

INDAGINE STATISTICA SULLE CARATTERISTICHE CHIMICHE DELLE METAVULCANITI ERCINICHE DELLE UNITÀ INFERIORI DEI MONTI PELORITANI (SICILIA)

PIERO ATZORI, ANTONINO LO GIUDICE

Istituto di Scienze della Terra dell'Università, Corso Italia 55, Catania

PAOLO FERLA

Istituto di Mineralogia, Petrografia e Geochimica - Università di Palermo

RIASSUNTO. — È stato affrontato per via statistica l'esame delle principali tendenze di variazione chimica di due serie metavulcaniche (l'una alcalino-sodica, l'altra calc-alkalina), facenti parte del basamento, blandamente metamorfosato nell'Ercinico, delle unità inferiori dei M. Peloritani.

Le due serie magmatiche, preliminarmente individuate dal confronto dei rapporti Nb/Y e $Zr/TiO_2 \times 10^4$, risultano totalmente separate da una funzione discriminante nella quale il contributo principale è dato da TiO_2 e Nb , subordinatamente da $Fe_2O_{3\text{tot}}$ e Sr e anche da SiO_2 . Per la serie calc-alkalina è stato notato un « trend » di variazione molto marcato, riconducibile a variazioni quantitative di $SiO_2 + K_2O + Rb$ contro $Nb + Sr + TiO_2 + Fe_2O_3 + MgO + CaO + Na_2O + Al_2O_3$; esiste inoltre un « gap » composizionale fra i litotipi più acidi (« porfiroidi ») ed i restanti termini, in connessione con la particolare genesi dei primi. Le componenti principali estratte per la serie alcalina mettono in evidenza la predisposizione chimica alla comparsa di fasi mineralogiche povere di SiO_2 ; esistono inoltre delle anomalie di variazione, in parte probabilmente connesse con la zona di origine dei magmi alcalini, in parte invece legate ad assimilazione di materiale carbonatico durante la risalita dei magmi.

ABSTRACT. — A statistical study of the main chemical variations in two meta-volcanic suites of the basement in the lowest Peloritani Mt. units has been carried out. The two magmatic series, having the younger a calc-alkaline and the older an alkaline character, have been preliminarily discriminated by means of the ratio Nb/Y vs. $Zr/TiO_2 \times 10^4$; the statistical examination completely discriminates the two groups of rocks by the $TiO_2 + Nb$ and subordinately $Fe_2O_{3\text{tot}} + Sr - SiO_2$ content. The calc-alkaline series show a very distinct variation

trend, which is related to quantitative variations of ($SiO_2 + K_2O + Rb$) opposed to ($Nb + Sr + TiO_2 + Fe_2O_{3\text{tot}} + MgO + CaO + Na_2O + Al_2O_3$); besides a compositional gap has been observed between the meta-basaltic - meta-dacitic and meta-rhyolitic terms, connected with the particular origin of the latter. In the alkaline series the principal component analysis brings into evidence their SiO_2 under-saturation; besides there are variation anomalies which perhaps are partly related to the source depth of the alkaline magmas or are connected with a limestone assimilation during the magma rise.

Introduzione

Le unità strutturalmente più basse dei M. Peloritani sono caratterizzate da un basamento, blandamente metamorfosato nell'Ercinico, costituito da litotipi in origine prevalentemente sedimentari cui si intercalano, a vari livelli, prodotti magmatici legati a manifestazioni sottomarine sin-sedimentarie riferibili ad almeno due eventi principali (FERLA, 1-978; ATZORI e FERLA, 1979). Nella parte bassa della serie, ove sono presenti gli effetti di un metamorfismo a $T \approx 350^\circ$ e $P \geq 2$ kb, prevalgono termini riferibili a originarie grovacche \pm pelitiche cui si associano livelli quarzosi, lenti metaconglomeratiche, calcari e calcescisti a Tentaculites del Devoniano medio e metabasiti a composizione basaltica e a carattere alcalino-sodico; verso l'alto il grado metamorfico sfuma a condizioni di vero e proprio semimetamorfismo, che interessa livelli arenacei e vulcaniti a carattere calc-alca-

lino, di età successiva rispetto alle prime per evidenze stratigrafiche, in cui a un « trend » differenziativo completo comprendente originari basalti-andesiti daciti si associano termini riodacitico-riolitici (= porfiroidi), essenzialmente dovuti a fenomeni locali di fusione di materiale crostale durante la risalita dei magmi calc-alcinali (ATZORI, 1970 a; ATZORI et al., 1978 e 1979; FERLA, 1978; FERLA e AZZARO, 1978).

Come già descritto in dettaglio nei lavori sopra citati molti caratteri primari sono talora perfettamente riconoscibili. Le metabasiti a carattere alcalino si rinvengono in corpi sub-vulcanici, dicchi, filoni e corpi stratoidi a struttura massiccia, con corteo limitato di ex-lave e tufiti \pm ialoclastitiche (= scisti varicolori a clorite, calcite e mica fengitica); queste rocce spesso presentano le tracce di una vecchia struttura ofitica o intersertale ofitica o semplicemente porfirica e contengono relitti di fenocristalli di plagioclasio andesinico-labradoritico e pirosseno augitico sostituito da pseudomorfo di anfibolo. Le paragenesi di basso grado metamorfico sono costituite da clorite, epidoti, actinolite, calcite, albite, talora stilpnomelano e quantità sensibili di titanite e Fe-Ti-ossidi.

Le metavulcaniti a carattere calc-alcinalo formano corpi stratoidi con variazioni composizionali verso termini più acidi nelle parti superiori; queste rocce, in genere poco distinguibili dalle precedenti specie per i termini più basici, hanno struttura porfirica ben conservata con fenocristalli di plagioclasio a vario contenuto in An e di pirosseno più o meno trasformato in anfibolo; nei termini più acidi si notano anche pseudomorfo di clorite + mica fengitica + Fe-Ti-ossidi su biotite. La massa di fondo, a struttura intersertale o pilotassitica, mostra una neoblastesi micaceo-cloritica e una distinta scistosità.

Alle metavulcaniti a struttura porfirica si associano lateralmente scisti policromi di provenienza vulcanoclastica.

I porfiroidi riolitico-riodacitici formano corpi molto potenti (\sim 300 metri nella zona di Taormina-Castelmola) con alternanze di bancate decimetriche o metriche di rocce durissime bianco-verdoline o con frequenti variazioni cromatiche su toni violacei, verdi, bluastri; mostrano chiaramente la struttura porfirica a vistosi fenocristalli feldspatici ro-

sati e sottili laminazioni di flusso; la tessitura delle metamorfite varia da massiva a scistosa piana o ondulata. In questi litotipi sono ancora riconoscibili gli originari fenocristalli di sanidino, trasformato in microclino con minori pertiti o albitizzato, quarzo e più rari biotite cloritizzata e plagioclasio sodico; altri caratteri vulcanici l.s. sono dati da anse di corrosione e ex-bolle gassose nei fenocristalli, strutture sferulitiche, eutassitiche e vescicolari, brandelli un po' stirati, strutture di flusso sottolineate da Fe-ossidi e varie tessiture vetroclastiche.

Le trasformazioni deuteriche, diagenetiche e di blando metamorfismo non sono state tali da obliterare i primitivi caratteri strutturali e mineralogici di queste rocce.

L'aspetto petrochimico delle rocce metavulcaniche delle unità strutturalmente più basse dei M. Peloritani è già stato delineato in precedenti lavori (ATZORI, 1970 a, b; ATZORI et al., 1978 e 1979; FERLA, 1978; FERLA e AZZARO, 1978). La tipologia magmatica delle rocce in questione appare manifesta esaminando soprattutto la distribuzione di alcuni elementi (Y, Zr, Nb, Ti) notoriamente poco « mobili » nei processi metasomatici e metamorfici di basso grano (CANN, 1970; FLOYD e WINCHESTER, 1975, 1978; PEARCE, 1975; WINCHESTER e FLOYD, 1975, 1977). In tabella 1 sono riportati per le principali serie di rocce i valori medi e le deviazioni standard dei costituenti chimici maggiori e minori; in tabella 2 compaiono invece le fonti bibliografiche e le sigle delle analisi utilizzate. Si rimanda ai lavori elencati in quest'ultima tabella per tutte le notizie relative alle caratteristiche petrochimiche di queste rocce.

In fig. 1 i punti rappresentativi delle rocce in questione sono proiettati nel diagramma Nb/Y contro $Zr/TiO_2 \times 10^4$ (WINCHESTER e FLOYD, 1977) e simbolizzati tenendo conto della caratterizzazione petrochimica definita nei lavori in precedenza citati. Si nota che, pur con qualche anomalia di posizione, nel complesso si individuano molto bene una popolazione alcalina abbastanza omogenea e una popolazione calc-alcinala ricca di termini variamente differenziati; un « gap » composizionale discretamente marcato separa questi ultimi dai « porfiroidi » a chimismo spiccatamente ipersilicico e iperpotassico.

