

PIO DI GIROLAMO, DAMIANO STANZIONE

LINEAMENTI GEOLOGICI E PETROLOGICI DELL'ISOLA DI PROCIDA (*)

RIASSUNTO. — E' stato eseguito il rilevamento delle isole vulcaniche di Procida e Vivara e lo studio petrologico preliminare dei principali tipi petrografici.

L'area è costituita dalle vulcanoclastiti di 7 vulcani e complessi vulcanici dei quali è stata stabilita la successione; due sono sottomarini e hanno dato ialoclastiti trachibasaltiche che rappresentano il tipo petrografico predominante.

I vari tipi petrografici appartengono ad una serie alcalina potassica, essi sono costituiti da trachibasalti olivini, trachiandesiti, latiti, fonoliti, trachiti alcaline. Il fattore predominante dell'evoluzione risulta la cristallizzazione frazionata e, per le fonoliti, probabilmente anche il trasporto gassoso.

Nell'isola si rinvengono anche rocce leucitiche analcimizzate i cui dati petrografici sono stati confrontati con quelli della serie trachibasalti-trachiti.

SUMMARY. — A survey has been made of the volcanic islands of Procida and Vivara and a preliminary petrological study of the principal petrographic types of rocks.

The area is composed of vulcanoclastic rocks of seven volcanoes and volcanic complexes from which has been established the succession; two are submarine and have given trachibasaltic hyaloclastites which represent the predominant petrographic type.

The various petrographic types belong to alkaline-potassic series, they are composed of olivine trachibasalts, trachiandesites, latites, phonolites and alkaline trachites. The predominant factor of the evolution results in the fractional crystallization and, for the phonolites, probably also the gaseous transfer.

In the islands are found also analcimized leucitic rocks of which petrographic information has been confronted with those of the trachibasalts-trachites series.

Premessa.

L'isola di Procida sorge sulla parte interna della piattaforma continentale (fig. 1); in effetti l'isobata di 20 metri già la lega ai Campi Flegrei continentali con i quali oltre che morfologicamente è anche geologicamente collegata da attività vulcanica e da vari tipi petrografici simili.

(*) Lavoro eseguito con il contributo del C.N.R.

Infatti la parte dell'isola antistante i Campi Flegrei è costituita da piroclastiti trachitiche alcaline potassiche (strati di pomice e ceneri, breccie, scorie saldate ecc.) simili a quelle che si rinvencono, in particolare, sul tratto di litorale dei Campi Flegrei, prospiciente Procida, compreso fra la spiaggia di Miliscola e Torregaveta [10, 26].

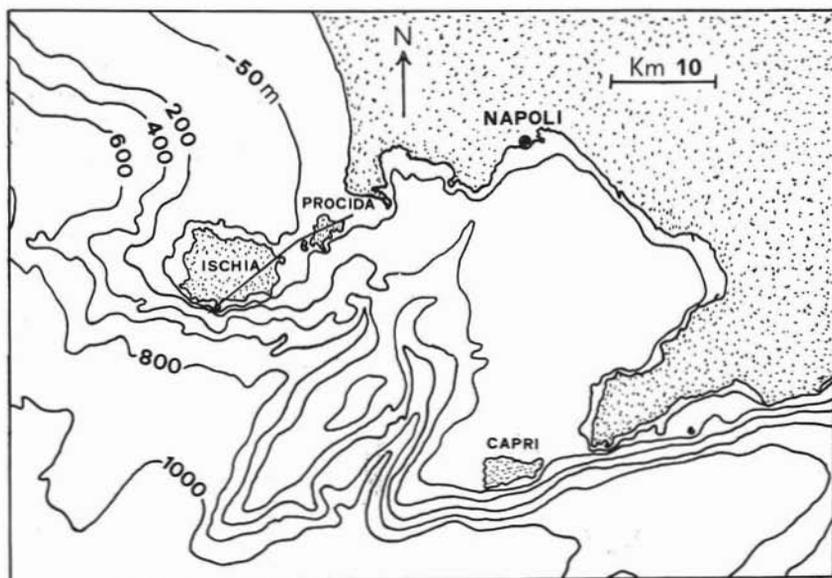


Fig. 1. — Morfologia del fondo marino nel Golfo di Napoli e zone limitrofe. da [15, 19, 33]

Le correlazioni delle vulcaniti dell'isola con quelle prospicienti dei Campi Flegrei, distanti km 3 circa, per ora non sono ben precise pur rinvenendosi a Procida, nel tratto di costa presso Capo Scotto di Carlo (vedi carta geologica), una successione petrografica alquanto simile a quella della parte meridionale della spiaggia di Acquamorta fra Torregaveta e Miliscola.

Indicativamente si ricorda che i prodotti affioranti sul litorale flegreo citato sono quelli più antichi emergenti nell'area flegrea continentale [10].

Su un legno carbonizzato presente in un paleosuolo compreso fra i prodotti intermedi dei vulcani di questo tratto di litorale (cupola di

S. Martino e vulcano di Torregaveta [10]) è stata determinata un'età ^{14}C di 31.400 ± 1400 anni ⁽¹⁾. Altro dato è che i prodotti di Procida e Vivara sono coperti da piroclastiti recenti provenienti dai Campi Flegrei [30, 33].

Riguardo l'isola d'Ischia la distanza fra Procida e questa è di circa km 4; elementi di unione geo-petrografici sono il cratere trachibasaltico di Vivara e la secca delle Formiche di Vivara che probabilmente costituisce una zona di eruzione sommersa. Questi punti intermedi si trovano (fig. 1) presso il prolungamento di una faglia « tirrenica » (ENE) lungo la quale si ha, ad Ischia, un allineamento di vulcani che sono i più basici dell'isola cioè trachiandesitici e latitici [28]. Come è noto Ischia e Procida sono considerate la parte insulare dell'area vulcanica flegrea; anche Ischia, come Procida, sorge sulla piattaforma continentale risultando però spostata sul bordo esterno quasi all'inizio della scarpata continentale.

Ad Ischia i prodotti più antichi hanno un'età di circa 6 m.a. [1], i più recenti sono rappresentati dall'eruzione storica dell'Arso (1301-1302); i tipi petrografici, a carattere più o meno potassico, sono costituiti da trachiti, fonoliti e latiti [29].

I dati gravimetrici [15] indicano nell'isola di Procida una frattura profonda ad andamento NE-SW che si collega da una parte con la faglia principale di Ischia (fig. 1) e dall'altra con una faglia, o serie di faglie, con lo stesso andamento che passa per i Campi Flegrei [30].

Pur mostrando legami geo-petrografici con Ischia e Campi Flegrei continentali, l'isola di Procida, assieme a Vivara, presenta delle particolarità petrografiche; in essa infatti si rinvencono abbondanti prodotti basici trachibasaltici (70% circa del totale delle vulcaniti emergenti). Ad Ischia i tipi più basici fino ad ora rinvenuti, alquanto subordinati rispetto alle trachiti sono le latiti-trachiandesiti e qualche blocco trachibasaltico [28, 29]; nei Campi Flegrei, ugualmente, sono poco rappresentati i tipi latitici e sporadicamente si rinviene qualche tipo trachibasaltico.

A Procida-Vivara assieme ai trachibasalti si rinvencono trachiti, fonoliti, tipi intermedi con i trachibasalti e, infine, rocce leucitiche

⁽¹⁾ Datazione eseguita dall'Istituto di Geochimica dell'Università di Roma, comunicazione personale di C. Cortesi e Coll.

(analcimizzate) costituendo un'associazione di tipo seriale mediterraneo molto interessante.

Ad eccezione di una cupola, tutti i prodotti sono vulcanoclastiti costituite da piroclastiti più o meno esplosive e ialoclastiti.

Delle isole di Procida e Vivara si sono interessati parecchi autori, fra questi si citano i lavori geo-petrografici di G. De Lorenzo e C. Riva [8], A. Parascandola [23, 24, 25, 26], A. Rittmann [29, 30] e geofisici di G. Imbò e Coll. [15, 16].

Nella presente nota oltre ai dati geologici delle isole di Procida e Vivara verranno esposti i dati petrologici preliminari sui tipi petrografici essenziali.

Parte I. - Geologia.

Vengono descritte le varie formazioni vulcaniche secondo la successione stratigrafica dei diversi vulcani (numeri romani) iniziando dai prodotti più antichi. La numerazione delle varie formazioni (numeri arabi) si riferisce a quella riportata nella rappresentazione della costa di Procida e nel profilo del cratere di Vivara. Nella legenda della carta geologica sono riportati i tipi petrografici dedotti dai dati chimico-petrografici o da osservazioni ottiche preliminari, per le descrizioni petrografiche si rimanda alla parte petrologica. Nella rappresentazione della costa di Procida e nel profilo del cratere di Vivara la scala delle ordinate si riferisce al profilo di campagna in modo approssimativo; per dar risalto a tutte le più importanti formazioni, compreso quelle meno potenti, gli spessori non sono rigorosamente in scala.

