks with the leucitic varieties of some island arcs. In detail, the geochemical features agree well with those of volcanics lying on continental crust.

The post-orogenic rocks in Campania, erupted in a tensional environment, show affinities to volcanics that are generally considered as typical of converging plate margins in a final (or post-orogenic) stage of evolution. Besides these geochemical similarities, some geological peculiarity are to be taken in mind: a) eruptive activity in a tectonic environment with tensional features since long time; b) large amounts of leucite-bearing rocks; c) a large scale interlayering of the three above mentioned varieties.

To establish to what extent an hypothesis of gradual enrichment in K-bearing phases could be in agreement with the observed evolution, the major element, Rb, Sr and Ba variation with K_2O has been considered. As a result there is no indication, for the three rock associations, that their evolution is controlled by crystal fractionation (biotite, amphibole, garnet); in detail

* Istituto di Mineralogia dell'Università di Napoli, via Mezzocannone, 8. ** Lavoro eseguito col contributo del C.N.R. (n. 78.00281.05).

there are not evidence that the high-K volcanics are linked to the other types through fractionation at neither low nor high pressure.

Te incompatible element (REE, LILE) distribution show that:

- 1) these rocks took origin below the plagioclase stability field as indicated by the Eu and Sr contents. This, with the know crustal thicknes in Campania, suggest a source in the high levels of the mantle;
- 2) the source rocks of the various magmas are in the garnet stability field;
- 3) the source of these rocks was in a possibly heterogeneous, incompatible element-enriched mantle.

Introduzione

La presenza di vulcaniti con caratteristiche calc-alcaline nel sottosuolo a nord dei Campi Flegrei e di trachibasalti ad affinità shoshonitica affioranti in Campania

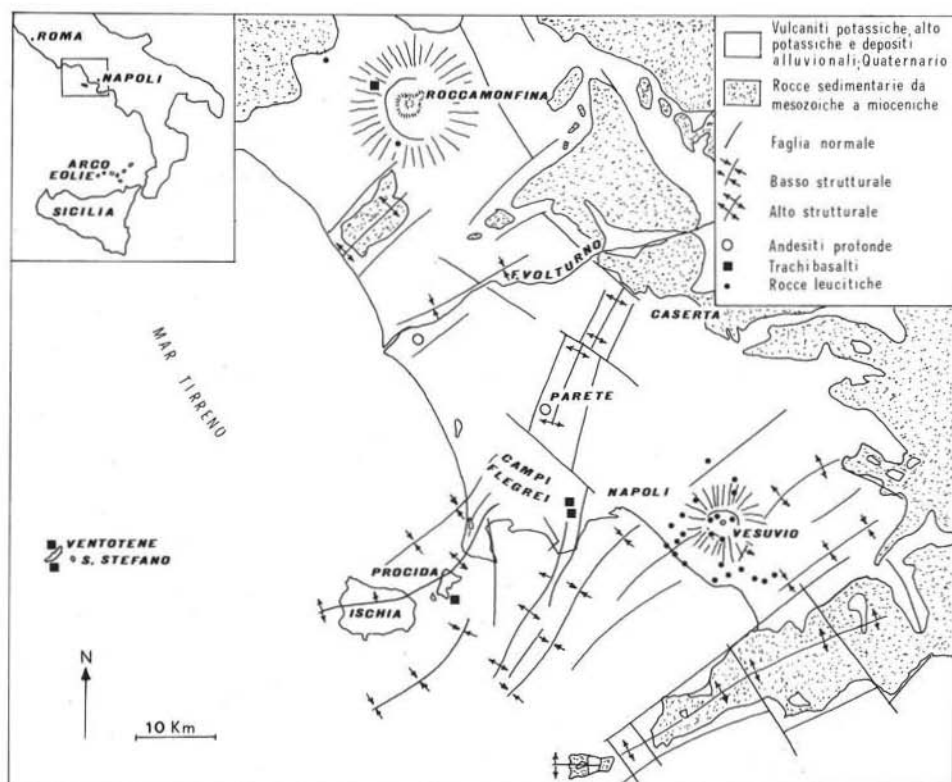


Fig. 1. — Caratteri strutturali principali della Campania occidentale e ubicazione dei campioni di vulcaniti. Dati geologici da IPPOLITO et al., 1973; FINETTI e MORELLI, 1974; CAMELI et al., 1975.

(fig. 1) (DI GIROLAMO e ROLANDI, 1975; BARBIERI et al., 1976; DI GIROLAMO et al., 1976, 1978; DI GIROLAMO, 1977-78; GHIARA et al., 1978), rende necessario un confronto tra le rocce calc-alcaline, i trachibasalti e le rocce leucitiche che a questi ultimi sono

quasi costantemente associate, nonchè un confronto con le vulcaniti presenti in alcune aree di margini di placche convergenti.

È noto che a sud della Campania, alle isole Eolie, è presente un vulcanismo tipicamente « compressivo » di arco insulare (BARBERI et al., 1974 a; KELLER, 1974); questa attività ha dato tipi petrografici analoghi a quelli rinvenuti nell'area studiata. Si deve

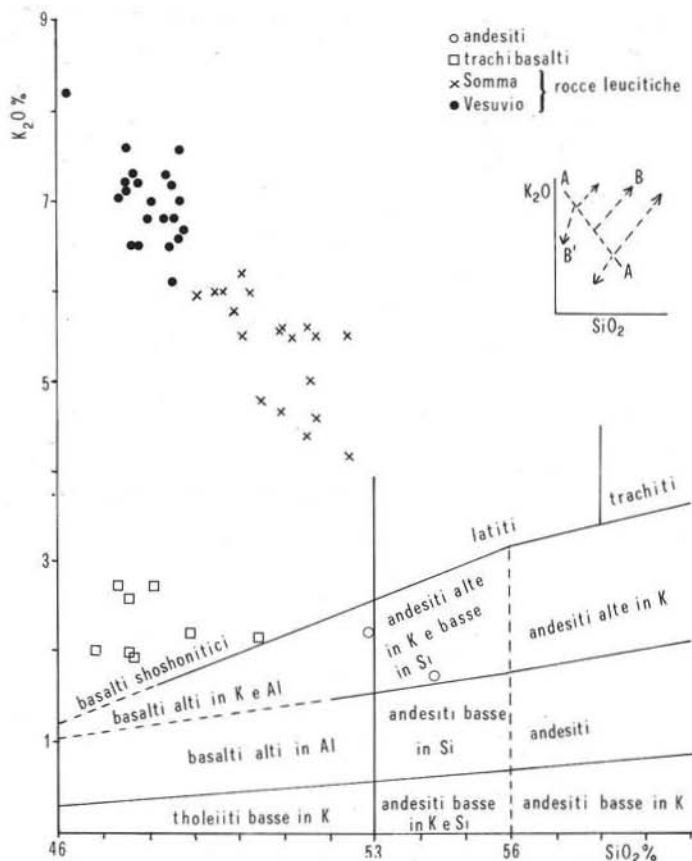


Fig. 2. — Proiezione delle vulcaniti quaternarie della Campania nel diagramma K_2O-SiO_2 . Le suddivisioni rispetto a SiO_2 e la nomenclatura sono tratte da BARBERI et al., 1974 b, quelle rispetto a K_2O da PECCERILLO e TAYLOR, 1976. Nel diagramma piccolo sono riportati i trends del Somma-Vesuvio.