Allo scopo di verificare i dati petrografici e petrochimici (lavori citati) e di definire compiutamente le principali tendenze di variazione per la serie alcalina e quella calc-alcalina rispettivamente, si è affrontata per via statistica l'indagine delle caratteristiche chimiche dell'intera popolazione metavulcanica. Sono state escluse da tale indagine le rocce di provenienza vulcanoclastica e tutte quelle che a un chimismo « magmatico » non associavano relitti strutturali e/o paragenetici sicuramente vulcanici o sub-vulcanici; sono state parimenti escluse le rocce basaltiche con eccessive impregnazioni goethitiche o ad abbondanti amigdale di calcite, benchè

queste ultime siano state interpretate come probabilmente primarie e legate ad assimilazione di materiale calcareo da parte dei magmi (FERLA e AZZARO, 1978).

Le metodologie impiegate sono quelle usuali dell'analisi di dati definiti da n variabili (Componenti Principali, Analisi Discriminante - COOLEY e LOHNES, 1971; LO GIUDICE, 1973).

Si è proceduto sottoponendo ad esame statistico sia le due singole popolazioni che il campione totale metavulcanico, utilizzando 13 variabili chimiche (percentuali in peso degli ossidi principali + contenuto in p.p.m. di cinque elementi minori); al fine inoltre

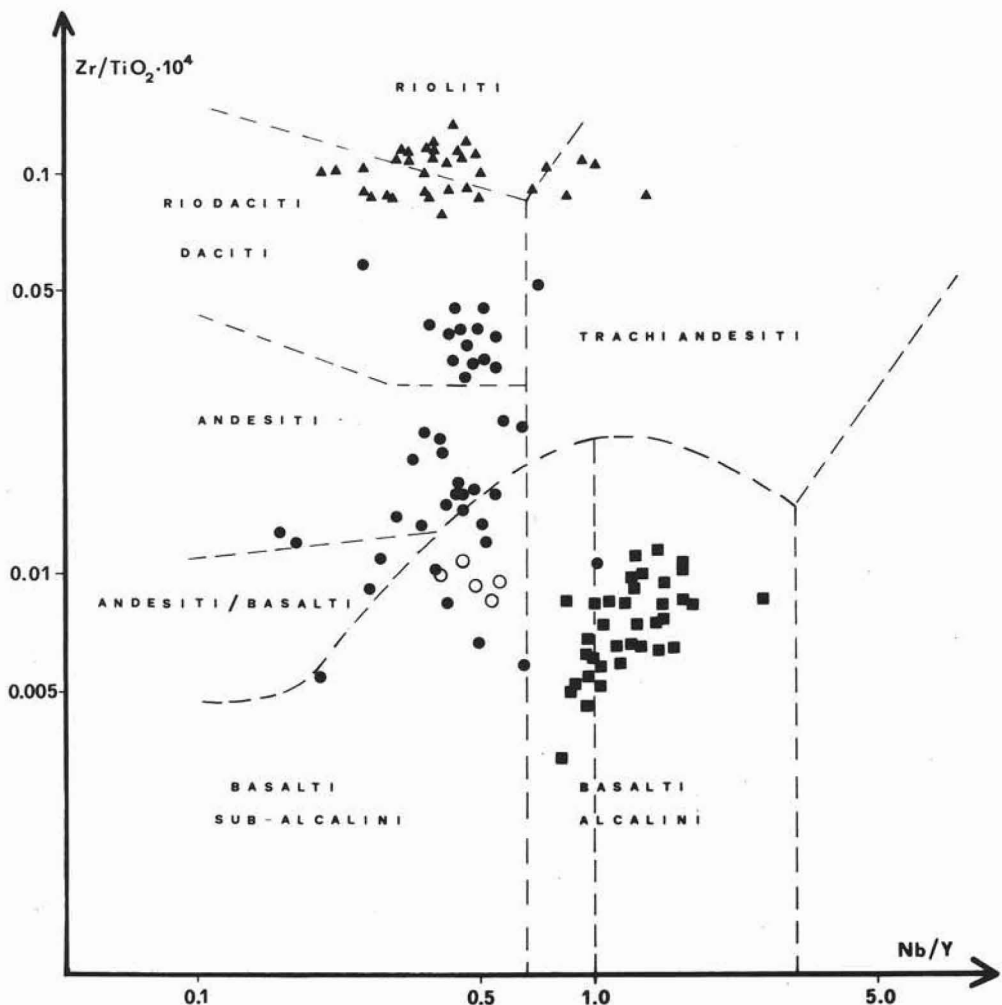


Fig. 1. — Diagramma Nb/Y - Zr/TiO₂ × 10⁴ (WINCHESTER e FLOYD, 1977). - ● = Metavulcaniti calc-alcaline (ex-andesiti/basalti-daciti); ▲ = Metavulcaniti calc-alcaline (ex-riodaciti/rioliti); ○ = Metavulcaniti tholeiitiche; ■ = Metavulcaniti alcaline (ex-basalti).

di completare le informazioni ottenute nel modo suddetto si è anche proceduto all'esame delle varie popolazioni utilizzando soltanto i costituenti maggiori e rispettivamente gli elementi in tracce.

Nella « Appendice » che segue il presente lavoro sono riportati per i vari casi esaminati il significato delle Componenti Principali

estratte, i coefficienti di correlazione fra le C.P. e la Funzione Discriminante e gli ossidi o elementi di partenza, i coefficienti per il calcolo dei valori delle C.P. o della F.D., normalizzate e standardizzate, i valori delle « communality » e dei quadrati dei coefficienti di correlazione multipla nonché altri parametri utili alla valutazione statistica.

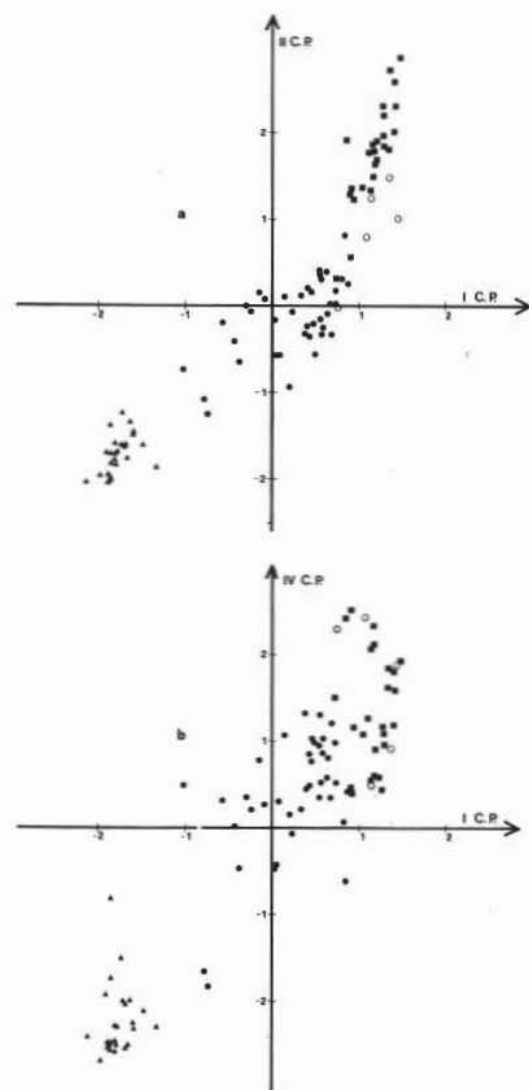


Fig. 2. — Proiezione dei punti rappresentativi dell'intera popolazione metavulcanica nel piano definito dalla I^a e II^a (a) e rispettivamente dalla I^a e IV^a componente principale (b) (94 campioni, 13 variabili). Simbologgiatura come in fig. 1.

I^a C.P. = $TiO_2 + Fe_2O_{3\text{tot}} + MgO + CaO + Na_2O - (SiO_2 + K_2O + Rb)$;
 II^a C.P. = $TiO_2 + Nb + Sr$;
 IV^a C.P. = Al_2O_3 .

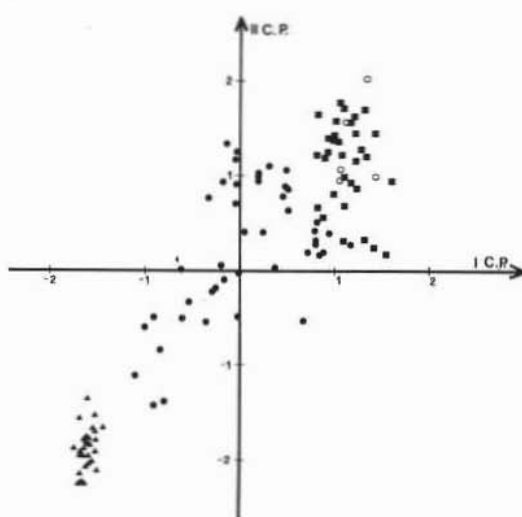


Fig. 3. — Proiezione dei punti rappresentativi dell'intera popolazione metavulcanica nel piano definito dalla I^a e II^a componente principale (110 campioni, 8 variabili). Simbologgiatura come in fig. 1.