L'isola di Procida ha una lunghezza di circa 3 km ed è larga circa 2 km come distanza massima, ha una morfologia mediamente pianeggiante con un'altezza massima di m 91; essa è costituita nella parte centrale da un altopiano con altezza media di circa m 50, è caratterizzata da baie semicircolari, alcune delle quali rappresentano parti di crateri (fig 2), e da numerose falesie.

L'isola risulta costituita essenzialmente dai prodotti di 6 vulcani o complessi vulcanici locali più o meno addossati; il rilevamento sui diversi prodotti è praticamente possibile solo lungo le coste e comunque qui molto indicativo. L'isola di Vivara (m 109) costituisce un altro cra-

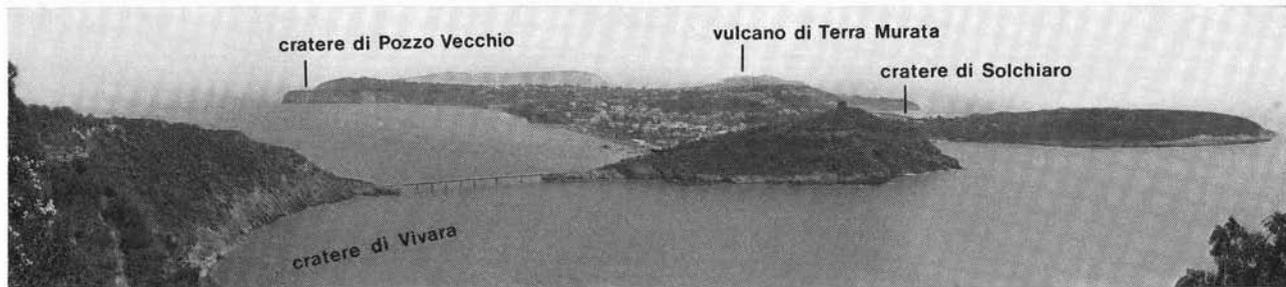


Fig. 2.

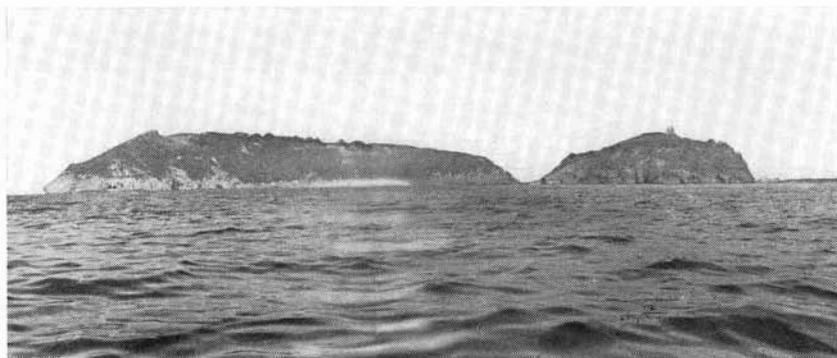


Fig. 3.

Fig. 2. — Panoramica dell'isola di Procida vista dall'isola di Vivara. In primo piano il cratere del vulcano di Vivara costituito alla base da ialoclastiti trachibasaltiche; dallo stesso tipo di materiale è formato il vulcano di Solchiaro. Questi prodotti costituiscono rispettivamente la prima e l'ultima formazione vulcanica locale.

Fig. 3. — L'isola di Vivara (a sinistra) e il colle di S. Margherita Vecchia, costituenti parte del cratere di Vivara, visti dal settore mancante di SE. Il colle è attualmente legato morfologicamente all'isola di Procida.

tere alquanto ben conservato il cui quadrante di NE è rappresentato dal promontorio di S. Margherita Vecchia morfologicamente legato a Procida.

VULCANO DI VIVARA (vulcano I, formazione 1).

Il vulcano di Vivara (fig. 3) è costituito dall'isola di Vivara e dal promontorio di S. Margherita Vecchia attualmente collegato all'isola di Procida da una lingua di sabbia derivata dalla degradazione dei prodotti vulcanici più superficiali. Alla base di Vivara e S. Margherita Vecchia emerge una formazione litoide gialla stratificata trachibasaltica con i caratteri microstrutturali tipici di una ialoclastite (vedi parte petrografica). Essa rappresenta la formazione più antica di Vivara-Procida (formazione 1), ingloba proietti di lave trachibasaltiche, trachitiche e tipi intermedi indici di una più antica attività vulcanica subaerea.

Tale ialoclastite assieme a quella trachibasaltica del vulcano di Solchiaro (vulcano VII, formazione 13), quest'ultima costituente l'atto eruttivo terminale di questa zona, rappresenta il primo ritrovamento di tale genere in Campania. La forma craterica è piatta con un rapporto diametro/altezza alquanto alto. La ialoclastite è sottilmente stratificata (fig. 4) e la sua struttura suggerisce un accumulo in ambiente subacqueo; comunque la pendenza degli strati, alquanto variabile, è per Vivara piuttosto elevata oscillando spesso intorno ai 30° circa. Tale ialoclastite è costituita essenzialmente da piccoli frammenti di vetro e scoriette vetrose; non si rinvengono pillows o frammenti di questi, ciò può suggerire una genesi da esplosioni freatiche [35].

L'inclinazione degli strati ha all'incirca la stessa pendenza nel versante interno ed esterno del cratere, una piccola faglia interessa la parte settentrionale della formazione. La mancanza del quadrante di SE del cratere è stata interpretata in vario modo: collasso contemporaneo e successivo all'eruzione [8], azione di degradazione del moto ondosso [23], abbassamento per faglie [30].

La presenza di piccole dislocazioni e discordanze nette nell'ambito della formazione (fig. 5) non esclude quest'ultima ipotesi, comunque la situazione stratigrafica lungo il litorale meridionale di S. Margherita Vecchia e la morfologia generale possono suggerire che in effetti il cratere di Vivara sia distoma. La ialoclastite emerge per una o più decine di metri.

Al di sopra (fig. 6) si ha una successione di piroclastiti incoerenti in strati deposte in ambiente subaereo e costituite, dal basso, da uno strato di ceneri gialline, strato di pomici trachitiche, di breccia e infine ancora ceneri; tali prodotti sono intervallati da paleosuoli. Si rinvencono in tutta l'isola, le ceneri gialle e le pomici costituiscono i livelli più regolari.



Fig. 4. — Vivara, presso punta Capitello. Particolare della ialoclastite stratificata trachibasaltica (formazione 1) contenente scorie vetrose dello stesso tipo petrografico.

La breccia, che certamente è di origine locale, è prevalentemente trachitica alcalina (frammenti di lava, ossidiane, pomici) ma ingloba anche fonoliti, trachibasalti, latiti, rocce carbonatiche e tefriti leucitiche analcimizzate (fig. 7). Le pomici raggiungono il massimo spessore sul versante esterno presso Punta Alaca dove non si può escludere la presenza di prodotti di Ischia.

Al di sopra di queste piroclastiti si hanno i prodotti ialoclastitici incoerenti della formazione trachibasaltica del vulcano di Solchiaro (formazione 13).

Chiudono la serie pomici e ceneri, che si rinvencono anche su tutta Procida, provenienti dai Campi Flegrei forse dai Fondi di Baia [30]. In tali prodotti a Vivara si rinvencono abbondanti frammenti di manufatti in ceramica forse dell'Eneolitico.

Occorre notare che la grossa falesia presso punta Alaca, pur mettendo in vista un gran numero di vulcaniti è la meno idonea per la comprensione stratigrafica dell'isola perchè qui si ha molto probabilmente una ripetizione di serie dovuta ad abbassamento di una zolla per scalzamento al piede, questo fa apparentemente aumentare il numero delle formazioni [8, 30].



Fig. 5. — SSE di S. Margherita Vecchia. Discordanza (freccia) nella ialoclastite trachibasaltica di Vivara (formazione 1); sopra: ialoclastite trachibasaltica di Solchiaro (formazione 13).

VULCANO DI POZZO VECCHIO (vulcano II, formazioni 2, 3, 4).