tuttavia considerare che il vulcanismo della Campania si è manifestato quando già si era imposta da lungo tempo una tettonica tensiva ad horst e graben lungo il bordo tirrenico. Questa situazione spiega come le caratteristiche chimiche delle vulcaniti potassiche affioranti siano state interpretate in due modi geologicamente differenti: correlazione con rifts continentali e legame con un processo di convergenza di placche.

Dati stratigrafici

Le vulcaniti profonde finora rinvenute (fig. 1) hanno un'età basso quaternaria (IPPOLITO et al., 1973; BARBIERI et al., 1976), questa attività si è protratta anche in tempi più recenti. In superficie (isole di Ventotene, S. Stefano, Ischia, Procida, vulcano di Roccamonfina, Campi Flegrei) sono molto abbondanti vulcaniti potassiche (trachibasalti-trachiti) dominate complessivamente dai termini più sialici, e vulcaniti alte in K (leucititi-fonoliti) presenti sia come prodotti del Somma-Vesuvio e del Roccamonfina sia come inclusi nelle vulcanoclastiti potassiche. Tutte queste rocce hanno un'età da pleistocenica ad olocenica (BARBERI et al., 1967; GASPARINI e ADAMS, 1969; ALESSIO et al., 1974).

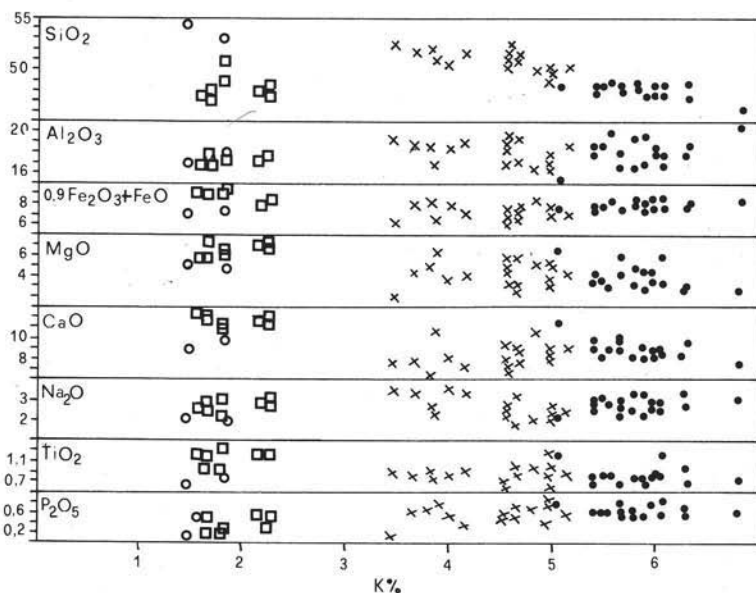


Fig. 3. — Variazione degli elementi maggiori rispetto a K nelle vulcaniti quaternarie della Campania. Simboli di fig. 2.

Le relazioni stratigrafiche generali indicano che le vulcaniti profonde sono prevalentemente più antiche e che le rocce potassiche e alto potassiche sono a grande scala interstratificate. I tre tipi di rocce sono, infine, da considerare praticamente sovrapposti nello spazio mancando una loro distribuzione areale preferenziale.

Scelta dei campioni

Sono stati selezionati campioni femici con contenuti in H_2O totale $< 1,5\%$ e con il rapporto $FeO/Fe_2O_3 > 1$, non cumulitici e con composizione chimica abbastanza simile a quella di magmi capostipiti.

Per le rocce profonde si sono potuti considerare solo due campioni in quanto

TABELLA 1

Medie aritmetiche ($\bar{x}$) e deviazioni standard (σ) della composizione chimica delle vulcaniti quaternarie della Campania.
Per le medie su 2 campioni è riportata la semidifferenza

	andesiti				trachibasalti				rocce leucitiche							
località	Campi Flegrei		Procida		Ventotene		Campi Fleg.		Roccam.	Somma				Vesuvio		
N° campioni	1	1	3		2		2		1	8		11		20		
intervallo SiO ₂			48.1-47.5		48.9-46.8		47.7-47.6			52.4-51.2		51.0-49.1		48.8-47.4		
			$\bar{x}$	σ	$\bar{x}$		$\bar{x}$			$\bar{x}$	σ	$\bar{x}$	σ	$\bar{x}$	σ	
SiO ₂	52.93	54.31	47.65	0.41	47.84	1.04	47.62	0.04	50.42	51.76	0.44	50.18	0.61	48.14	0.49	
TiO ₂	0.78	0.65	1.19	0.02	1.25	0.05	1.04	0.16	0.85	0.82	0.11	0.89	0.17	0.83	0.16	
Al ₂ O ₃	17.80	16.88	17.24	0.24	17.75	0.15	16.66	0.01	17.63	18.90	0.32	17.28	0.83	18.01	1.16	
(+)FeO	7.17	6.79	7.98	0.06	8.88	0.12	8.89	0.16	9.06	7.10	0.67	7.29	0.57	7.85	0.34	
MnO	0.09	0.12	0.13	0.03	0.13	0.01	0.16	0.00	0.17	0.10	0.01	0.11	0.01	0.13	0.01	
MgO	4.49	4.85	6.91	0.20	6.53	0.47	5.47	0.07	5.73	3.79	1.00	4.60	1.26	4.12	1.04	
CaO	9.79	8.61	11.35	0.14	11.24	0.53	12.20	0.07	10.20	7.43	0.70	8.81	0.98	9.19	0.87	
Na ₂ O	2.31	2.05	2.74	0.19	2.70	0.33	2.52	0.17	2.10	2.95	0.42	2.44	0.48	2.82	0.33	
K ₂ O	2.21	1.77	2.69	0.08	2.09	0.09	1.95	0.02	2.16	5.03	0.57	5.65	0.50	6.94	0.39	
K%	1.83	1.47	2.23	0.08	1.74	0.09	1.62	0.02	1.79	4.18	0.57	4.69	0.50	5.77	0.39	
Rb	74	33	86	8	40	5	25	1	122	224	36	226	46	247	34	
Sr	664	314	423	10	638	37	978	17	852	730	113	787	113	905	88	
Ba	465	395	634	45	1290	790	1050	30	639	1784	259	1877	308	2500	768	
K/Rb	248	448	262	17	443	74	649	32	147	189	23	211	43	237	29	
Rb/Sr	0.11	0.10	0.20	0.02	0.07	0.01	0.03	0.00	0.14	0.30	0.07	0.29	0.08	0.27	0.04	
Ni	18	11	39	3	25	1	38	4	39	16	0.00	44	18	41	14	
Co	27	19	20	5	30	1	29	1	28							
Ni/Co	0.66	0.58	1.96	0.39	0.83	0.01	1.33	0.07	1.39							