I^a C.P. = $TiO_2 + Fe_2O_{3\text{tot}} + MgO + CaO - (SiO_2 + K_2O)$;
 II^a C.P. = Na_2O .

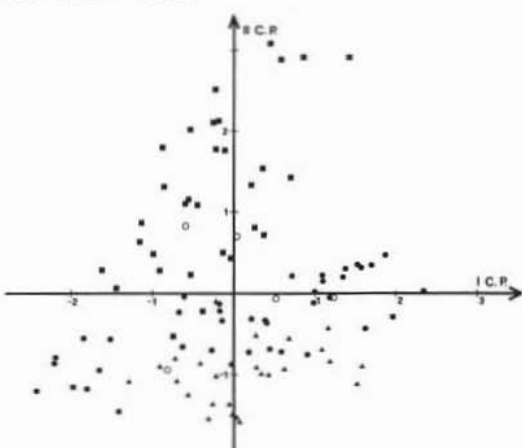


Fig. 4. — Proiezione dei punti rappresentativi dell'intera popolazione metavulcanica nel piano definito dalla I^a e II^a componente principale (100 campioni, 5 variabili). Simbologgiatura come in fig. 1.

I^a C.P. = $Y + Zr$.
 II^a C.P. = $Nb + Sr$.

Esame globale della popolazione metavulcanica

Nelle fig. 2, 3 e 4 sono stati riportati i punti rappresentativi dell'intera popolazione metavulcanica in funzione delle componenti principali più rappresentative. Nell'indagine effettuata utilizzando 13 variabili (ossidi di elementi maggiori + costituenti minori) sono state estratte 4 C.P. per un totale di varianza pari a 83,6 % e le componenti principali riportate sono I^a e II^a e rispettivamente I^a e IV^a (fig. 2); nel caso invece di impiego dei soli costituenti maggiori o minori sono state estratte 2 C.P. per un totale di varianza pari a 77,0 % e rispettivamente 3 C.P. per un totale di varianza pari a 83,9 %; in entrambi gli ultimi casi si è ricorso ad un piano di proiezione definito dalle prime due C.P. (fig. 3 e fig. 4).

Dall'esame dei diagrammi in fig. 2 e 3 appare evidente per la serie calc-alkalina l'esistenza di un « trend » di variazione molto marcato, riconducibile a variazioni quantitative di $\text{SiO}_2 + \text{K}_2\text{O} + \text{Rb}$ (quarzo + feldspato potassico) contro $\text{Nb} + \text{Sr} + \text{TiO}_2 + \text{Fe}_2\text{O}_{3\text{tot}} + \text{MgO} + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{Al}_2\text{O}_3$ (plagioclasti + minerali femici); si nota ancora che all'interno di questo « trend » sostanzialmente unitario esiste un « gap »

composizionale fra i litotipi più acidi (« porfiroidi ») ed i restanti termini, a conferma del fatto, sottolineato in precedenti lavori (FERLA e AZZARO, 1978; ATZORI et al., 1979), che la popolazione riolitico-riodacitica non rappresenta tanto un prodotto estremamente differenziato quanto il risultato di fenomeni di fusione crostale connessi con la risalita dei magmi calc-alkalini.

I litotipi più basici in questa serie calc-alkalina corrispondono ai termini riconducibili per caratteri chimici complessivi a vere e proprie tholeiiti di arco (FERLA, 1978).

Per quanto riguarda le rocce metavulcaniche di serie alcalina si nota che esse rappresentano un insieme più omogeneo, a chimismo genericamente basico.

È soprattutto interessante la constatazione che le due serie metavulcaniche, sufficientemente separate in funzione del contenuto in (Nb + Sr), maggiore nella serie alcalina (fig. 4), ma costituenti un unico « trend » di variazione ove l'indagine si limiti ai soli ossidi di elementi maggiori (fig. 3), definiscono invece ad un esame statistico con l'utilizzazione di tutte le tredici variabili chimiche due allineamenti di punti chiaramente divergenti e quindi non correlati (fig. 2).

In fig. 5 è stata riportata la distribuzione cumulativa dei valori normalizzati della funzione discriminante per l'intera popolazione metavulcanica (94 campioni, 13 variabili - a; 110 campioni, 8 variabili - b; 100 campioni, 5 variabili - c). ● = Metavulcaniti calc-alkaline (comprendente delle rocce ex-tholeiitiche e ex-riodacitico/riolitiche); ■ = Metavulcaniti alcaline.

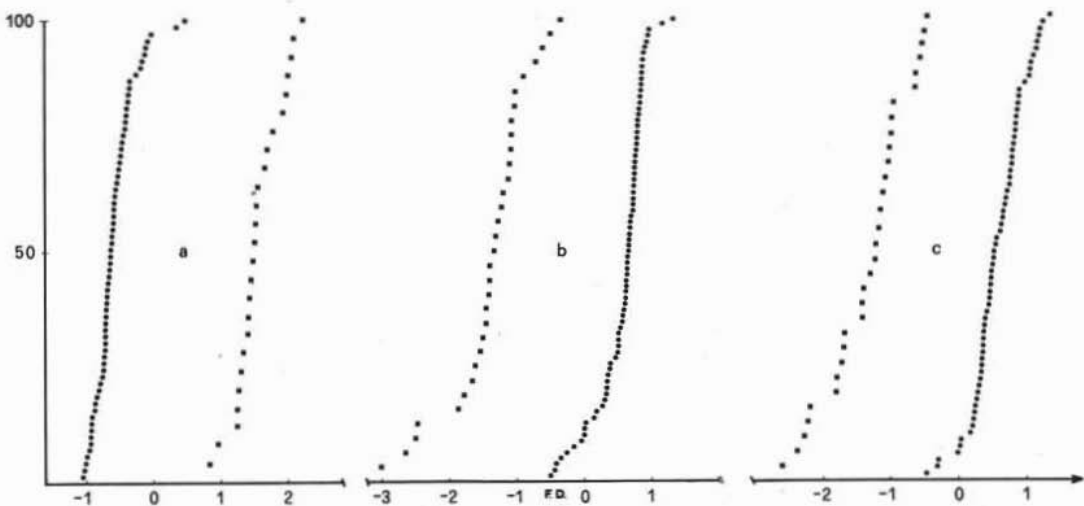


Fig. 5. — Distribuzione cumulativa dei valori normalizzati della funzione discriminante per l'intera popolazione metavulcanica (94 campioni, 13 variabili - a; 110 campioni, 8 variabili - b; 100 campioni, 5 variabili - c). ● = Metavulcaniti calc-alkaline (comprendente delle rocce ex-tholeiitiche e ex-riodacitico/riolitiche); ■ = Metavulcaniti alcaline.
F.D. = $\text{TiO}_2 + \text{Nb} + \text{Fe}_2\text{O}_{3\text{tot}} + \text{Sr} - \text{SiO}_2$ (a); F.D. = $-(\text{TiO}_2 + \text{Fe}_2\text{O}_{3\text{tot}} - \text{SiO}_2)$ (b);
F.D. = $-(\text{Nb} + \text{Sr})$ (c).

zione Discriminante. Le due serie magmatiche risultano ottimamente separate sia in base al chimismo espresso in termini di soli costituenti maggiori che di soli elementi in tracce; la discriminazione è totale nel caso che si utilizzi il chimismo complessivo (13 variabili). Il contributo principale alla discriminazione fra le due serie metavulcaniche

messe a confronto è fornito da TiO_2 e Nb, subordinatamente da $Fe_2O_3_{tot}$ e Sr e anche da SiO_2 .

Metavulcaniti calc-alcaline

Le fig. 6, 7 e 8 danno la localizzazione dei punti rappresentativi delle metavulcaniti calc-alcaline nel piano definito dalle componenti principali di maggior importanza statistica, nel caso rispettivamente che si utilizzino come variabili sia gli ossidi di costituenti maggiori e gli elementi in tracce (fig. 6) o i soli ossidi (fig. 7) o infine i soli costituenti minori (fig. 8). Nel primo caso sono state estratte 3 C.P. per un totale di varianza pari a 80,5%; nel secondo caso 3 C.P. per un totale di varianza di 89,1% e nell'ultimo 4 C.P. con 95% di varianza totale espressa.

L'indagine statistica sulla base del chimismo complessivo (fig. 6 - 1^a C.P./II^a C.P.) evidenzia un « trend » di variazione molto marcato da termini molto acidi (« porfiroidi ») ricchi di quarzo e feldspato potassico a termini via via più arricchiti in plagioclasti e minerali femici. I litotipi tholeiitici si localizzano all'estremità femica del « trend » suddetto.