Costituisce il vulcano più antico dell'isola di Procida. I prodotti, tutti subaerei, iniziano con un tufo giallo stratificato probabilmente trachitico alcalino scuro (formazione 2); l'inclinazione degli strati permette di ubicare abbastanza bene il cratere. Non si hanno relazioni

stratigrafiche dirette con l'attività ialoclastica del cratere di Vivara; la parziale corrispondenza delle piroclastiti soprastanti nel settore sud del vulcano con quelle di Vivara suggerirebbe grosso modo una contemporaneità dei due vulcani, la presenza nel tufo di Pozzo Vecchio di frammenti di vetro molto simile a quello ialoclastico di Vivara indica la maggiore antichità di questo.

Dopo l'eruzione del tufo si ebbe nella parte settentrionale del vulcano, a nord di Punta Ottimo, un'eruzione esplosiva di scorie trachitiche (formazione 3) e quindi l'emissione di magma degassato che dette luogo all'unica formazione lavica emergente a Procida-Vivara



Fig. 6. — Vivara. La ialoclastite trachibasaltica di Vivara (1), le piroclastiti stratificate (pomici, breccie, ceneri) e la ialoclastite trachibasaltica di Solchiaro (13).

(formazione 4). Si tratta di lava trachitica alcalina che supera i 20 metri di spessore (fig. 8); la natura effusiva è indicata dall'assenza di azioni metamorfiche e meccaniche sui prodotti soprastanti e dalla struttura della lava. La presenza nella parte medio-bassa di un livello più scoriaceo suggerisce la sovrapposizione di più colate che hanno dato luogo ad una cupola di efflusso; questa massa lavica emergente sulla

costa prosegue anche nella parte interna come indicano i rilievi magnetici e gravimetrici [16, 15].

L'attività del vulcano di Pozzo Vecchio terminò, all'interno del cratere del tufo, con l'emissione di scorie saldate seguite da una breccia nella parte a nord del cimitero. Nell'area di questo vulcano, in effetti, i livelli di breccie sono due; per le dimensioni si può riferire quello inferiore all'attività del vulcano presso Capo Scotto di Carlo (vulcano IV) e quello superiore, con le scorie saldate, al vulcano di Pozzo Vecchio.

Data l'attività molteplice e dislocata nello spazio si può definire quest'area descritta come « complesso vulcanico di Pozzo Vecchio ».



Fig. 7. — Breccia di Vivara, parte NE dell'isola. Blocco tefritico leucitico analcimizzato (al centro in basso) nella breccia prevalentemente trachitica alcalina.

VULCANO DEL FIUMICELLO (vulcano III, formazione 5).

Dopo la formazione della cupola trachitica (fig. 8) e di un'eruzione di pomici si ebbe più a nord l'emissione, prevalentemente sub-aerea, di un tufo latitico. Tale tufo, stratificato, ingloba blocchi che

arrivano in alcuni casi a circa 1 metro di diametro (fig. 9); i caratteri petrografici di alcuni inclusi trachitici suggeriscono che fu trappata una parte della lava, non emergente, che costituisce la cupola.

Non è possibile localizzare il cratere di questo vulcano; date le dimensioni notevoli degli inclusi sul tratto di costa del Fiumicello il vulcano non doveva essere molto lontano da questa zona.



Fig. 8. — Cupola lavica alcalitrachitica potassica presso Punta Ottimo (formazione 4). Sono visibili le formazioni più antiche del tufo trachitico femico di Pozzo Vecchio (2), scorie trachitiche (3) e il più recente tufo latitico del vulcano di Fiumicello (5).

VULCANO IV (formazioni 6, 7, 8, 9).

Dopo l'emissione del tufo del Fiumicello ci fu un'attività esplosiva subaerea trachitica che dette i prodotti emergenti fra Punta di Pioppeto e il porto di Procida (Sancio Cattolico); le dimensioni abbastanza grosse dei vari elementi e la presenza di scorie saldate suggeriscono che il vulcano non doveva essere molto lontano.

La serie inizia con un banco di pomici (formazione 6); si ha poi una formazione a tessitura caotica (fig. 10), a volte con tendenza alla

tessitura eutassitica, costituita da scorie pomicee grigio scure o verdastre per alterazione, in una massa cineritica (formazione 7). I vari caratteri petrografici di quest'ultima formazione sono simili a quelli dell'Ignimbrite Campana emessa nella fase finale del Würm III e diffusa in gran parte della Campania [9], comunque non si hanno dati sufficienti per tale correlazione.

Segue verso l'alto un banco di scorie saldate (fig. 11) sormontato da una breccia (formazione 8). Si ha infine una formazione a tessitura caotica di pomici e ceneri (formazione 9, fig. 12); questa costituisce il prodotto più diffuso in questo tratto di costa. Tale formazione assieme alle pomici inferiori si estende fino al vulcano di Pozzo Vecchio costituendo banchi rimaneggiati di ceneri e pomici.

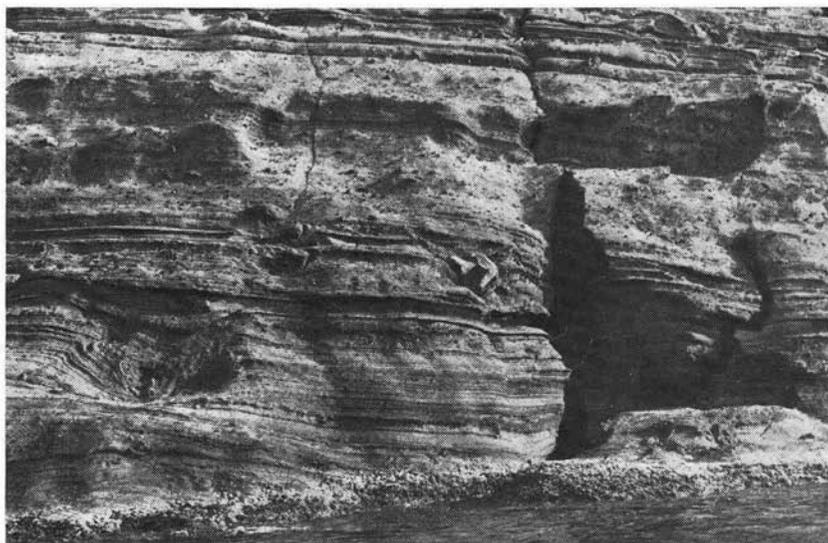


Fig. 9 — Tufo latitico del vulcano di Fiumicello (formazione 5) con grossi inclusi trachitici.

VULCANO DI TERRA MURATA (vulcano V, formazione 10).

E' costituito da tufo giallo forse latitico; forma il rilievo più alto di Procida (m. 91, fig. 13). L'andamento degli strati indica che il cratere era situato in mare poco lontano dalla costa [26]; come i tufi gialli precedenti, sfuma verso l'alto e lateralmente in una facies grigia

incoerente non zeolitizzata (vedi parte petrografica). Tale tufo include blocchi essenzialmente trachitici; la struttura suggerisce una genesi subaerea.



Fig. 10. — Banco trachitico di scorie pomicee e cenere (formazione 7) presso Capo Scotto di Carlo.

VULCANO DI PUNTA DELLA LINGUA (vulcano VI, formazione 11).

Presso il versante settentrionale del vulcano di Terra Murata si ebbe, successivamente a questo, un'attività esplosiva (formazione 11). Preceduta da un'attività semiesplosiva che dette luogo a scorie saldate trachitiche fu emessa una breccia ad elementi che spesso superano il metro di diametro (fig. 14); le scorie saldate costituiscono la parte bassa della formazione e i vari scogli presso Punta della Lingua.

La « Breccia della Lingua » rappresenta la formazione più nota dell'isola di Procida per gli svariati tipi litologici e petrografici. E' essenzialmente trachitica alcalina e costituita da tipi litologici vulcanici vari (ossidiane, lave a struttura variabile, pomice, ceneri, scorie saldate, bombe) e qualche subvulcanite sienitica. Si rinvennero, poco abbondanti, fonoliti, latiti, trachibasalti, rocce leucitiche analcimizzate e

blocchi del basamento sedimentario più o meno metamorfosati per contatto come argille arenacee e calcari più o meno dolomitici (fig. 14).

Verso l'alto le dimensioni degli inclusi diminuiscono gradualmente, da quest'ultima facies è costituito l'affioramento presente fra S. Giacomo e Corricella; l'attribuzione di questo affioramento alla Breccia della Lingua e le altre osservazioni petrografiche rendono improbabile l'esistenza del vulcano della Starza ipotizzato nella parte centro-settentrionale di Procida [30].



Fig. 11. — Scorie saldate trachitiche (formazione 8) presso Capo Scotto di Carlo.

PALEOSUOLI (formazione 12).