(+) 0,9 Fe₂O₃ + FeO.

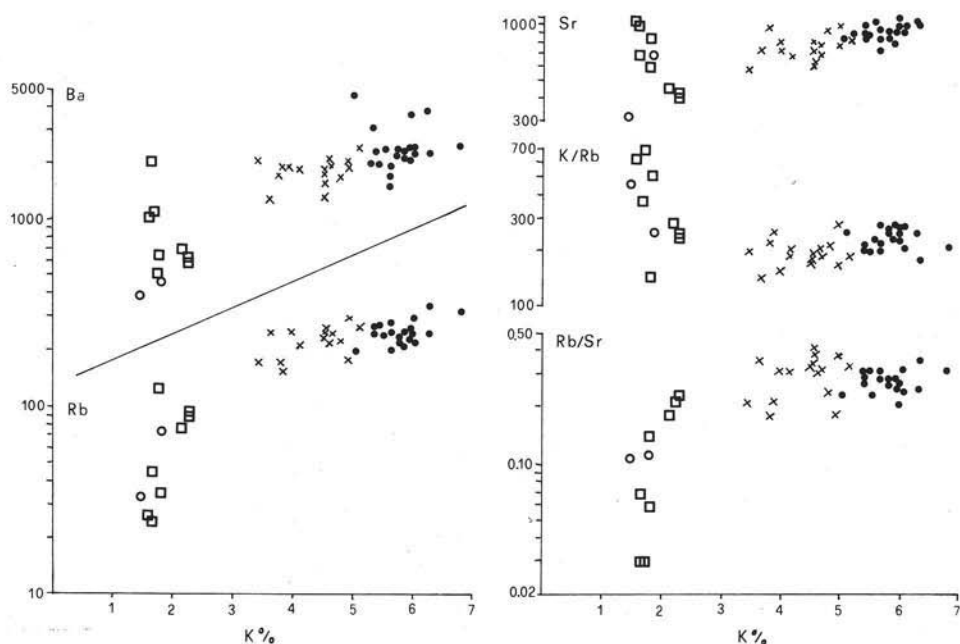


Fig. 4. — Variazione degli elementi in traccia rispetto a K nelle vulcaniti quaternarie della Campania. Simboli di fig. 2.

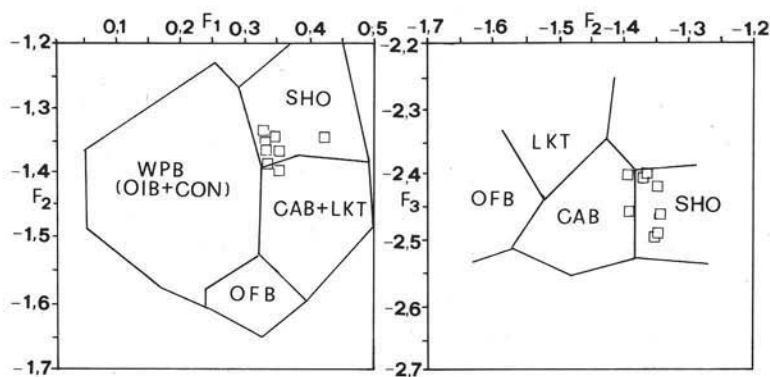


Fig. 5. — Proiezione delle funzioni discriminanti F_1 , F_2 , F_3 per i trachibasalti della Campania. WPB: basalti intra placche (basalti di isole oceaniche + b. continentali), SHO: basalti shoshonitici, CAB: basalti calc-alcalini, LKT: tholeiiti basse in K (th. di arco), OFB: basalti di fondo oceanico.

tutti gli altri presentavano alterazioni. Per i trachibasalti sono stati scelti i campioni con $12 < \text{CaO} + \text{MgO} < 20\%$. Per le rocce leucitiche si sono selezionate solo quelle del Somma Vesuvio dato il buon numero di analisi chimiche a disposizione. Premesso che l'ipotesi di assimilazione carbonatica viene ritenuta poco probabile (HURLEY et al., 1966; SAVELLI, 1967; CUNDARI e LE MAITRE, 1970; APPLETON, 1972), la scelta dei campioni è stata effettuata tenendo conto delle considerazioni che

seguono. Dal diagramma K_2O/SiO_2 (fig. 2) molti campioni, prevalentemente pomici, presentano un trend di tipo B riferibile a differenziazione a bassa pressione (APPLETON, 1972). Inoltre si ha un trend complementare B' rappresentato da prodotti probabilmente cumulitici (es. pirossenoliti dell'eruzione del 1944; SCHERILLO, 1953),

infine molti blocchi rigettati ultrafemici rappresentano prodotti cumulitici o skarn (HERMES, 1978). Le vulcaniti prese in considerazione (da leucititi tefritiche a tefriti fonolitiche) si dispongono lungo il trend di tipo A e l'associazione mineralogica presente in queste rocce (fenocristalli di leucite, clinopirosseno calcico, plagioclasio, olivina) fa escludere un processo di frazionamento a bassa pressione (APPLETON, 1972).