Maggiori informazioni si possono trarre dall'esame dei diagrammi in fig. 7, in quanto è qui possibile rimarcare non soltanto la posizione alquanto indipendente dei « porfiroidi » rispetto alle altre metavulcaniti calc-alcaline, ma anche il fatto che in seno alla popolazione più basica appaiono delle dispersioni di punti allineati però parallelamente al « trend » principale. Questo aspetto è probabilmente indicativo dell'esistenza di subfamiglie più o meno variate in funzione sia della saturazione e dell'arricchimento in Fe che di diversi rapporti quantitativi fra plagioclasti sodici da un lato e Ca-plagioclasti + minerali femici dall'altro.

A conferma di quanto sopra si nota che Al_2O_3 contribuisce notevolmente alla definizione della III^a C.P., e che la distribuzione dei punti nei piani I^a C.P./III^a C.P. e II^a C.P./III^a C.P. mette in evidenza delle correlazioni positive, senza più mostrare la dispersione che invece caratterizza in fig. 7 la proiezione I^a C.P./II^a C.P.

Informazioni complementari si ottengono esaminando le modalità di variazione degli

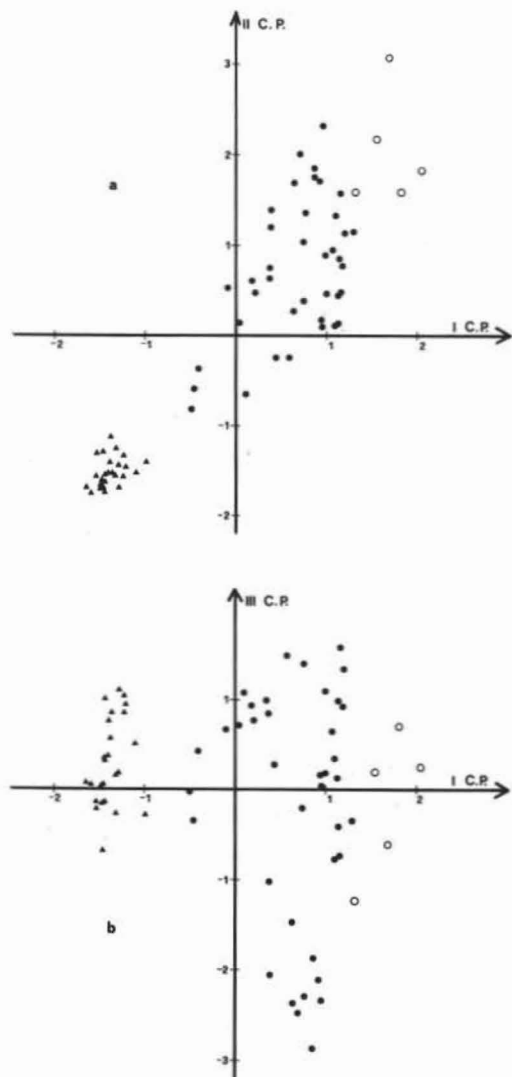
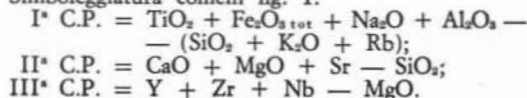


Fig. 6. — Proiezione dei punti rappresentativi delle metavulcaniti calc-alcaline nel piano definito dalla I^a e II^a (a) e rispettivamente dalla I^a e III^a componente principale (b) (69 campioni, 13 variabili). Simbologgiatura come in fig. 1.



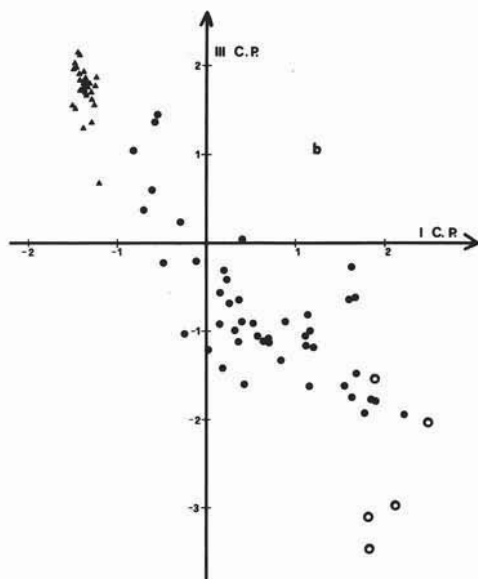
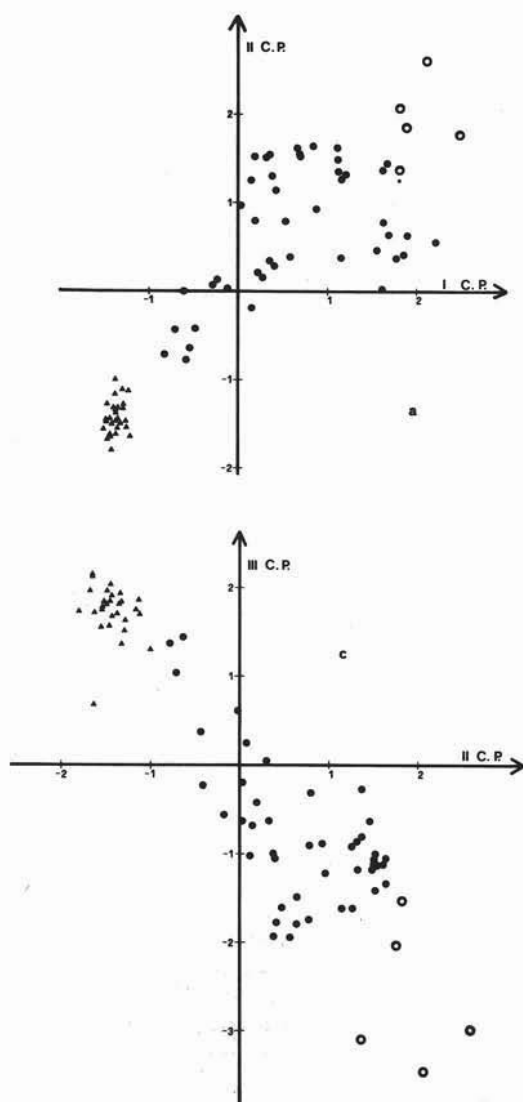


Fig. 7. — Proiezione dei punti rappresentativi delle metavulcaniti calc-alkaline nel piano definito dalla I^a e II^a (a), I^a e III^a (b) e rispettivamente dalla II^a e III^a componente principale (c) (78 campioni, 8 variabili). Simbologgiatura come in fig. 1.

I^a C.P. = $\text{CaO} + \text{MgO} - (\text{SiO}_2 + \text{K}_2\text{O})$;
 II^a C.P. = $\text{TiO}_2 + \text{Fe}_2\text{O}_3_{\text{tot}} + \text{Na}_2\text{O} - \text{K}_2\text{O}$;
 III^a C.P. = $-\text{Al}_2\text{O}_3$.

che si disperdono invece in funzione della I^a C.P. cioè seguendo il « trend » acido-basico.

In fig. 8 è anche riportata la distribuzione dei punti nel piano di proiezione della III^a C.P. (= -Rb) e IV^a C.P. (= Sr). Questi due elementi che hanno un comportamento simpatetico con K e rispettivamente Ca, e come tali entrano a far parte delle prime due componenti principali nell'indagine con 13 variabili (fig. 6), separano i « porfroidi » dal resto della popolazione calc-alkalina, individuando anche in seno al gruppo di rocce riolitico-riodacitiche possibili sub-famiglie a diversa, pur se sempre elevata, concentrazione in Rb.

Le metavulcaniti a media e bassa acidità sono invece disperse in funzione del contenuto in Sr che per altro varia indipendentemente dal chilismo globale.

Va infine rilevato che riducendo il numero delle C.P. estratte, utilizzando i soli elementi minori, i costituenti poco « mobili » Y, Zr e Nb si riuniscono in un'unica componente

elementi in tracce (fig. 8). I cosiddetti elementi poco « mobili » (Y, Zr e Nb), escludendo il Ti qui compreso tra gli elementi maggiori, sono correlati positivamente l'un l'altro; tale correlazione risulta essere il carattere dominante all'interno dei diversi litotipi, indipendentemente dalla loro caratterizzazione chimica, mascherando possibili altre variazioni legate invece a quest'ultima. D'altra parte in fig. 6 (I^a C.P./III^a C.P.) si nota chiaramente che la componente principale rappresentativa degli elementi minori in questione non gioca alcun ruolo nella distribuzione areale dei diversi litotipi calc-alkalini

principale che non dà ulteriori informazioni, rispetto a quanto sopra detto, se diagrammata contro Sr o —Rb o infine contro (Sr — Rb).

Metavulcaniti alcaline

Anche le metavulcaniti alcaline sono state analizzate statisticamente allo stesso modo visto sopra, vale a dire utilizzando 13 variabili chimiche, 8 o infine 5. In tutti i casi sono state estratte 3 componenti principali che esprimono globalmente una varianza pari a 64,5 %, 73,2 % e 89,3 % rispettivamente.