Fino ad ora non sono stati menzionati i vari paleosuoli che spesso rappresentano un elemento di distinzione per le varie formazioni. Vi è comunque un complesso di tre o più paleosuoli che è bene segnalare per la sua regolarità in tutta l'isola di Procida (formazione 12) e per la stasi vulcanica che rappresenta. Si tratta di ceneri vulcaniche alterate e humificate provenienti in gran parte dalle attività esplosive delle zone vulcaniche circostanti.

VULCANO DI SOLCHIARO (vulcano VII, formazione 13).

E' l'ultima e più grossa formazione locale (formazione 13). Proviene dal vulcano di Solchiaro che è anche il più grosso edificio di Procida-Vivara; il diametro del cratere residuo, ora misurabile, supera il chilometro. A giudicare dalle dimensioni degli inclusi, più grossi a Punta Solchiaro (fig. 15) che a Punta di Pizzaco, le esplosioni potrebbero essere state oblique.



Fig. 12. — Banco di grosse pomici e ceneri trachitiche (formazione 9) fra Capo Scotto di Carlo e Sancio Cattolico.

Si tratta di prodotti ialoclastitici trachibasaltici simili a quelli di Vivara. Il rilevamento indica che l'eruzione subacquea formò questa parte meridionale dell'isola di Procida e depositò i prodotti ialoclastitici anche sulla parte emersa settentrionale e su quella pure ormai emersa di Vivara.

La formazione, sottilmente stratificata (fig. 16), ha subito, similmente ad altre descritte, un'azione idrotermale che ha portato alla neoformazione soprattutto di zeoliti, con conseguente litificazione, e al

colore giallo. Nelle parti marginali superiori e laterali la formazione è rimasta grigiastra e incoerente; si tratta comunque di due facies di un'unica formazione che sfumano una nell'altra e non di due formazioni come interpretato dal Rittmann che attribuisce la parte bassa alla prima e la parte alta all'ultima manifestazione vulcanica di Procida [30].

I prodotti di Solchiaro costituiscono un ottimo «livello guida» rinvenendosi su tutta l'area vulcanica rilevata, le dimensioni dei granuli vanno gradualmente diminuendo con la distanza dal cratere.



Fig. 13. — Il tufo giallo latitico (?) di Terra Murata (formazione 10) presso Punta dei Monaci. E' visibile a sinistra il versante esterno sud-occidentale del vulcano omonimo.

FONDI DI BAIA (formazione 14).

E' una formazione non ascrivibile all'attività vulcanica di Procida-Vivara; si rinviene al di sopra della ialoclastite di Solchiaro e sfuma nel terreno agrario. Ha uno spessore medio alquanto costante (m 2-3); esso aumenta nella parte nord di Procida prospiciente i Campi Flegrei; secondo Rittmann [30] proviene dai vulcani dei Fondi di Baia.



Fig. 14. — Breccia della Lingua (formazione 11). Tale breccia, prevalentemente trachitica alcalina, include tipi petrografici diversi e blocchi del substrato sedimentario. Al centro (freccia) un blocco calcareo dolomitico.

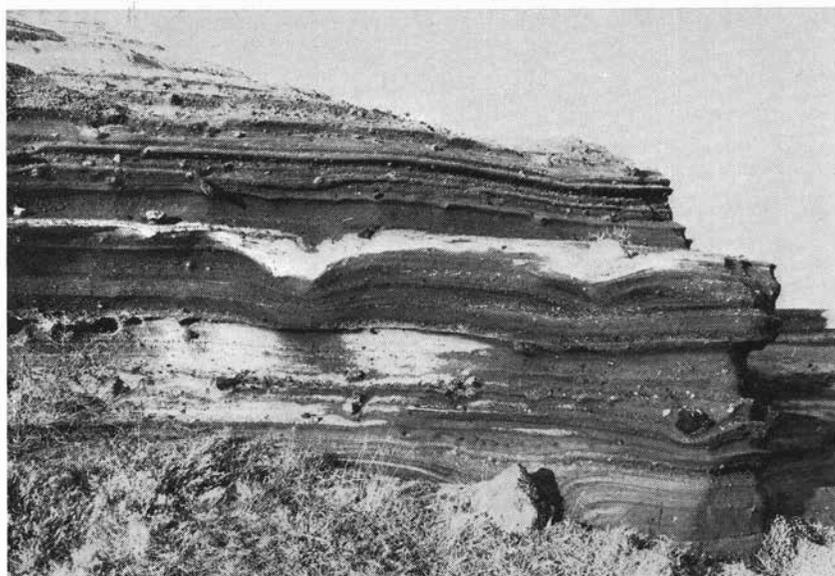


Fig. 15. — Ialoclastite trachibasaltica del vulcano di Solchiaro (formazione 13) presso Punta Solchiaro.

Le piroclastiti comprese in questa formazione sono costituite in basso da uno strato di ceneri humificate giallastre su cui poggia un livello di pomici, verso l'alto si ha uno strato di «pozzolane» rimaneggiate costituite da ceneri e pomici che sfumano nel terreno agrario. Nella zona di Sancio Cattolico la formazione, che supera m 5 di spessore, diviene più regolarmente stratificata con aumento del numero di strati di ceneri e pomici.



Fig. 16. — Particolare della struttura della formazione ialoclastitica trachibasaltica di Solchiaro. Fra Punta Solchiaro e Chiaiozzo.

La successione degli eventi vulcanici riferita, i dati petrochimici e la stima del volume dei vari prodotti fa concludere che nell'area vulcanica di Procida e Vivara, relativamente alle formazioni emergenti, l'attività è iniziata e terminata con prodotti trachibasaltici; essi rappresentano il tipo petrografico predominante (68%), vengono poi le latiti e trachiti alcaline scure (17%) e infine le trachiti alcaline (15%).

Parte II. - Petrologia.

CLASSIFICAZIONE.

Nelle varie vulcaniti di Procida e Vivara una classificazione mineralogica quantitativa modale è possibile solo per qualche campione dato che nella gran parte si ha la presenza di una massa di fondo non perfettamente risolubile quantitativamente oppure del vetro.

Una classificazione mineralogica normativa presenta pure delle difficoltà. Le rocce più femiche, ad esempio, hanno caratteristiche petrografiche generali che le fanno ascrivere ai trachibasalti; si tratta di rocce alcaline sottosature per la presenza di olivina e augite modali e nefelina normativa. Per la quantità di nefelina normativa (Tab. II) molte di queste rocce verrebbero classificate, nel diagramma di Streckeisen [34], come tefriti fonolitiche.

Per alcuni tipi più basici questa difficoltà può essere eliminata se nel calcolo normativo si introduce, al posto del diopside normativo, un'augite a composizione chimica prevedibilmente simile a quella presente nelle rocce in esame. Nelle augiti campane analizzate si ha una certa quantità di nefelina normativa (4-5%) che riduce di un paio di unità quella della norma della roccia. In tal modo alcuni tipi vanno nel campo dei basalti latitici di Streckeisen.

Le rocce sialiche hanno un feldspato potassico spesso alquanto sodico. La ripartizione dell'albite normativa fra il feldspato potassico e il plagioclasio non è stata possibile; basandosi solo sulle quantità della molecola Or le trachiti alcaline sarebbero cadute nel campo delle latiti, le fonoliti in quello delle fonoliti tefritiche.

Per queste ragioni è stata adottata la classificazione chimica di Rittmann [31] basandosi comunque, quando era necessario, sulla composizione mineralogica modale (Tab. III).

DATI PETROLOGICI DELLE VULCANITI TRACHIBASALTICHE-TRACHITICHE.

a) *Trachibasalti.*

I blocchi (camp. N₇, PS₁, PS₂, PS₃) provengono dalla formazione ialoclastitica trachibasaltica del vulcano di Solchiaro. Blocchi di questo tipo si rinvencono un po' dovunque nelle varie formazioni vulcanoclastiche, ad esempio nella ialoclastite trachibasaltica e nella breccia

sovrastante nell'isola di Vivara, nella Breccia della Lingua e nel tufo latitico del Fiumicello a Procida [20].

Sono rocce a struttura porfirica con fenoeristalli di augite e olivina (fig. 17); nella massa di fondo, a tendenza intersertale, si ha plagioclasio, augite, olivina, magnetite, poca ilmenite e qualche volta feldspato alcalino interstiziale.



Fig. 17. — Blocco trachibasaltico olivino. Fenoeristallo di olivina (a destra) e augite (a sinistra) in massa di fondo a plagioclasio, augite, olivina. (nicols incr.; ingr. lin. 50)

L'olivina in fenoeristalli ha $2V_H = +89^\circ$ corrispondente a circa 16% Fa [27], non presenta zonature nè si osservano differenze di composizione nei microfenoeristalli che gradano nella massa di fondo; non presenta relazioni di reazione col pirosseno.