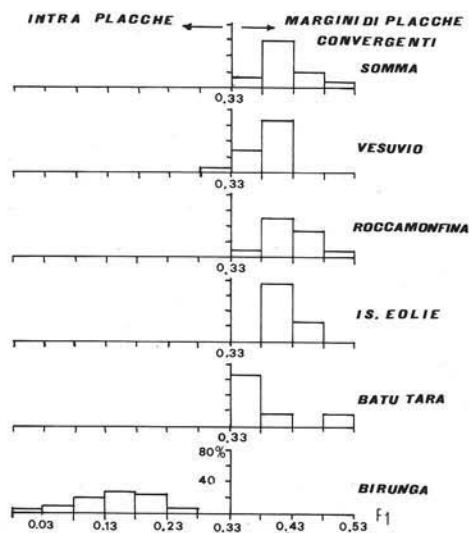


Fig. 6. — Istogrammi percentuali della funzione discriminante F_1 per le rocce leucitiche della Campania (Somma-Vesuvio) confrontati con quelli di rocce leucitiche di margini di placche convergenti (isole Eolie e vulcano Batu Tara in Indonesia) e del Rift Valleys occidentale africano (regione del Birunga).

In tabella 1 sono riportate le medie aritmetiche dei vari campioni prescelti, mentre in figg. 2, 3 e 4 sono proiettati tutti i campioni considerati. I dati chimici sono in parte originali e in parte presi dalla letteratura (DI GIROLAMO, 1963, 1969, 1970; SAVELLI, 1967; BURRI e DI GIROLAMO, 1974; BARBIERI et al., 1976; DI GIROLAMO et al., 1976; GHIARA e LIRER, 1976-77; ALBINI et al., 1977, 1978).

Caratteri petrografici e geochimici

Le rocce profonde sono costituite essenzialmente, per i fenocristalli, da ortopirosseno, clinopirosseno calcico, plagioclasio e rara olivina in rapporto di reazione con l'ortopirosseno, presentano un basso contenuto in Ni e Co e il rapporto $Ni/Co < 1$. Queste caratteristiche sono tipiche delle rocce calc-alcaline (TAYLOR et al., 1969), quindi i due campioni considerati sono classificabili, secondo il diagramma di fig. 2, come basalti e andesiti della serie ricca in K. Essi inoltre presentano (fig. 7A) ΣREE e distribuzione, simili a quelle delle vulcaniti calc-alcaline (ALBINI et al., 1978), cioè arricchimento in LREE e minore frazionamento per le HREE. In particolare, considerando anche altri campioni della Campania, qui non riportati, l'assenza di un pattern piatto nelle HREE, i valori di ΣREE e il rapporto La/Yb mediamente alti, suggeriscono una maggiore affinità con rocce calc-alcaline presenti su margini continentali che non con quelle tipiche di arco vulcanico (PECCERILLO e TAYLOR, 1976; DOSTAL et al., 1977).

La fig. 7A mostra una buona corrispondenza fra le vulcaniti profonde della

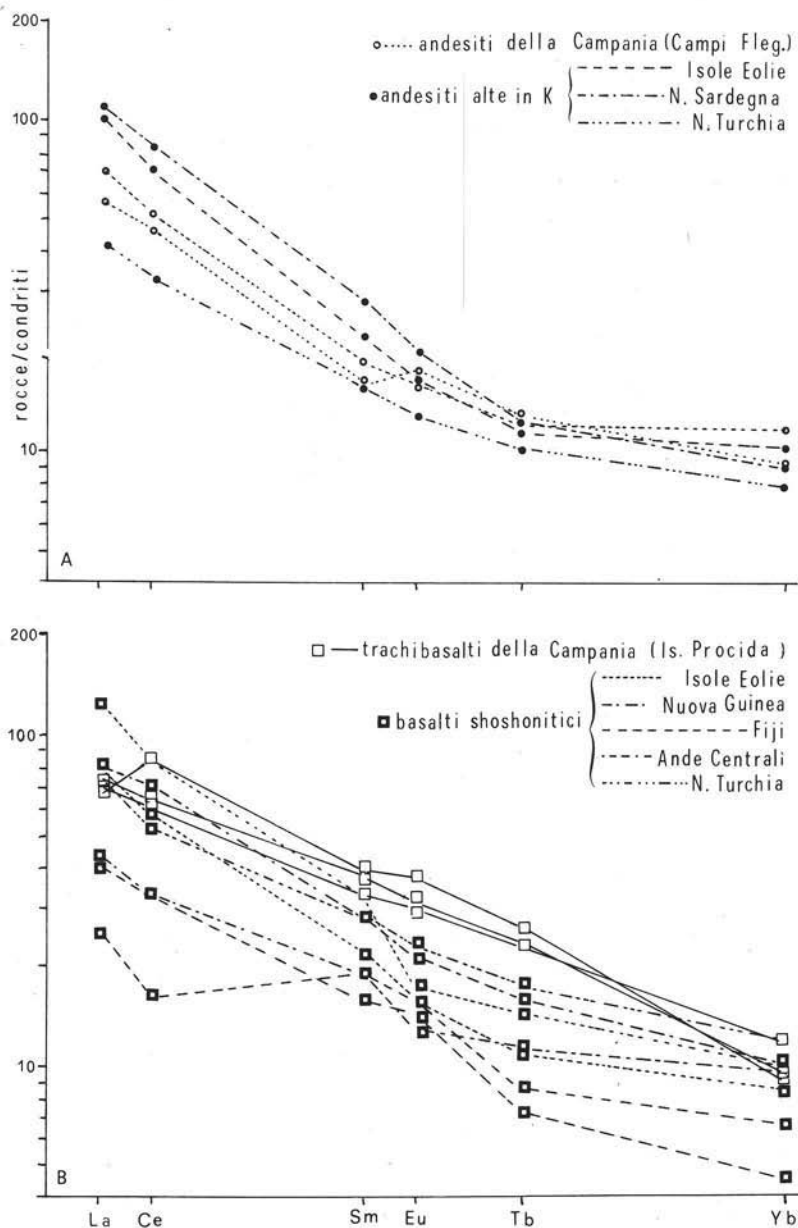


Fig. 7. — Distribuzione delle REE (normalizzate sec. NAKAMURA, 1974) nelle vulcaniti della Campania. A) Andesiti profonde. Sono anche riportate vulcaniti calc-alcaline alte in K (basalti, andesiti, basse in Si) delle isole Eolie (Filicudi) (KLERKX et al., 1974), Sardegna (DOSTAL et al., 1976), Turchia (PECCERILLO e TAYLOR, 1976). B) Trachibasalti. Sono riportati anche basalti shoshonitici delle isole Eolie (Stromboli, Lipari) (KLERKX et al., 1974), Nuova Guinea (JAKES e GILL, 1970), Fiji (GILL, 1970), Ande (DOSTAL et al., 1977), Turchia (PECCERILLO e TAYLOR, 1975).