Si deve rilevare che nel caso di utilizzazione degli ossidi di componenti maggiori

associati a elementi in tracce (13 variabili) l'estrazione di 4 C.P. determina un aumento della varianza totale a 74,4 % e la comparsa di una componente indipendente costituita da Fe_2O_3 tot; quest'ossido assume in tale caso una « communalità » confrontabile con gli altri ossidi, laddove con solo tre C.P. estratte la percentuale di variazione di Fe_2O_3 tot espressa dalle stesse è estremamente bassa; ciò nondimeno le informazioni che si ottengono in complesso sono praticamente analoghe.

Anche nel caso di utilizzazione dei soli ossidi di elementi maggiori (8 variabili) l'estrazione di quattro anziché tre C.P. porta a un aumento della varianza globale (che diventa 84,3 %) e a una progressione della percentuale di variazione che le C.P. esprimono relativamente a TiO_2 , Fe_2O_3 tot e K_2O ; solo per K_2O tuttavia la « communalità » diventa accettabile. Anche in questo caso come in quello precedente si è preferito estrarre 3 C.P., non avendosi con un numero superiore di C.P. un effettivo incremento dell'informazione.

In fig. 9 compaiono i punti rappresentativi delle metavulcaniti alcaline nel piano definito dalle prime due C.P. (13 variabili chimiche): il diagramma, pur con qualche dispersione, evidenzia un « trend » abbastanza marcato nel quale Na_2O , K_2O , Al_2O_3 e Ti_2O assieme a Y, Zr, Nb e Rb sono tra loro positivamente correlati e negativamente con SiO_2 e MgO. Dal punto di vista petrografico ciò potrebbe corrispondere all'esistenza originaria di lave sottosature a feldspatoidi (nefelina) da un lato e di litotipi a indice di colore più alto costituiti in prevalenza da pirosseno.

Una notevole dispersione di punti si ottiene invece se si esegue la proiezione nel piano definito da dette prime due C.P. rispettivamente con la III^a C.P. ($CaO + Sr$). Anche in fig. 10 (8 variabili) i punti relativi alle metavulcaniti alcaline sono alquanto dispersi ma individuano ugualmente una tendenza di variazione che tuttavia è di difficile interpretazione; si ha infatti una componente definita da $K_2O + Al_2O_3 - SiO_2$ che ripete quanto visto sopra mentre l'altra C.P. ($CaO - Al_2O_3$) sembra corrispondere a variazioni chimiche non prettamente magmatiche. Ciò potrebbe essere connesso con l'assi-

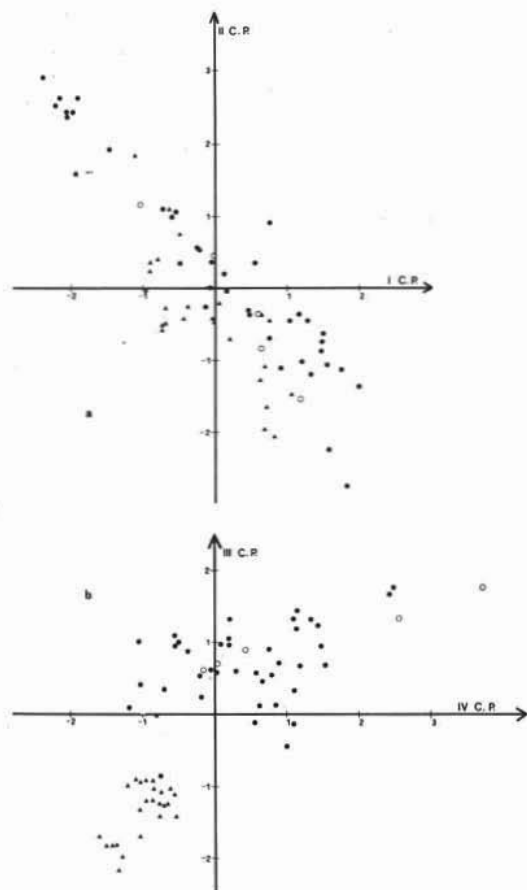


Fig. 8. — Proiezione dei punti rappresentativi delle metavulcaniti calc-alkaline nel piano definito dalla I^a e II^a (a) e rispettivamente dalla III^a e IV^a componente principale (b) (69 campioni, 5 variabili). Simbologgiatura come in fig. 1.
I^a C.P. = Zr + Nb; II^a C.P. = —Y; III^a C.P. = —Rb; IV^a C.P. = Sr.

milazione di materiale carbonatico durante la risalita dei magmi alcalini. Del resto in queste rocce le amigdale di calcite sono sempre piuttosto comuni e sono state interpretate proprio nel modo che si ipotizza sopra (FERLA e AZZARO, 1978).

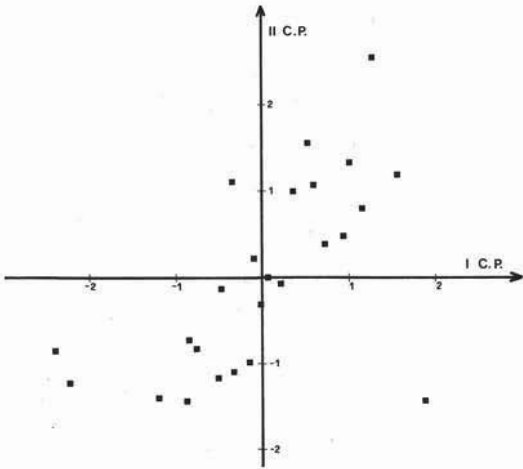


Fig. 9. — Proiezione dei punti rappresentativi delle metavulcaniti alcaline nel piano definito dalla I^a e II^a componente principale (25 campioni, 13 variabili).

I^a C.P. = $TiO_2 + Na_2O + Y + Zr + Nb - MgO$;
II^a C.P. = $K_2O + Al_2O_3 + Rb - SiO_2$.

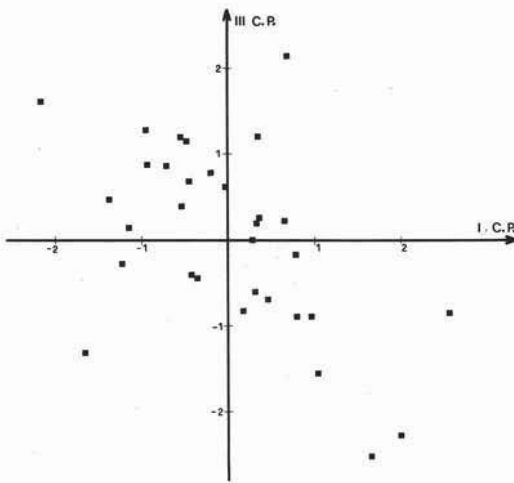


Fig. 10. — Proiezione dei punti rappresentativi delle metavulcaniti alcaline nel piano definito dalla I^a e III^a componente principale (22 campioni, 8 variabili).

I C.P. = $K_2O + Al_2O_3 - SiO_2$;
III^a C.P. = $CaO - Al_2O_3$.

Infine in fig. 11 (5 variabili) si può notare, in accordo con quanto visto in fig. 9, che Y, Zr e Nb appaiono positivamente correlati l'un l'altro e con Rb; gli elementi poco « mobili » sono anche positivamente correlati con Sr, pur se in modo disperso: ciò potrebbe ancora essere imputabile alla assimilazione suddetta di rocce calcaree, stante la nota affinità geochemica di Ca e Sr.

Per concludere si può dire che le componenti principali estratte per la popolazione alcalina mettono in evidenza la predisposizione chimica alla comparsa di fasi mineralogiche povere di SiO_2 ; si hanno tuttavia anche dispersioni più o meno accentuate di punti, « trends » di variazione poco pronun-

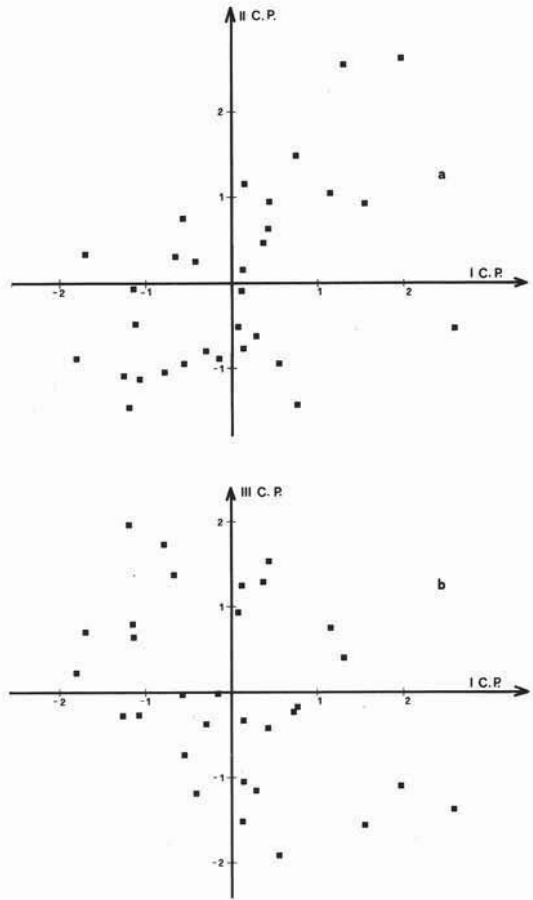


Fig. 11. — Proiezione dei punti rappresentativi delle metavulcaniti alcaline nel piano definito dalla I^a e II^a (a) e rispettivamente dalla I^a e III^a componente principale (b) (31 campioni, 5 variabili).
I^a C.P. = $Y + Zr + Nb$; II^a C.P. = Rb;
III^a C.P. = $-Sr$.

ciati e/o non spiegabili in termini chimici esclusivamente magmatici. Queste anomalie possono essere legate a vari fattori quali:

- 1) numero limitato di campioni;
- 2) omogeneità della popolazione;
- 3) variazioni non legate a « trends ».