Il pirosseno è augite ($2V\gamma = 58-59^\circ$, $c/\gamma = 44-46^\circ$); nella massa di fondo presenta a volte i caratteri dell'augite titanifera. Il plagioclasio ha una composizione di 65-70% An [3, 11], è in genere presente solo nella massa di fondo; in qualche fenoeristallo zonato si ha un nucleo bytownitico ($\pm 80\%$ An) e un bordo labradoritico (circa 65% An).

La stabilità dell'olivina dimostrata dall'assenza di reazione col pirosseno, dal buon idiomorfismo e dalla presenza costante nella massa di fondo, il clinopirosseno calcico, la presenza nella massa di fondo di feldspato potassico interstiziale osservato in qualche campione ($2V_\alpha$ piuttosto piccolo) indicano una mineralogia di rocce basaltiche alcaline.



Fig. 18. — Blocco trachibasaltico olivinico (camp. PS₃). Fenocristalli di feldspato potassico (a destra) e olivina. (nicols incr.; ingr. lin. 50)

Per la quantità di potassa, con conseguente valore di Or, tali rocce (camp. N₇, PS₁, PS₂) nella classificazione chimica di Rittmann [31] vengono definite come « trachibasalti a olivina ». In base al valore di σ appartengono al tipo seriale « atlantico di transizione »; anche se la quantità di potassa non è molto elevata, poichè essa raggiunge all'incirca i 2/3 di Na₂O [32] il tipo seriale può essere definito « atlantico di transizione al mediterraneo debole ».

Il camp. PS₃ presenta, oltre ai caratteri mineralogici ora riportati, qualche « fenocristallo » di feldspato potassico con $2V_\alpha = 43^\circ$, P.A.O. $\perp \{010\}$ assieme a fenocristalli di olivina e augite (fig. 18). Tali feldspati, la cui instabilità è dimostrata dagli orli corrosi, rappresen-

tano xenocristalli derivati forse dal mescolamento di magma trachibasaltico con materiale di tipo trachitico-latitico; questo comporta la composizione chimica e mineralogica un po' diversa dagli altri trachibasalti.

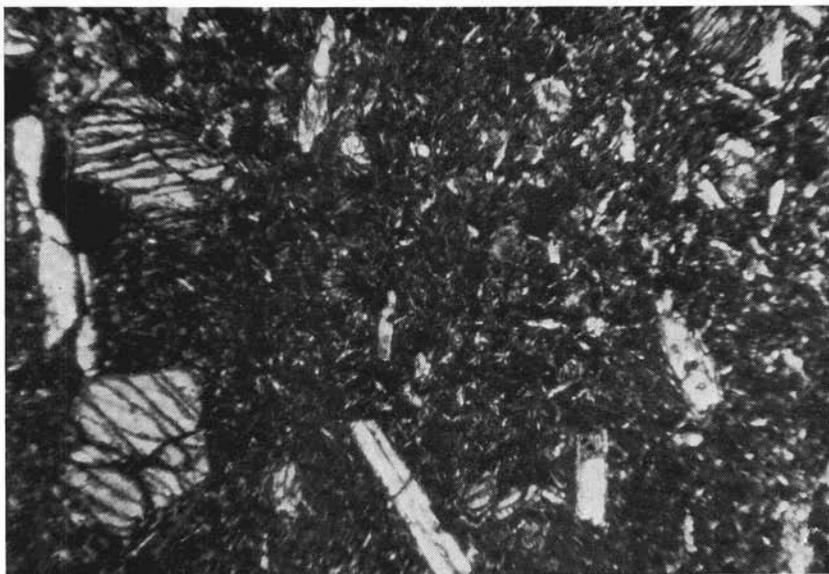


Fig. 19. — Blocco latitico. Fenocristalli di augite in massa di fondo feldspatica ipocristallina. (nicols incr.; ingr. lin. 50)

b) *Trachandesiti-latiti*.

Sono state rinvenute nella Breccia della Lingua, nel tufo latitico del Fiumicello (piuttosto abbondanti) e nei prodotti di Vivara. Presentano (fig. 19) abbondanti fenocristalli di augite poco colorata ($2V\gamma = 58^\circ$, $c/\gamma = 46^\circ$) o lievemente verdastra non pleocroica; nella massa di fondo, più o meno ipocristallina, si ha plagioclasio labradoritico, augite, sanidino, magnetite e poca olivina (circa 16% Fa).

Il blocco analizzato (PL₁) è una trachandesite con poca olivina in microcristalli in parte alterati in iddingsite. Latitica (vedi oltre) è risultata la grossa formazione di tufo, poco alterata, del Fiumicello (PF); probabilmente di questo tipo è anche il più alterato tufo di Terra Murata (PT).

c) Fonoliti.

Sono state rinvenute nella breccia della Lingua e a Vivara; presentano una struttura porfirica con massa di fondo microcristallina o ipocristallina. I fenocristalli sono costituiti da pirosseno augitico e sanidino, quest'ultimo più abbondante e evidente nei tipi più sialici.

Il sanidino, normalsimmetrico, è abbastanza sodico ($2V_\alpha = 39-47^\circ$). Il pirosseno in fenocristalli è augite poco colorata o marrone-verdastra con caratteri ottici piuttosto simili ($2V_\gamma = 58-61^\circ$, $c/\gamma = 44-47^\circ$), ai bordi presenta un carattere più egrinico ($c/\gamma = 48-51^\circ$) e lieve pleocroismo verde-verde giallastro; nella massa di fondo e di tipo augitico egrinico ($c/\gamma = 53^\circ$). Nella massa di fondo si ha inoltre plagioclasio andesinico calcico, sanidino e, subordinatamente, sodalite, nefelina (individuata con le analisi roentgenografiche), magnetite, biotite in parte riassorbita e olivina (15% Fa) circondata da un orlo di iddingsite.

I campioni analizzati (V_4 , PL_2 , PL_3) hanno una potassicità ($k = 0.47-0.48$) superiore a quella dei trachibasalti olivinici; dal punto di vista chimico (classificazione di Rittmann) sarebbero « fonoliti leucitiche scure » (PL_2 , PL_3) e « fonolite tefritica leucitica » (V_4); come si è detto i foidi rinvenuti sono solo sodalite e nefelina.

d) Trachiti alcaline.

Costituiscono in grande prevalenza le varie formazioni esplosive e semiesplosive (breccie, scorie saldate, livelli di pomici e ceneri) della formazione della Lingua, del vulcano fra Punta Pioppeto e Scoglio Cannone, Pozzo Vecchio, Vivara; si rinvengono come inclusi nelle formazioni ialoclastitiche trachibasaltiche di Vivara e Solchiaro, nei tufi latitici del Fiumicello e Terra Murata, nel tufo trachitico alcalino scuro (?) di Pozzo Vecchio, formano la cupola e scorie annesse a nord di Punta Ottimo. Costituiscono vulcaniti con tipi litologici vari (lave porfiriche più o meno cristalline o afiriche, ossidiane, vitrofiri, pomici, ceneri, scorie saldate) e a volte subvulcaniti sienitiche.

Le trachiti alcaline (fig. 20) sono costituite da abbondante sanidino con $2V_\alpha$ fra 16 e 30° , in alcuni campioni si arriva a circa 50° , P.A.O. $\perp \{010\}$, in qualche cristallo zonato si ha un orlo più sodico; plagioclasio poco abbondante di tipo andesinico, se zonato il nucleo risulta labradoritico sodico (55% An) e il bordo andesinico (30-40% An).

Il femico prevalente è augite non di rado accompagnata da augite a tendenza egrinica o con un orlo di tale tipo, molto subordinata la

biotite. In qualche campione intorno al pirosseno e nella massa di fondo si ha un anfibolo bruno con pleocroismo α e $\gamma =$ giallo rossiccio, $\beta =$ bruno rossiccio, P.A.O. $\perp \{010\}$ e $2V_\alpha$ non molto grande, tali caratteri fanno riferire il minerale ad anfibolo sodico catoforitico; la magnetite è sempre presente in microcristalli.

In qualche campione si hanno accumuli di pirosseno simile al costituente normale descritto.