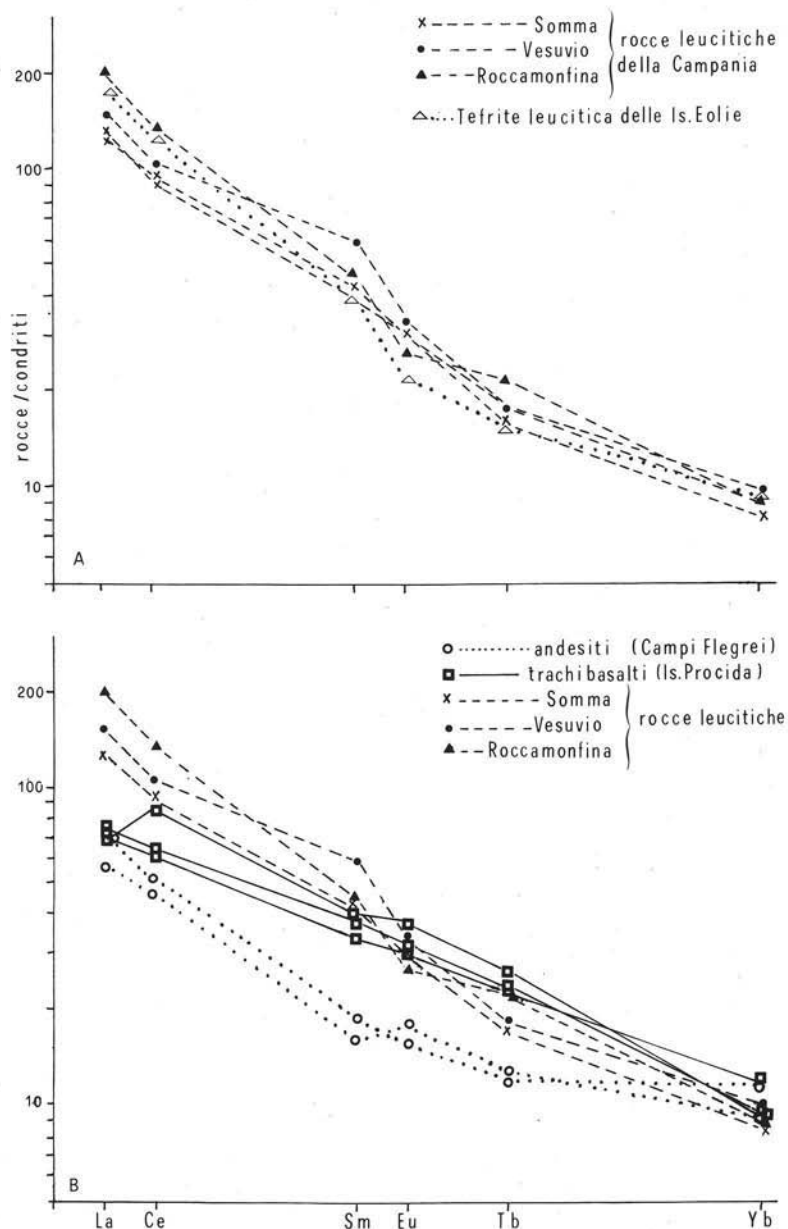


Fig. 8. — Distribuzione delle REE nelle vulcaniti della Campania. A) Rocce leucitiche (leucititi, tefriti e tefriti fonolitiche). È riportata anche una tefrite leucitica dell'arco vulcanico delle isole Eolie (Vulcano) (KLERKX et al., 1974). B) Confronto delle REE nelle vulcaniti quaternarie della Campania (figg. 7 A-B e 8 A).

Campania e alcune vulcaniti andesitiche, a comparabile K_2O e SiO_2 , emesse su basamento continentale.

I trachibasalti della Campania presentano un'associazione mineralogica (fenocristalli di olivina stabile e clinopirosseno calcico; feldspato potassico, plagioclasio, feldspatoidi nella pasta di fondo) e caratteristiche chimiche (bassi tenori in Ti, Ni e Co, scarso arricchimento in Fe, alti valori in Al, K, Rb, Sr e Ba) affini a quelle dei basalti potassici presenti in aree di margini di placche convergenti (basalti shoshonitici).

In fig. 5 è riportata la proiezione dei campioni di trachibasalti in base a funzioni discriminanti calcolate dagli elementi maggiori (PEARCE, 1976). Le aree di questi diagrammi sono basate sulla composizione di vulcaniti femiche di ambienti tettonicamente noti; si osserva che quasi tutti i campioni di trachibasalti cadono nel campo delle shoshoniti. Per le REE (ALBINI et al., 1977) i trachibasalti della Campania sono confrontati (fig. 7 B) con basalti shoshonitici a simile SiO_2 e K_2O , di aree di margini di placche convergenti, ipotizzate o indicate da attività sismica profonda, caratterizzate da crosta continentale (isole Eolie, Nuova Guinea, Ande centrali, nord Turchia) e da sola crosta oceanica (isole Fiji). I trachibasalti si discostano per un arricchimento nelle REE a numero atomico intermedio per cui non presentano la tipica distribuzione calc-alcalina l.s. cioè arricchimento in LREE e poco frazionamento in HREE. Le migliori corrispondenze si hanno con le shoshoniti della Turchia e delle Ande, un po' meno con quelle delle isole Eolie. Infine è da osservare che le shoshoniti delle isole Fiji hanno il più basso valore in ΣREE .

Le vulcaniti leucitiche del Somma-Vesuvio e anche del Roccamonfina presentano, rispetto a quelle del Rift Valleys occidentale africano (DENAËYER et al., 1965), basso Ti, più alti tenori in Si e Al, assenza di Ti-augite. Dalla fig. 6, basata su una funzione discriminante degli elementi maggiori (PEARCE, 1976), si nota un'affinità con rocce leucitiche di margini di placche convergenti (isole Eolie e vulcano Batu Tara in Indonesia) mentre differiscono da quelle del rift africano. In fig. 8 A sono riportate tre rocce leucitiche del Somma-Vesuvio (dati originali) e una media di due rocce leucitiche del Roccamonfina (CAPALDI et al., 1972); i patterns presentano una notevole somiglianza con quelli delle rocce leucitiche dell'arco vulcanico delle isole Eolie. Inoltre è da osservare che i campioni del Somma (tefrite fonolitica e tefrite) e del Vesuvio (leucite tefritica) non mostrano patterns delle REE compatibili con processi di cristallizzazione frazionata.