Poichè il numero limitato di campioni può spiegare l'assenza di « trends » pronunciati ma non può essere responsabile della comparsa di « trends » anomali e poichè, d'altra parte, il tenore dei diversi ossidi ed elementi minori in tali rocce non è omogeneo, anche se nel complesso ne risulta una composizione basaltica l.s., si ritiene che la terza ipotesi sia più verosimile. Le variazioni riscontrate nelle metavulcaniti alcaline potrebbero essere in parte di tipo primario e connesse con la zona di origine dei magmi alcalini; in parte invece sono probabilmente da collegare a inquinamenti vari ed in particolare all'assimilazione di materiale carbonatico durante la risalita dei magmi.

Considerazioni conclusive

L'analisi statistica è stata applicata alle caratteristiche chimiche delle metavulcaniti delle unità inferiori dei Monti Peloritani; questo tipo di indagine ha permesso di confermare l'esistenza di due eventi magmatici fondamentalmente diversi, di età compresa tra il Devoniano medio ed il metamorfismo ercinico del Carbonifero, messi in evidenza (FERLA, 1978) in base a varie considerazioni petrochimiche e geologiche. I due eventi magmatici hanno rispettivamente tendenza alcalino-sodica e calc-alcalina.

L'elaborazione statistica è stata applicata a tredici variabili chimiche (percentuali in peso degli ossidi principali + contenuto in p.p.m. di cinque elementi minori, tre dei quali ritenuti poco « mobili » durante il processo metamorfico).

Titanio e Niobio sono risultati ancora una volta avere il contributo maggiore nella discriminazione fra le due popolazioni. Le serie appaiono sufficientemente separate anche in base ai soli elementi principali, taluni dei quali adottati con cautela nelle rocce metamorfiche.

L'indagine statistica è stata applicata anche alle singole popolazioni; per l'evento eruttivo a tendenza alcalino-sodica le evoluzioni magmatiche sono limitate a minori dif-

ferenziazioni verosimilmente di tipo gravitativo con locali concentrazioni in litotipi relativamente più o meno arricchiti in femici. Questo comportamento è del resto consueto nelle manifestazioni magmatiche coincidenti con situazioni distensive da « rifting », caratterizzate da risalite sufficientemente veloci dal mantello. Talune variazioni chimiche sembrano tuttavia da attribuire a contaminazione del magma da parte di materiale carbonatico, come dimostrerebbe la presenza di amigdale di calcite con tracce evidenti di interazioni con il fuso.

Nella sequenza di tipo orogenico la separazione tra i litotipi più acidi (« porfiroidi ») ed i restanti termini è stata perfettamente evidenziata, confermando l'ipotesi che i primi abbiano un'origine locale, in qualche modo legata a fenomeni di fusione di materiale crostale durante la risalita dei magmi calc-alcalini, ai quali sono strettamente associati.

I termini più basici della successione, che comprende basalti, andesiti e daciti, hanno un chimismo di tholeiiti di arco e costituiscono in qualche caso affioramenti fisicamente distinti dai precedenti e stratigraficamente

TABELLA 1

\bar{x} e σ dei costituenti chimici maggiori (% in peso ossidi) e minori (p.p.m.)

(%)	1 (n=50)		2 (n=28)		3 (n=76)		4 (n=32)	
	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ
SiO ₂	56.43	8.85	75.26	2.21	63.19	11.51	45.85	2.49
TiO ₂	1.17	0.51	0.20	0.14	0.82	0.63	2.93	0.60
Al ₂ O ₃	17.85	2.53	14.02	1.30	16.48	2.83	16.93	2.39
Fe ₂ O ₃	10.37	3.76	1.39	0.72	7.15	5.26	14.99	1.75
HgO ₃ ^{tot}	5.74	4.47	0.34	0.29	3.80	4.39	6.93	3.27
CaO	3.76	3.22	0.08	0.04	2.44	3.11	6.13	2.51
Na ₂ O	3.38	1.78	1.60	0.83	2.75	1.72	3.60	1.31
K ₂ O	1.28	1.09	7.11	1.20	3.37	3.01	0.64	0.59

(p.p.m.)	1 (n=44)		2 (n=25)		3 (n=69)		4 (n=31)	
	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ
Rb	47	44.0	181	34.6	96	76.0	19	15.5
Sr	132	68.5	62	13.8	106	64.2	234	110.6
Y	43	15.4	50	14.1	46	15.2	33	7.5
Zr	238	114.8	169	59.0	213	102.7	208	60.5
Nb	19	7.8	21	5.5	20	7.0	41	12.9

1 = Metavulcaniti calc-alcaline (ex-andesiti/basaltidaciti); 2 = Metavulcaniti calc-alcaline (ex-riodaciti/rioliti); 3 = 1 + 2; 4 = Metavulcaniti alcaline (ex-basalti); n = numero di analisi utilizzate nell'indagine statistica.

sottostanti. La posizione geologica in questo caso avrebbe una conferma nella natura di questo evento magmatico decisamente precoce durante le fasi compressive iniziali della orogenesi ercinica che, evolvendo, avrebbero portato alla formazione di una sequenza completa calc-alcalina. La mancanza di lacune composizionali tra le tholeiiti di arco e la sequenza calc-alcalina vera e propria è stata del resto sottolineata recentemente da GREEN (1980) per i magmi formati in margini continentali attivi.

All'interno delle singole popolazioni statistiche l'approccio matematico, applicato ai soli elementi poco « mobili » e senza il titanio, mentre da un lato evidenzia lo schema di variazione dominante, dall'altro non è in grado di identificare le diverse sub-popolazioni con altrettanta efficacia delle rappresentazioni diagrammatiche basate sugli stessi elementi, fornite da una vasta letteratura recente. In tali diagrammi le distribuzioni areali attribuite ai vari tipi petrochimici sono state fatte sulla scorta di considerazioni petrogenetiche, geologiche, ecc., non strettamente statistico-matematiche. Risultano quindi evidenti i limiti di sovrapposizione delle diverse aree. La validità di queste ultime rappresentazioni (fig. 1) viene tuttavia confortata proprio in questa sede dall'analisi statistica estesa a tutto il campione di dati, rendendo evidente come la combinazione di vari metodi di indagine sia particolarmente utile in campo petrologico.

tiche, geologiche, ecc., non strettamente statistico-matematiche. Risultano quindi evidenti i limiti di sovrapposizione delle diverse aree. La validità di queste ultime rappresentazioni (fig. 1) viene tuttavia confortata proprio in questa sede dall'analisi statistica estesa a tutto il campione di dati, rendendo evidente come la combinazione di vari metodi di indagine sia particolarmente utile in campo petrologico.

TABELLA 3

Componenti Principali
Campione totale (94 campioni - 13 variabili)

	I°C.P.	II°C.P.	III°C.P.	IV°C.P.	λ^2	λ^2	Coefficienti			
SiO ₂	-0,715	-0,416	0,339	-0,407	96,4	1,000	-0,159	-0,162	0,148	-0,266
TiO ₂	0,560	0,693	-0,011	0,267	87,2	1,000	0,126	0,271	-0,005	0,179
Al ₂ O ₃	0,334	0,065	-0,061	0,882	89,6	1,000	0,072	0,033	-0,036	0,978
Fe ₂ O ₃ ^{tot}	0,774	0,408	-0,029	0,334	87,7	1,000	0,172	0,158	-0,013	0,218
MgO	0,548	0,134	-0,675	0,285	85,3	1,000	0,122	0,048	-0,295	0,186
CaO	0,582	0,456	-0,493	-0,077	77,3	1,000	0,125	0,178	-0,215	-0,050
Mn ₂ O	0,705	0,152	0,333	0,076	83,7	1,000	0,157	0,060	0,145	0,050
K ₂ O	-0,918	-0,183	0,138	-0,223	83,7	1,000	-0,254	-0,056	0,061	-0,145
Na	-0,918	-0,203	0,152	-0,138	82,6	0,932	-0,254	-0,079	0,066	-0,090
Str	0,363	0,724	-0,248	-0,044	72,0	0,683	0,061	0,283	-0,106	-0,028
Y	-0,042	-0,103	0,775	-0,258	74,0	0,530	-0,009	-0,040	0,338	-0,233
Er	0,136	0,274	0,767	0,310	77,7	0,681	0,030	0,107	0,335	0,202
Nb	0,089	0,690	0,260	0,133	89,9	0,849	0,020	0,351	0,113	0,087
λ	34,5	19,7	17,6	11,8						

TABELLA 2

Fonti bibliografiche

* = solo elem. maggiori; ** = solo elem. minori.