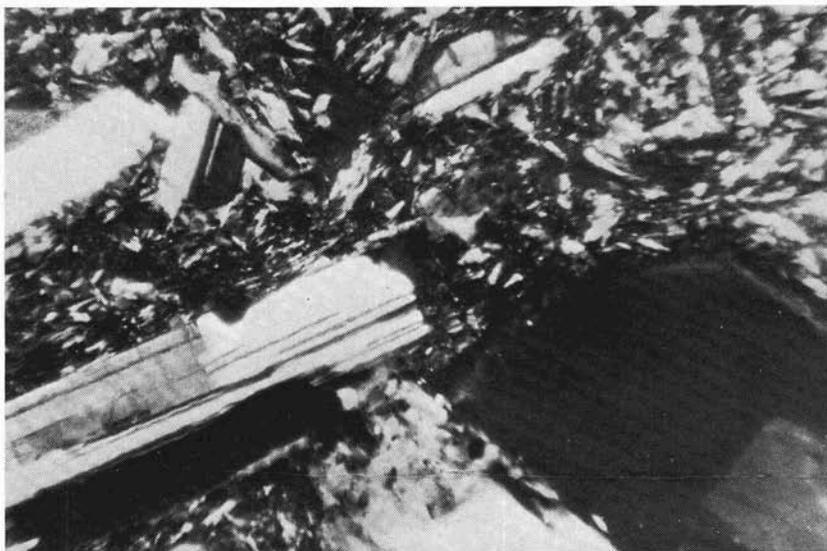


Fig. 20. — Trachite alcalina, cupola a N di Punta Ottimo. Fenocristalli di sanidino e plagioclasio. (nicols iner.; ingr. lin. 60)

I campioni analizzati (PP₂, PL₄, PL₅, PS₇, PS₈, V₅) provengono rispettivamente dalla cupola presso Punta Ottimo, Breccia della Lingua, formazione ialoclastitica trachibasaltica di Solchiaro, livello di pomici sulla ialoclastite di Vivara.

e) *Formazioni vulcanoclastiche.*

La *formazione ialoclastitica di Vivara*, come si è detto nella parte geologica, è la più antica fra le formazioni emergenti nel distretto Procida-Vivara; è litoide e di colore giallo tranne che alla Punta Capitello dove è meno litoide, è grigia e rappresenta la parte alta della

formazione. E' stratificata; litologicamente è costituita essenzialmente da clasti di vetro e scorie prevalentemente vetrose di piccole dimensioni, contiene inclusi di lave trachibasaltiche e trachitiche di tipo simile a quelli già descritti, subordinatamente si hanno tipi fonolitici e trachiandesitici-latitici. Non si rinvencono pillows o frammenti di questi.

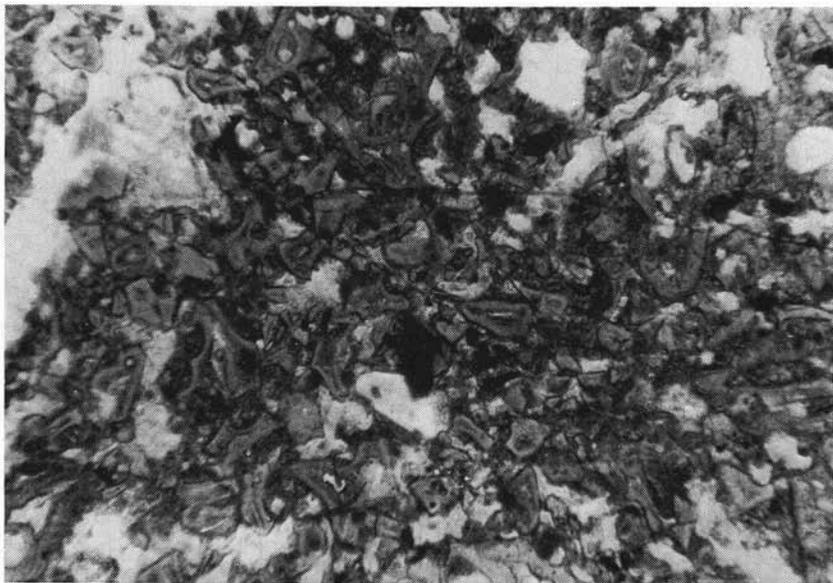


Fig. 21. — Ialoclastite trachibasaltica del vulcano di Vivara. Clasti di vetro.
(solo polarizzatore; ingr. lin. 50)

In sezione sottile (fig. 21) presenta la tipica struttura vitroclastica delle ialoclastiti, scorie con bolle subsferiche spesso con seni ai bordi che indicano bolle scoppiate. L'olivina, l'augite e il plagioclasio hanno gli stessi caratteri già descritti nei blocchi trachibasaltici olivini. Oltre agli inclusi litici riferiti si hanno xenocristalli in clasti di sanidino.

L'azione deutERICA idrotermale è stata molto intensa, principalmente essa ha formato zeoliti (cabasite e, subordinatamente, phillipsite) che rappresentano il maggior fattore della litificazione; si rinvencono, spesso ben cristallizzate, nei vacuoli (fig. 22) e costituiscono

il cemento fra i vari clasti. Subordinatamente si ha probabile feldspato potassico che riempie i vacuoli e calcite di formazione successiva alle zeoliti.

Il vetro, di colore bruno, è spesso totalmente devetrificato o solo sui bordi degli elementi di maggiori dimensioni, presenta una birifrangenza di aggregato dovuta forse a neoformazione di minerali del gruppo delle smettiti diottaedriche e birifrangenza per probabile idratazione. La successione dell'alterazione che si può accertare al microscopio è: devetrificazione, zeoliti, calcite; i vari neominerali sono stati accertati con analisi roentgenografiche, termiche e al microscopio.

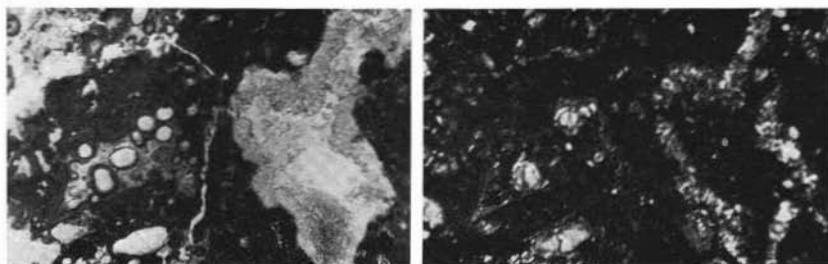


Fig. 22. — Ialoclastite trachibasaltica del vulcano di Vivara. Zeoliti nei vacuoli delle scorie, devetrificate ai bordi, e sulle pareti di fratture.

(a sin. solo polarizzatore; a destra nicols incr. ingr. lin. 50)

E' stata analizzata la parte litoide gialla (camp. V_1), quella grigia meno alterata (V_2) e il vetro (V_3); i primi due tipi possono indicare l'andamento della variazione chimica con l'alterazione, il terzo il tipo petrografico della formazione.

Secondo la classificazione di Rittmann la formazione è « trachibasaltica a andesina e olivina ». Il plagioclasio in fenocristalli è di tipo labradoritico basico, globalmente il tipo petrografico è avvicicabile a quello dei blocchi trachibasaltici olivinici; si ha rispetto a questi meno olivina e pirosseno e più feldspato potassico. In complesso si crede opportuno classificare il tipo petrografico della formazione ancora come trachibasilto olivinico; la potassa relativa ($k = 0.38$) è più alta di quella dei blocchi (0.26-0.35), il tipo seriale è mediterraneo medio.

La formazione ialoclastitica del vulcano di Solchiaro ha caratteri molto simili a quella di Vivara (fig. 23), in essa le zeoliti hanno un

grado minore di cristallinità e non si osserva apprezzabile neoformazione di probabile feldspato potassico.

Come si è detto nella parte geologica essa rappresenta l'atto finale dei cicli eruttivi di Procida-Vivara; è litoide e gialla intorno al cratere di Solchiaro, verso l'alto e lateralmente diventa grigio-verdastra e incoerente. E' stata analizzata la facies litoide gialla (PS₄) e, nella facies incoerente, le scorie (PS₅) e il vetro (PS₆) che passa a 60 mesh.



Fig. 23. — Ialoclastite trachibasaltica del vulcano di Solchiaro. Clasti di vetro, scorie devetrificate ai bordi e feno cristallo di augite.

(solo polarizzatore; ingr. lin. 50)

Il tipo petrografico è simile al trachibasilto olivinicco della formazione ialoclastitica di Vivara. E' da notare che la potassa relativa ($k = 0.45-0.47$) è più alta di quella di Vivara; per tale carattere, secondo la classificazione di Rittmann, si tratterebbe di « tefriti leucitiche », normativamente si calcola circa 18% di leucite. In complesso, anche se per i vari caratteri di somiglianza con i trachibasalti già descritti si ritiene di conservare questo termine, è interessante tener presente la caratteristica chimica riferita considerando la presenza di rocce leucitiche in Campania e nell'area vulcanica in oggetto.

Il *tufo giallo del vulcano di Pozzo Vecchio* ha caratteri tessiturali e strutturali che suggeriscono una genesi esplosiva subaerea. E' stratificato e costituito prevalentemente da cenere, pomici e clasti di sanidino, molto subordinato il pirosseno augitico. Gli inclusi litici prevalenti sono trachitici (lave a diverso grado di cristallinità, scorie saldate), si hanno anche clasti di vetro simile a quello ialoclastitico di Vivara.