In conclusione, riguardo la distribuzione delle REE nelle vulcaniti trachibasaltiche e leucitiche della Campania, è da tener presente che tali rocce mostrano affinità con vulcaniti potassiche e alto potassiche emesse su crosta continentale in aree di margini di placche convergenti; comunque i trends non sono diversi da quelli di alcuni basalti sodici (KAY e GAST, 1973). Essi si differenziano da quelli di alcune rocce potassiche e alto potassiche (rocce leucitiche) presenti su continenti quali le vulcaniti del Rift Valleys occidentale africano (MICHELL e BELL, 1976) e Wyoming (KAY e GAST, 1973) per i più bassi valori di La, La/Yb e ΣREE .

Relazioni chimiche fra i tre tipi di rocce

La variazione del contenuto in K è una caratteristica discriminante tra i tre tipi di rocce della Campania. Si sono quindi proiettate (figg. 2, 3 e 4) le concentrazioni dei diversi componenti chimici in funzione di K% per verificare l'esistenza di concordanze o di differenze in un'ipotesi di arricchimento graduale in una fase o gruppi di fasi ricche in K. Le variazioni di Rb, Sr, Ba, K/Rb e Rb/Sr, sembrano suggerire che dalle vulcaniti ad affinità andesitica a quelle ad affinità shoshonitica potrebbe esserci stato un arricchimento nel liquido in mica potassico-magneziaca più o meno ferrifera. Questo sembra indicato (fig. 4) dall'aumento in Ba, Rb, Rb/Sr e dalla diminuzione in Sr e K/Rb secondo variazioni non contrastanti con la composizione della mica (GRIFFIN e MURTHY, 1969; DAWSON, 1972). È da osservare però che nell'ambito dei trachibasalti la variazione di Ba è poco chiara e, in disaccordo con tale ipotesi, si ha un aumento in Na, una relativa costanza di Al, Fe e Ca e una dispersione in Si. Anche ipotizzando un arricchimento in mica e subordinati granati e anfiboli o eventuali prodotti di fusione incongruente, non si ottengono migliori risultati.

Le rocce leucitiche presentano, all'aumentare di K (tefriti fonolitiche, tefriti leucitiche), trends degli elementi in traccia mediamente omogenei ma diversi da quelli dei trachibasalti o per la velocità di incremento (Rb) o per le opposte tendenze (Sr, K/Rb, Rb/Sr). Per tali rocce è da osservare che un'ipotesi di arricchimento in mica non è in contrasto con le variazioni di alcuni elementi maggiori quali Si, Al, Na, K e di Rb, Ba ma non giustifica l'arricchimento in Ca e Sr (con conseguente costanza di Rb/Sr). Qualunque sia la causa delle variazioni chimiche è da notare che questa osservazione si riferisce solo alle rocce del Somma. Le tefriti leucitiche del Vesuvio mostrano una certa costanza negli elementi maggiori (fig. 3) e un caratteristico arricchimento selettivo negli elementi più mobili K, Rb, Sr, Ba (fig. 4). Infine è da sottolineare che, con i dati attuali, si ha una lacuna (figg. 3, 4) tra i trachibasalti e le rocce leucitiche. I termini estremi di questa lacuna sono caratterizzati, all'aumentare di K, da un incremento in Si, Al, Na, Rb, Sr e Ba e una diminuzione in Fe, Mg e Ca. Queste variazioni sono riscontrabili qualitativamente nei processi di frazionamento a bassa pressione; comunque un'eventuale sottrazione nei trachibasalti di plagioclasio e clinopirosseno, come ipotizzato per le isole Eolie (BARBERI et al., 1974 a) non giustifica i tenori di alcuni elementi maggiori e in tracce (es. $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$, K_2O , $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$, Sr) né la distribuzione delle REE (fig. 8 B). Incompatibilità chimiche si presentano pure in un'ipotesi di frazionamento ad alta pressione con la partecipazione di fasi mineralogiche quali granato, anfibolo e mica.

Conclusioni

In base ai dati finora raccolti sulle vulcaniti pleistoceniche-oloceniche della Campania si possono fare alcune osservazioni:

1) Per le correlazioni geochimiche con le vulcaniti di altre aree è fondamentale considerare se questi tipi magmatici (rocce calc-alcaline, shoshonitiche e leucitiche) possono essere realmente ritenuti associazioni standard con significato a scala mondiale oppure, come è stato suggerito per le associazioni di rocce di margini di placche convergenti di Papua-Nuova Guinea, essi hanno solo un significato regionale appartenendo a gruppi naturali influenzati da fattori variabili (JOHNSON et al., 1978). Tenendo presente questa difficoltà e comparando comunque rocce a confrontabile Si e K, le vulcaniti della Campania, emesse in ambiente distensivo postorogenico, mostrano un'affinità, negli elementi maggiori, in tracce e mineralogia, con le andesiti e le shoshoniti presenti in aree di margini continentali e intracontinentali e con le vulcaniti di arco impostate su crosta continentale (isole Eolie, Papua-Nuova Guinea). Anche le rocce leucitiche mostrano un'affinità di questo tipo (isole Eolie). Le vulcaniti di riferimento sono considerate caratteristiche di aree di margini di placche convergenti in stadio finale di evoluzione o postorogenico (MACKENZIE e CHAPPELL, 1972; JAKES e WHITE, 1972). Anche se si riscontrano le suddette affinità chimiche è da tener presente che i rapporti quantitativi delle vulcaniti studiate non sono comparabili con quelli presenti nelle aree di margini di placche convergenti, dato che in Campania sono notevolmente più abbondanti le rocce leucitiche.

2) I tre tipi di vulcaniti esaminate sono geologicamente associati sia per le strette relazioni spazio-temporali sia per l'omogeneità dell'ambiente tettonico nel quale sono state emesse. Esse presentano trends geochimici che, con i dati attuali, non evidenziano processi gradualisti fra le rocce ad affinità andesitica e shoshonitica rispetto a quelle leucitiche del Somma, nè fra queste ultime e quelle leucitiche del Vesuvio.

Inoltre non si osservano legami di cristallizzazione frazionata a bassa o alta pressione fra le rocce leucitiche e le altre vulcaniti. In base ai tentativi di calcolo effettuati non si individua, nell'ambito delle varie vulcaniti, un arricchimento nei liquidi di una o più fasi a composizione chimica definita. Questo suggerisce, dati gli alti tenori in K ed elementi associati, una genesi per tali fusi, da sorgenti arricchite in elementi incompatibili. Le anomalie geochimiche delle sorgenti, messe in relazione con l'arricchimento del mantello alto in elementi incompatibili (Cox et al., 1976; JOHNSON et al., 1978), potrebbero essere dovute ad un riciclaggio nel mantello di crosta continentale bassa subdotta (SCANDONE et al., 1974).