Metavulcaniti calc-alcaline (ex-andesiti/basalti-daciti).

M1-M2-M3-M7-M8-M9-M10-M11-M103-M104-M106*-M107-M109-M110-M111-M112-M113-M114-M115-M116*-M117-M118-CM2C-MN1-M123-M124-M128-M129 (FERLA, 1978).
CS3-CS4A-CS4B-CS5-CS8A-102A-102B-S111*-S114-S201-S304*-S306B-S307*-S311-S312-312A-312B-S314-S315-316A-CM2D-306A* (FERLA e AZZARO, 1978).

Metavulcaniti calc-alcaline (ex-riodaciti/rioliti).

T72*-T73* (ATZORI, 1970 a).
1-2-3*-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22-23-24 (ATZORI et al., 1978).
CM1B (FERLA, 1978).
S109 (FERLA e AZZARO, 1978).

Metavulcaniti alcaline (ex-basalti).

1* (ATZORI, 1970 b).
CL12*-CL21*-CL25* (LUCIDO, 1976).
M22**-M24-M31-M32*-M33*-M36-M37-M38A-M412-M421-M44A-M12-M13-M14-M15-M16-M17-M19-M20 (FERLA, 1978).
GLL9-LL10-LL11-LL12*-LL13-LL14-LL16-LL19-L21A**-L103**-L106**-L107**-L110**-L219-CA14 (FERLA e AZZARO, 1978).

TABELLA 4

Componenti Principali
Campione totale (110 campioni - 8 variabili)

	I°C.P.	II°C.P.	λ^2	λ^2	Coefficienti	
SiO ₂	-0,856	-0,487	96,9	1,000	-0,223	-0,209
TiO ₂	0,653	0,545	72,3	1,000	0,170	0,234
Al ₂ O ₃	0,204	0,632	44,1	1,000	0,053	0,272
Fe ₂ O ₃ ^{tot}	0,734	0,576	87,1	1,000	0,192	0,248
MgO	0,911	0,051	83,2	1,000	0,238	0,022
CaO	0,857	0,084	74,1	1,000	0,224	0,036
Na ₂ O	0,054	0,875	76,9	1,000	0,014	0,376
K ₂ O	-0,726	-0,534	81,2	1,000	-0,190	-0,229
λ	47,9	29,1				

$r_{I^* C.P./III^* C.P.} = 0,906$

$R^2 > 0,13$ significativo alla soglia del 95%

$R^2 > 0,16$ significativo alla soglia del 99%

TABELLA 5

Componenti Principali
Campione totale (100 campioni - 5 variabili)

	I°C.P.	II°C.P.	III°C.P.	h^2	R^2	Coefficienti		
Rb	0.042	-0.193	0.956	95.3	0.298	0.028	-0.130	0.795
Sr	-0.216	0.750	-0.407	77.4	0.410	-0.143	0.506	-0.339
Y	0.814	-0.143	0.306	77.6	0.339	0.537	-0.097	0.255
Zr	0.855	0.260	-0.162	82.5	0.362	0.565	0.175	-0.135
Nb	0.269	0.891	-0.051	86.9	0.371	0.178	0.602	-0.042
X	30.3	29.6	24.0					

$$r_{I^* C.P./II^* C.P.} = 0,155$$

$R^2 > 0,09$ significativo alla soglia del 95 %

$R^2 > 0,13$ significativo alla soglia del 99 %

TABELLA 6

Componenti Principali
Metavulcaniti calc-alcaline (69 campioni - 13 variabili)

	I°C.P.	II°C.P.	III°C.P.	h^2	R^2	Coefficienti		
SiO ₂	-0.713	-0.629	0.206	94.6	1.000	-0.150	-0.210	0.075
TiO ₂	0.823	0.381	0.268	89.4	1.000	0.173	0.127	-0.098
Al ₂ O ₃	0.533	0.531	-0.091	57.5	1.000	0.112	0.178	-0.033
Fe ₂ O ₃	0.861	0.373	0.132	89.7	1.000	0.181	0.125	0.048
MgO _{tot}	0.457	0.563	-0.593	87.8	1.000	0.096	0.188	-0.217
CaO	0.286	0.798	-0.293	80.5	1.000	0.060	0.267	-0.107
Na ₂ O	0.812	-0.097	0.139	68.8	1.000	0.171	-0.032	0.051
K ₂ O	-0.857	-0.388	0.108	89.7	1.000	-0.181	-0.130	0.040
Sr	-0.871	-0.298	0.131	86.6	0.927	-0.184	-0.100	0.048
Rb	0.176	0.885	0.035	78.0	0.632	0.037	0.289	0.013
Y	-0.004	-0.264	0.761	64.8	0.595	-0.001	-0.088	0.278
Zr	0.248	0.083	0.836	76.7	0.807	0.052	0.028	0.306
Nb	-0.038	-0.049	0.911	83.5	0.760	-0.008	-0.016	0.333
X	36.5	23.0	21.0					

$$r_{I^* C.P./II^* C.P.} = 0,915$$

$$r_{I^* C.P./III^* C.P.} = 0,204$$

$R^2 > 0,29$ significativo alla soglia del 95 %

$R^2 > 0,35$ significativo alla soglia del 99 %

Appendice

Nelle tabelle 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 vengono riportati i coefficienti di correlazione fra le Componenti Principali e gli ossidi o gli elementi in tracce, la « communality » (b^2 = percentuale di variazione di ciascun ossido o elemento espressa dall'insieme delle C.P. estratte), le percentuali di varianza espresse da ciascuna C.P. (%), il coefficiente di correlazione lineare fra le C.P. ed il quadrato dei coefficienti di correlazione multipla fra gli ossidi o elementi (R^2). Sono inoltre

TABELLA 7

Componenti Principali
Metavulcaniti calc-alcaline (78 campioni - 8 variabili)

	I°C.P.	II°C.P.	III°C.P.	h^2	R^2	Coefficienti		
SiO ₂	-0.703	-0.460	0.523	97.9	1.000	-0.249	-0.171	0.322
TiO ₂	0.325	0.795	-0.355	86.3	1.000	0.115	0.296	-0.219
Al ₂ O ₃	0.205	0.243	-0.926	95.9	1.000	0.073	0.090	-0.571
Fe ₂ O ₃	0.477	0.698	-0.388	86.6	1.000	0.169	0.260	-0.239
MgO _{tot}	0.856	0.070	-0.386	88.7	1.000	0.304	0.026	-0.238
CaO	0.927	0.174	-0.025	89.1	1.000	0.329	0.065	-0.016
Na ₂ O	-0.025	0.910	-0.057	83.2	1.000	-0.009	0.339	-0.035
K ₂ O	-0.597	-0.658	0.245	84.9	1.000	-0.212	-0.245	0.151
X	35.2	33.6	20.3					

$$r_{I^* C.P./II^* C.P.} = 0,878$$

$$r_{I^* C.P./III^* C.P.} = -0,929$$

$$r_{II^* C.P./III^* C.P.} = -0,915$$

$R^2 > 0,18$ significativo alla soglia del 95 %

$R^2 > 0,23$ significativo alla soglia del 99 %

TABELLA 8

Componenti Principali
Metavulcaniti calc-alcaline (69 campioni - 5 variabili)

	I°C.P.	II°C.P.	III°C.P.	IV°C.P.	h^2	R^2	Coefficienti			
Rb	-0.025	-0.070	-0.982	-0.229	96.4	0.278	-0.016	-0.064	-0.917	-0.228
Sr	0.031	0.093	0.204	0.969	99.9	0.325	0.019	0.085	0.214	0.963
Y	0.307	-0.928	-0.059	-0.111	98.4	0.431	0.305	-0.848	-0.057	-0.110
Zr	0.839	-0.157	0.165	0.043	92.3	0.530	0.583	-0.144	0.157	0.043
Nb	0.798	-0.441	-0.307	-0.005	85.8	0.805	0.493	-0.403	-0.197	-0.005
X	32.0	21.9	23.0	35.1						

$$r_{I^* C.P./III^* C.P.} = -0,862$$

$$r_{III^* C.P./IV^* C.P.} = 0,746$$

$R^2 > 0,14$ significativo alla soglia del 95 %

$R^2 > 0,18$ significativo alla soglia del 99 %

riportati a parte i coefficienti per il calcolo delle coordinate normalizzate e standardizzate dei punti nello spazio definito dalle n Componenti Principali estratte.