Lo stato di alterazione permette una classificazione solo orientativa, la litificazione è dovuta a zeolitizzazione (cabasite); basandosi sugli elementi che sono meno mobili con questa alterazione (ferro, magnesio, alcali) il tipo petrografico dell'analisi in toto (PP₁) potrebbe essere ascrivito ad una « trachite alcalina secura ».

Le varie vulcaniti del complesso di Pozzo Vecchio (piroclastiti varie e cupola lavica) hanno subito un'azione fumarolica non trascurabile.

Il *tufo giallo del vulcano di Fiumicello* sembra essere dovuto prevalentemente ad esplosioni subaeree; è stratificato ed essenzialmente costituito da scorie mediamente vetrose di piccole dimensioni e da poca matrice cineritica, si hanno subordinati clasti di vetro simile a quello di Vivara ma poco alterato. Le scorie presentano relativamente abbondanti fenocristalli di augite, plagioclasio labradoritico acido e subordinato sanidino.

La zeolitizzazione non è molto spinta, per questa ragione e per la notevole prevalenza di scorie a carattere petrografico simile l'analisi chimica in toto (PF) dovrebbe essere abbastanza indicativa del tipo petrografico del magma dell'eruzione; esso risulta una latite a carattere seriale mediterraneo medio.

Il *tufo giallo del vulcano di Terra Murata*, stratificato e probabilmente subaereo è notevolmente zeolitizzato (cabasite-phillipsite), è prevalentemente formato da pomici vetrose e cenere; gli inclusi sono di tipo trachitico, presenta qualche cristallo di sanidino, biotite, augite. L'analisi chimica in toto (PT) suggerisce che si tratta dubitativamente ancora di un tipo latitico.

I vari tufi e ialoclastiti presentano più litificata e gialla la parte bassa della formazione in corrispondenza del cratere mentre quella più alta e periferica è rimasta più o meno incoerente e grigiastra (Solchiaro, Pozzo Vecchio, Fiumicello, Terra Murata). Inoltre, soprattutto nei tufi, la struttura a lamine, spesso incrociate e a gradazione nor-

male, suggerisce una risedimentazione e quindi un raffreddamento più o meno totale del materiale vulcanico; l'ambiente idrotermale che ha dato luogo alla zeolitizzazione non è dovuto al calore e vapori residui presenti nel materiale vulcanico (autoidrotermalismo) [9] bensì, probabilmente, all'attività idrotermale proveniente dai vari vulcani sottostanti.

Da un calcolo volumetrico approssimativo, come si è detto, escludendo le piroclastiti dei Fondi di Baia e i paleosuoli, i trachibasalti rappresentano il 68%, le latiti e trachiti alcaline seure il 17% e le trachiti alcaline il 15% delle vulcaniti emergenti.

f) *Composizione chimica.*

In tabb. I, II, III sono riportate la composizione chimica, ubicazione, classificazione e parametri petrochimici più importanti calcolati sulle analisi a 100 senza H₂O; tutte le rocce sono state preventivamente lavate. I vari campioni (N₇-PL₅) presentano un buono stato di freschezza, essi sono stati ordinati secondo il tipo petrografico e l'Indice di Solidificazione (SI) decrescente.

Il carattere seriale è per i trachibasalti a chimismo più femico (SI > 40) « atlantico di transizione al mediterraneo », per tutti gli altri è « mediterraneo medio ».

Oltre che dalla mineralogia descritta il carattere alcalino delle varie vulcaniti di Procida e Vivara è dimostrato dal diagramma alcali-silice (fig. 24); tutte le rocce cadono nel campo alcalino disponendosi secondo un andamento alquanto regolare. I vari dati suggeriscono che queste rocce appartengono ad una serie di differenziazione.

E' interessante notare che per un valore di SiO₂ = 60 la percentuale in alcali è superiore al 12%. I vari dati sulle serie alcaline indicano che con SiO₂ = 60 e alcali superiori al 10% i prodotti finali del frazionamento sono costituiti da trachiti e fonoliti, quelle con alcali più bassi di questo valore hanno trachiti quarzifere e rioliti alcaline [17]. La presenza di nefelina normativa nei basalti capostipiti sembra essere un fattore che incide sul tipo di frazionamento a carattere più o meno sottosaturato; questo dato corrisponde a quello delle vulcaniti di Procida e Vivara dove la nefelina normativa è sempre presente (tab II) e i prodotti più sialici sono fonoliti e trachiti.

Nel diagramma AMF' (fig. 25) è stata segnata la probabile linea evolutiva delle vulcaniti; la posizione dei blocchi trachibasaltici olivi-

nicci (camp. N_7 , PS_1 , PS_2 , PS_3) più spostata verso il vertice M suggerisce che si sono avuti processi di differenziazione gravitativa; la linea tracciata si prolunga in direzione della composizione dell'olivina presente in queste rocce (Fa 16%).

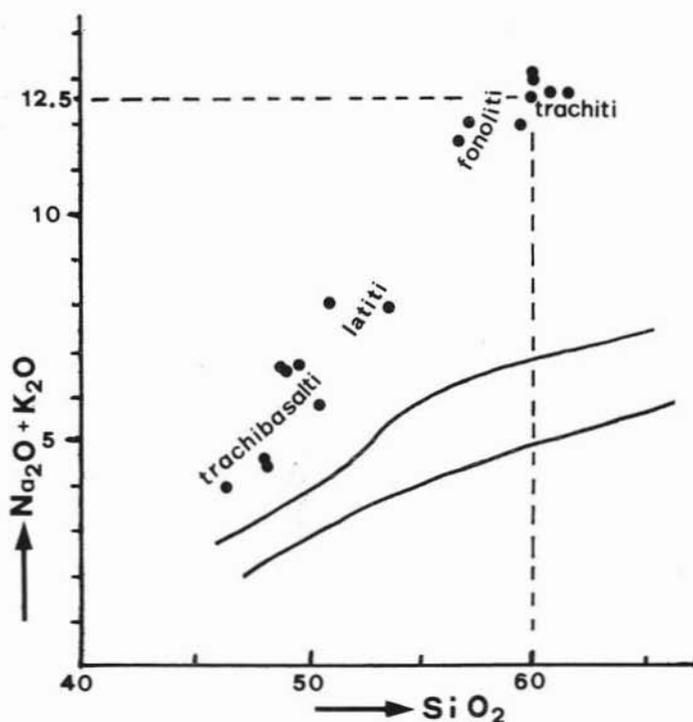


Fig. 24. — Diagramma alcali-silice per le vulcaniti di Procida e Vivara.

Ciò indica che in questo primo stadio di evoluzione (nel campo dei trachibasalti) il movimento dell'olivina, ma anche del pirosseno, è stato il fattore più importante del frazionamento; d'altra parte l'olivina, presente abbondantemente nei blocchi trachibasaltici, meno abbondante nei trachibasalti delle formazioni ialoclastitiche e infine in piccole quantità nelle trachiandesiti-latiti e nelle fonoliti, non dimostra una sensibile variazione nella composizione chimica. Anche l'augite mostra nei primi stadi caratteri ottici costanti.

TABELLA III

Sigla	Posizione stratigrafica e località	Classificazione
N ₁ ^[20]	ialoclastite Solchiaro, facies gialla litoide. Blocco. Località Chiaiozzo, Procida.	trachibasalto olivinicco
PS ₁	ialoclastite Solchiaro, facies grigia incoerente. Blocco. Punta Solchiaro, Procida.	trachibasalto olivinicco
PS ₂	ialoclastite Solchiaro, facies grigia incoerente. Villa Lavina, Procida.	trachibasalto olivinicco
PS ₃	ialoclastite Solchiaro, facies gialla litoide. Blocco. Carbone, Procida.	trachibasalto olivinicco
PS ₅	ialoclastite Solchiaro, facies grigia incoerente. Scorie. Villa Lavina, Procida.	trachibasalto olivinicco
PS ₆	ialoclastite Solchiaro, facies grigia incoerente. Vetro < 60 mesh. Villa Lavina, Procida.	trachibasalto olivinicco
V ₃	ialoclastite Vivara, facies grigia litoide. Scorie. Punta Capitello, Vivara.	trachibasalto olivinicco
PL ₁	breccia della Lingua. Blocco. W Punta della Lingua, Procida.	trachandesite olivinicca
V ₄	breccia sopra ialoclastite Vivara. Blocco. Punta Capitello m. 25 lm., Vivara.	fonolite tefritica
PL ₂	breccia della Lingua. Blocco. W Punta della Lingua, Procida.	fonolite scura
PL ₃	breccia della Lingua. Blocco. W Punta della Lingua, Procida.	fonolite scura
PS ₇	ialoclastite Solchiaro, facies grigia incoerente. Blocco. Villa Lavina, Procida.	trachite alcalina
PL ₄	breccia della Lingua. Pomice. W Punta della Lingua, Procida.	trachite alcalina
V ₅	livello pomici sopra ialoclastite Vivara. Pomici. La Careara, Vivara.	trachite alcalina
PS ₈	ialoclastite Solchiaro, facies grigia incoerente. Blocco. Punta Solchiaro, Procida.	trachite alcalina
PP ₂	parte bassa cupola a N di Punta Ottimo, Procida.	trachite alcalina
PL ₅	breccia della Lingua. Ossidiana. W Punta della Lingua, Procida.	trachite alcalina
PL ₆	breccia della Lingua. Blocco. W Punta della Lingua, Procida.	tefrite leucitica