3) I patterns delle REE (fig. 8B) indicano, in base all'assenza di apprezzabile anomalia dell'Eu in quasi tutti i campioni analizzati e nell'ammissione che il Gd non dia un andamento diverso, una genesi da una sorgente situata ad una profondità superiore a quella di stabilità del plagioclasio; tale ipotesi è confortata dagli alti valori in Sr (HURLEY et al., 1966). Siccome i dati geofisici estrapolabili all'area studiata (COLOMBI et al., 1973) mostrano, nell'ambito di un complicato andamento interpretato come raddoppio crustale, una profondità attuale della discontinuità Moho di 30-40 km, le indicazioni dell'Eu potrebbero suggerire una

sorgente nel mantello. Le variazioni globali di HREE nei tre tipi magmatici sono molto piccole ($Yb = 1,8-2,6$). Se tali rocce derivano da una stessa sorgente, questo debole frazionamento può indicare un coefficiente di partizione di circa 1. Questo suggerisce che nella genesi di tali fusi è implicata la presenza di granato nell'associazione mineralogica della sorgente dato che tale minerale è l'unico ad avere grandi quantità di HREE. Inoltre se si considera il rapporto La/Yb come indice del grado di fusione parziale si può osservare un grado di fusione più basso per le rocce leucitiche, più alto e abbastanza simile nelle rocce ad affinità andesitica e shoshonitica. Nell'ammissione che le REE non abbiano subito variazioni per processi evolutivi secondari, le differenze chimiche tra le rocce calc-alcaline e i trachibasalti sembrano indicare una genesi per gradi di fusione simile da una sorgente disomogenea.

BIBLIOGRAFIA

- ALBINI A., CRISTOFOLINI R., DI GIROLAMO P., NARDI G., ROLANDI G., STANZIONE D. (1977) - *Rare earth element and thorium distribution in volcanic rocks of the potassic kindred from Procida Island and the Phlegraean Fields, Southern Italy*. Acc. Naz. Lincei, Rend. Cl. Sc. Fis. Mat. Nat., 63, V, 416-429.
- ALBINI A., CRISTOFOLINI R., DI GIROLAMO P., STANZIONE D. (1978) - *REE and other trace element distribution in the calc-alkaline volcanic rocks from deep bore-holes in the Phlegraean Fields, Campania (S. Italy)*. Chem. Geol., in stampa.
- ALESSIO M., BELLA F., IMPROTA S., BELLUOMINI G., CALDERONI G., CORTESI C., TURI B. (1974) - *University of Rome carbon-14 dates. XII. Radiocarbon*, 16, 358-367.
- APPLETON J.D. (1972) - *Petrogenesis of potassium-rich lavas from the Roccamonfina Volcano, Roman Region, Italy*. J. Petrology, 13, 425-456.
- BARBERI F., BORSI S., FERRARA G., INNOCENTI F. (1967) - *Contributo alla conoscenza vulcanologica e magmatologica delle isole dell'Arcipelago Pontino*. Mem. Soc. Geol. It., 6, 581-606.
- BARBERI F., INNOCENTI F., FERRARA G., KELLER J., VILLARI L. (1974 a) - *Evolution of eolian arc volcanism (Southern Tyrrhenian Sea)*. Earth Planet. Sc. Lett., 21, 269-276.
- BARBERI F., INNOCENTI F., MARINELLI G., MAZZUOLI R. (1974 b) - *Vulcanismo e tettonica a placche: esempi nell'area mediterranea*. Atti 67° Congr. Soc. Geol. It.
- BARBIERI M., DI GIROLAMO P., LOCARDI E., LOMBARDI G., STANZIONE D. (1976) - *Geothermal research in western Campania (S. Italy): Stratigraphy of the Parete 2 exploratory well and new data on the volcanic sequence*. Proc. Internaz. Congr. I.A.H.S., Athens.
- BURRI C., DI GIROLAMO P. (1974) - *Contributo alla conoscenza delle lave della grande eruzione del Vesuvio del 1631*. Rend. Soc. It. Min. Petr., 30, II, 705-739.
- CAMELI G.M., PUXEDDU M., RENDINA M., ROSSI A., SQUARCI P., TAFFI L. (1975) - *Geothermal research in western Campania (Southern Italy): Geological and geophysical results*. Proc. 2th Geothermal Symposium, St. Francisco.
- CAPALDI G., GASPARINI P., MOAURO A., SALVIA E., TRAVAGLIONE O. (1972) - *Rare earth abundances in the alkaline volcanic rocks from Campania, South Italy*. Earth Planet. Sc. Lett., 17, 247-257.
- COLOMBI B., GIESE P., LUONGO G., MORELLI C., RIUSCETTI M., SCARASCIA S., SCHÜTTE K.G., STROWALD J., VISINTINI G. (1973) - *Preliminary report on the seismic refraction profile Gargano-Salerno-Palermo-Pantelleria (1971)*. Boll. Geof. Teor. Appl., 15, 225-254.