In tabella 12 sono riportati i valori dei coefficienti di correlazione (r_i) fra la funzione discriminante e gli ossidi di componenti maggiori e/o gli elementi in tracce. Vi compaiono anche il valore di χ^2 e i gradi di libertà. A parte sono riportati i coefficienti necessari a ricavare i valori normalizzati e standardizzati della funzione discriminante nei tre casi esaminati.

Lavoro eseguito con il contributo finanziario del C.N.R. nell'ambito dei programmi di ricerca sull'Arco Calabro-Peloritano.

TABELLA 9

Componenti Principali
Metavulcaniti alcaline (25 campioni -
13 variabili)

	I°C.P.	II°C.P.	III°C.P.	h^2	g^2	Coefficienti		
SiO ₂	0,082	-0,769	0,054	60,0	1,000	0,023	-0,292	0,026
TiO ₂	0,628	0,200	-0,332	54,4	1,000	0,172	0,076	-0,158
Al ₂ O ₃	0,517	0,596	-0,336	73,6	1,000	0,142	0,226	-0,160
Fe ₂ O ₃ ^{tot}	-0,218	0,176	-0,414	25,0	1,000	-0,060	0,067	-0,198
MgO	-0,677	-0,105	-0,370	60,7	1,000	-0,186	-0,040	-0,177
CaO	-0,085	0,012	0,819	67,8	1,000	-0,023	0,005	0,391
Na ₂ O	0,751	-0,067	0,506	82,5	1,000	0,306	-0,025	0,242
K ₂ O	0,323	0,786	-0,133	73,9	1,000	0,089	0,298	-0,064
Rb	0,413	0,789	-0,061	79,7	0,797	0,113	0,299	-0,029
Sr	0,072	-0,059	0,722	53,0	0,644	0,020	-0,022	0,345
Y	0,534	-0,488	-0,214	56,9	0,679	0,146	-0,185	-0,102
Zr	0,770	0,288	0,207	71,9	0,637	0,211	0,109	0,099
Nb	0,862	0,197	0,034	78,3	0,845	0,236	0,075	0,016
%	26,1	20,3	16,1					

$$r_{I^a} \text{ C.P./II}^a \text{ C.P.} = 0,597$$

$R^2 > 0,73$ significativo alla soglia del 95 %

$R^2 > 0,81$ significativo alla soglia del 99 %

TABELLA 10

Componenti Principali
Metavulcaniti alcaline (32 campioni -
8 variabili)

	I°C.P.	II°C.P.	III°C.P.	h^2	g^2	Coefficienti		
SiO ₂	-0,892	0,213	-0,175	87,1	1,000	-0,380	0,101	-0,124
TiO ₂	0,556	0,331	-0,035	42,0	1,000	0,237	0,157	-0,025
Al ₂ O ₃	0,871	0,398	-0,587	82,9	1,000	0,243	0,189	-0,415
Fe ₂ O ₃	0,584	-0,237	-0,204	43,9	1,000	0,249	-0,112	-0,144
MgO ^{tot}	-0,194	-0,906	-0,032	85,9	1,000	-0,083	-0,430	-0,023
CaO	-0,023	0,136	0,968	95,6	1,000	-0,010	0,064	0,686
Na ₂ O	-0,172	0,904	0,023	84,7	1,000	-0,073	0,429	0,017
K ₂ O	0,712	0,283	-0,237	64,4	1,000	0,304	0,135	-0,168
%	29,3	26,3	17,6					

$$r_{I^a} \text{ C.P./III}^a \text{ C.P.} = -0,532$$

$R^2 > 0,41$ significativo alla soglia del 95 %

$R^2 > 0,51$ significativo alla soglia del 99 %

TABELLA 11

Componenti Principali
Metavulcaniti alcaline (31 campioni -
5 variabili)

	I°C.P.	II°C.P.	III°C.P.	h^2	g^2	Coefficienti		
Sr	0,114	0,929	0,066	88,1	0,334	0,052	0,736	0,065
Sr	0,104	-0,053	-0,991	99,6	0,069	0,047	-0,042	-0,977
Y	0,852	-0,341	-0,025	84,3	0,526	0,330	-0,270	-0,025
Zr	0,796	0,402	-0,106	80,7	0,742	0,364	0,318	-0,104
Nb	0,896	0,345	-0,128	93,8	0,842	0,410	0,273	-0,126
%	43,7	25,3	20,3					

$$r_{I^a} \text{ C.P./II}^a \text{ C.P.} = 0,499$$

$$r_{I^a} \text{ C.P./III}^a \text{ C.P.} = -0,416$$

$R^2 > 0,30$ significativo alla soglia del 95 %

$R^2 > 0,39$ significativo alla soglia del 99 %

TABELLA 12

Risultati dell'analisi discriminante

	13 variabili		8 variabili		5 variabili	
	r_i	Coefficienti	r_i	Coefficienti	r_i	Coefficienti
SiO ₂	-0,613	8,2685	0,695	-1,8663		
TiO ₂	0,865	8,8973	-0,931	-2,9182		
Al ₂ O ₃	0,143	8,1793	-0,084	-1,7502		
Fe ₂ O ₃	0,612	8,2691	-0,685	-1,8530		
MgO ^{tot}	0,429	8,2875	-0,547	-1,9131		
CaO	0,483	8,2242	-0,548	-1,8658		
Na ₂ O	0,249	8,1985	-0,260	-1,8092		
K ₂ O	-0,417	8,2769	0,485	-1,9284		
Rb	-0,480	0,0003			0,544	0,0030
Sr	0,615	0,0017			-0,654	-0,0009
Y	-0,327	-0,0138			0,429	0,0170
Zr	0,049	-0,0014			0,028	0,0032
Nb	0,826	0,0296			-0,811	-0,0629
χ^2		198,39		167,32		148,80
G.d.l.		13		8		5

BIBLIOGRAFIA

- ATZORI P. (1970 a) - *Contributo alla conoscenza degli scisti epizonali dei Monti Peloritani (Sicilia)*. Riv. Miner. Sicil., 21, 1-21.
- ATZORI P. (1970 b) - *Caratteri petrografici e petrochimici di un metadiabase dei Peloritani occidentali*. Rend. S.I.M.P., 26, 411-426.
- ATZORI P., BATTAGLIA M. e LO GIUDICE A. (1979) - *Distribuzione di alcuni elementi minori nei porfroidi di Taormina (Sicilia)*. Mn. Petr. Acta, 23, 257-263.
- ATZORI P., BATTAGLIA M., LO GIUDICE A., PEZZINO A. e PUGLISI G. (1978) - *I porfroidi di Taormina (Sicilia)*. Boll. S.G.I., 97, 337-352.
- ATZORI P. e FERLA P. (1979) - *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.
- CANN J.R. (1970) - *Rb, Sr, Y, Zr, Nb in some ocean floor basaltic rocks*. Earth Planet. Sci. Lett., 10, 7-11.

- COOLEY W.W. e LOHNES P.R. (1971) - *Multivariate data analysis*. Wiley and Sons Inc., New York, 1-364.
- DIXON W.J. e MASSEY F.J. (1957) - *Introduction to statistical analysis*. Mc Graw-Hill B.C., New York, 1-488.
- FERLA P. (1978) - *Natura e significato geodinamico del vulcanismo preercinico presente nelle filladi e nei semiscisti dei Monti Peloritani (Sicilia)*. Rend. S.I.M.P., 34, 55-74.
- FERLA P. e AZZARO E. (1978) - *Natura del vulcanismo precedente al metamorfismo ercinico nelle unità inferiori dei Peloritani Orientali (Sicilia)*. Boll. S.G.I., 97, 767-774.
- FLOYD P.A. e WINCHESTER J.A. (1975) - *Magma type and tectonic setting discrimination using immobile elements*. Earth Planet. Sci. Lett., 27, 211-218.
- FLOYD P.A. e WINCHESTER J.A. (1978) - *Identification and discrimination of altered and metamorphosed volcanic rocks using immobile elements*. Chem. Geol., 21, 291-306.
- GREEN T.H. (1980) - *Island arc and continent-building magmatism - A review of petrogenetic models based on experimental petrology and geochemistry*. Tectonophysics, 63, 367-385.
- LO GIUDICE A. (1973) - *Variazioni e discriminazioni petrochimiche entro e fra le lave dell'Etna*. Min. Petr. Acta, 19, 3-42.
- LUCIDO G. (1976) - *On peculiar metabasite in Hercynian phyllites (Sicily)*. Tech. Miner. Petr. Mitt., 23, 51-63.
- PEARCE J.A. (1975) - *Basalt geochemistry used to investigate past tectonic environments on Cyprus*. Tectonophysics, 25, 41-67.
- WINCHESTER J.A. e FLOYD P.A. (1975) - *Geochemical magma type discrimination: application to altered and metamorphosed basic igneous rocks*. Earth Planet. Sci. Lett., 28, 450-469.
- WINCHESTER J.A. e FLOYD P.A. (1977) - *Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements*. Chem. Geol., 20, 325-343.