- COX K.G., HAWKESWORTH C.J., O'NIONS R.K., APPLETON J.D. (1976) - *Isotopic evidence for the derivation of some Roman Region volcanics from anomalously enriched mantle*. Contrib. Mineral. Petrol., 56, 173-180.
- CUNDARI A., LE MAITRE R.W. (1970) - *On the petrogeny of the leucite-bearing rocks of the Roman and Birunga Volcanic Regions*. J. Petrology, 11, 33-47.
- DAWSON J.B. (1972) - *Kimberlites and their relation to the mantle*. Phil. Trans. R. Soc. Lond., A 271, 297-311.
- DENAAYER M.E., SCHELLINCK F., COPPEZ A. (1965) - *Recueil d'analyses des laves du fossé tectonique de l'Afrique Centrale (Kivu, Rwanda, Toro-Ankole)*. Musée de l'Afrique Centr. - Tervuren, Belgique, Annales Sc. Geol., 49.
- DI GIROLAMO P. (1963) - *La serie piroclastica dell'eruzione di Pompei*. Ann. Osserv. Vesuviano, 5, 15-93.
- DI GIROLAMO P. (1969) - *Lave orvietitiche da trivellazione nella zona del Somma-Vesuvio*. Rend. Soc. It. Min. Petr., 25, II, 317-345.
- DI GIROLAMO P. (1970) - *Rilevamento petrografico-stratigrafico lungo il margine SW del Vesuvio*. Rend. Soc. It. Min. Petr., 26, I, 77-108.
- DI GIROLAMO P. (1977-78) - *Geotectonic settings of miocene-quaternary volcanism in and around the eastern tyrrhenian sea border (Italy) as deduced from major element geochemistry*. Bull. Volcanologique, 41, III. (In stampa).
- DI GIROLAMO P., NARDI G., ROLANDI G., STANZIONE D. (1976) - *Occurrence of calc-alkaline two-pyroxene andesites from deep bore-holes in the Phlegraean Fields. I. Petrographic and petrochemical data*. Rend. Acc. Sc. Fis. Mat., Napoli, 43, 45-73.
- DI GIROLAMO P., ROLANDI G. (1975) - *Vulcanismo sottomarino latitebasaltico-latitico (serie potassica) nel Canale d'Ischia (Campania)*. Rend. Acc. Sc. Fis. Mat., Napoli, 42, 561-596.
- DI GIROLAMO P., ROLANDI G., STANZIONE D. (1978) - *I clinopiroseni delle vulcaniti ad affinità shoshonitica della Campania*. Per. Mineral., 46, 4.
- DOSTAL J., DUPUY C., COULON C. (1976) - *Rare-earth elements in high-alumina basaltic rocks from Sardinia*. Chem. Geol., 18, 251-262.
- DOSTAL J., ZENTILLI M., CAELLES J.C., CLARK A.M. (1977) - *Geochemistry and origin of volcanic rocks of the Andes (26°-28° S)*. Contrib. Mineral. Petrol., 63, 113-128.
- FINETTI I., MORELLI C. (1974) - *Esplorazione sismica a riflessione dei golfi di Napoli e Pozzuoli*. Boll. Geof. Teor. Appl., 16, 175-222.
- GASPARINI P., ADAMS A.S. (1969) - *K-Ar dating of italian plio-pleistocene volcanic rocks*. Earth Planet. Sc. Lett., 6, 225-230.
- GHIARA M.R., LIRER L. (1976-77) - *Mineralogy and geochemistry of the «low potassium» series of the Roccamonfina volcanic suite (Campania, South Italy)*. Bull. Volcanologique, 40-I, 39-56.
- GHIARA M.R., ROLANDI G., STANZIONE D. (1978) - *Evoluzione delle vulcaniti ad affinità shoshonitica dei Campi Flegrei s.l.: Studio petrologico e geochimico*. Per. Mineral., 46, 90-115.
- GILL J.B. (1970) - *Geochemistry of Viti Levu, Fiji and its evolution as an island arc*. Contrib. Mineral. Petrol., 27, 173-203.
- GRIFFIN W.L., MURTHY V. RAMA (1969) - *Distribution of K, Rb, Sr and Ba in some minerals relevant to basalt genesis*. Geochim. Cosmochim. Acta, 33, 1389-1414.
- HERMES O. (1978) - *Petrochemical significance of xenolithic nodules associated with potash-rich lavas of Somma-Vesuvius volcano*. University of Rhode Island. NSF final technical report.
- HURLEY P.M., FAIRBAIRN H.W., PINSON W.H. Jr. (1966) - *Rb-Sr isotopic evidence in the origin of potash-rich lavas of Western Italy*. Earth Planet. Sc. Lett., 5, 301-306.
- IPPOLITO F., ORTOLANI F., RUSSO M. (1973) - *Struttura marginale tirrenica dell'Appennino Campano: Reinterpretazione di dati di antiche ricerche di idrocarburi*. Mem. Soc. Geol. It., 12, 227-250.
- JAKES P., GILL J. (1970) - *Rare earth elements and the island arc tholeiitic series*. Earth Planet. Sc. Lett., 9, 17-28.
- JAKES P., WHITE A.J.R. (1972) - *Major and trace element abundances in volcanic rocks of orogenic areas*. Geol. Soc. Am. Bull., 83, 29-40.

- JOHNSON R. W., MACKENZIE D. E., SMITH I. E. M. (1978) - *Volcanic rock associations at convergent plate boundaries: Reappraisal of the concept using case histories from Papua New Guinea*. Geol. Soc. Am. Bull., 89, 96-106.
- KAY R. W., GAST P. W. (1973) - *The rare earth content and origin of alkali-rich basalts*. J. Geology, 81, 653-682.
- KELLER J. (1974) - *Petrology of some volcanic rock series of the Aeolian arc, Southern Tyrrhenian Sea: Calc-alkaline and shoshonitic associations*. Contrib. Mineral. Petrol., 46, 29-47.
- KLERKX J., DEUTSCH S., HERTOGEN J., DE WINTER J., GIJBELS R., PICHLER H. (1974) - *Comments on « Evolution of eolian arc volcanism (Southern Tyrrhenian Sea) » by F. Barberi, G. Ferrara, F. Innocenti, J. Keller and L. Villari*. Earth Planet. Sc. Lett., 23, 297-303.
- MACKENZIE D. E., CHAPPELL B. W. (1972) - *Shoshonitic and calc-alkaline lavas from the Highlands of Papua New Guinea*. Contrib. Mineral. Petrol., 35, 50-62.
- MICHELL R. H., BELL K. (1976) - *Rare earth element geochemistry of potassic lavas from the Birunga and Toro-Ankole regions of Uganda, Africa*. Contrib. Mineral. Petrol., 58, 293-303.
- NAKAMURA N. (1974) - *Determination of REE, Ba, Fe, Mg, Na and K in carbonaceous and ordinary chondrites*. Geochim. Cosmochim. Acta, 38, 757-775.
- PEARCE J. A. (1976) - *Statistical analysis of major element patterns in basalts*. J. Petrology, 17, 15-43.
- PECCERILLO A., TAYLOR S. R. (1975) - *Geochemistry of Upper Cretaceous volcanic rocks from the Pontic chain, Northern Turkey*. Bull. Volcanologique, 39, 1.
- PECCERILLO A., TAYLOR S. R. (1976) - *Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, Northern Turkey*. Contrib. Mineral. Petrol., 58, 63-81.
- SAVELLI C. (1967) - *The problem of rock assimilation by Somma-Vesuvius magma. I. Composition of Somma and Vesuvius lavas*. Contrib. Mineral. Petrol., 16, 328-353.
- SCANDONE P., GIUNTA G., LIGUORI V. (1974) - *The connection between the Apulia and Sahara continental margins in the Southern Apennines and Sicily*. Proc. 24th Congr. C.I.E.S.M., Monaco.
- SCHERILLO A. (1953) - *Nuovo contributo allo studio dei prodotti dell'eruzione vesuviana del 1944*. Bull. Volcanologique, 13, 129-144.
- TAYLOR S. R., KAYE M., WHITE A. J. R., DUNCAN A. R., EWART A. (1969) - *Genetic significance of Co, Cr, Ni, Sc and V content of andesites*. Geochim. Cosmochim. Acta, 33, 275-286.