(segue Tab. III)

Sigla	Posizione stratigrafica e località	Classificazione
PL ₇	brecchia della Lingua. Blocco. W Punta della Lingua, Procida.	tefrite fonolitica leucitica
PL ₈	brecchia della Lingua. Blocco. W Punta della Lingua, Procida.	tefrite leucitica chiara
PL ₉	brecchia della Lingua. Blocco. W Punta della Lingua, Procida.	fonolite tefritica leucitica
PL ₁₀	brecchia della Lingua. Blocco. W Punta della Lingua, Procida.	fonolite tefritica leucitica
PS ₄	ialoclastite Solehiaro, facies gialla litoide in toto. Carbogno, Procida.	trachibasalto olivinico
V ₁	ialoclastite Vivara, facies gialla litoide in toto. Punta Mezzogiorno m. 20 lm., Vivara.	trachibasalto olivinico
V ₂	ialoclastite Vivara, facies grigia litoide in toto. Punta Capitello, Vivara.	trachibasalto olivinico
PF	tufo giallo in toto del Fiumicello. Punta Pioppeto, Procida.	latite
PT	tufo giallo in toto di Terra Murata. Sotto penitenziario, Procida.	latite?
PP ₁	tufo giallo in toto di Pozzo Vecchio. Punta ottimo, Procida.	trachite alcalina scura?
CF ₁	eupola di Monte Olibano, Villa Cariatì (cava regia). Campi Flegrei.	trachite alcalina
CF ₂	eupola di Rupe della Caprara. Astroni (vulcano di Agnano). Campi Flegrei.	trachite
CF ₃	eupola di Cuma, settore N. Campi Flegrei.	fonolite sodalitica

Dai trachibasalti meno ricchi in olivina alle fonoliti-trachiti il femico fondamentale cioè l'augite, ha subito una probabile lieve variazione di composizione chimica; in alcuni tipi fonolitici-trachandesitici (camp. V₄, PL₁, fig. 25) l'arricchimento in femico per differenziazione gravitativa è stato alquanto accentuato.

Nello stadio dei trachibasalti la curva poco inclinata sul lato FM, e quindi il basso arricchimento in ferro relativamente a magnesio e

alcali, può essere dovuto al grado di stabilità in composizione chimica dei femici e alla prevalenza del loro movimento come fattore di differenziazione.

I primi minerali femici dei trachibasalti sembrano relativamente ricchi in ferro, forse ciò può dipendere da una cristallizzazione avvenuta in condizioni di alta pressione di H_2O che ha abbassato la temperatura di formazione di tali minerali.

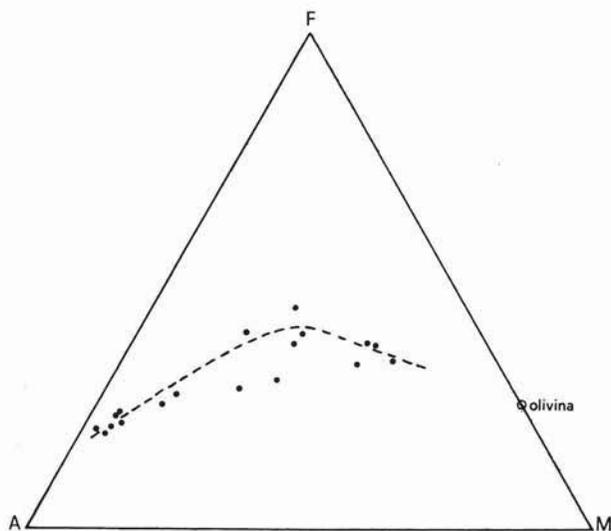


Fig. 25. — Diagramma AMF per le vulcaniti di Procida e Vivara.

A giudicare dalla costante presenza di magnetite in microcristalli abbastanza evidenti in tutti i tipi petrografici e dall'arricchimento in ferro poco accentuato, la pressione parziale di ossigeno nel corso della cristallizzazione deve essere stata piuttosto alta [21, 22]. Se l'alta pressione di ossigeno è dovuta all'alta quantità di acqua presente nel magma si può ritenere che l'arricchimento di questa nelle rocce sialiche abbia reso il magma trachitico alquanto esplosivo per cui le piroclastiti rappresentano il tipo litologico trachitico di gran lunga più diffuso.

Le fonoliti rappresentano spesso uno stadio di frazionamento più avanzato delle trachiti; la posizione delle fonoliti di Procida analizzate (PL_2 , PL_3) mostra però nel diagramma AMF un più basso frazionamento rispetto alle trachiti.

Si può ipotizzare che le fonoliti derivino da un liquido relativamente femico, intermedio fra latiti e trachiti, nel quale si sia avuto un processo di apporto selettivo di alcali in fase gassosa forse come cloruri. Questo processo di gaseous transfer avrebbe dato luogo alla presenza di sodalite relativamente abbondante nei due campioni di fonoliti, e alla posizione descritta nel diagramma AMF. Una desilicizzazione per trasporto gassoso di alcali è stata ipotizzata anche per le fonoliti sodaliche di Ischia [29].

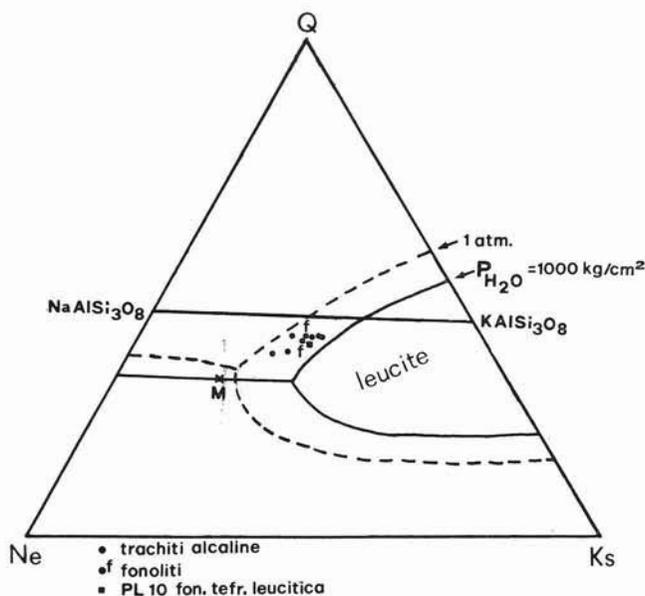


Fig. 26. — Diagramma Q Ne Ks per le trachiti alcaline e fonoliti di Procida e Vivara.

Questo tipo di differenziazione è confermato dal diagramma Q, Ne, Ks (fig. 26) dove sono state proiettate, fra le rocce in oggetto, quelle con $\text{Or} + \text{Ab} + \text{Ne}$ superiore a 75% (fonoliti e trachiti). Mentre le trachiti seguono una curva di frazionamento simile a quelle sperimentali [12] in direzione del minimo termico (M), le fonoliti non si trovano sul prolungamento della curva delle trachiti.

Gli ossidi dei vari campioni inseriti nel diagramma di variazione rispetto all'Indice di Solidificazione (SI) danno delle curve (fig. 27)

notevolmente simili a quelle delle serie alcaline [17]. Fra gli andamenti più caratteristici si nota l'aumento regolare di SiO_2 fino agli stadi più avanzati di frazionamento con un lieve aumento della velocità di incremento a $\text{SI} = 15$. Al_2O_3 aumenta gradualmente col frazionamento. Il ferro totale rimane pressappoco costante fra $\text{SI} 40$ e 20 quindi diminuisce. La maggiore velocità di diminuzione in MgO rispetto al ferro totale indica la presenza di femici ricchi in ferro rispetto al magnesio nelle rocce più sialiche.

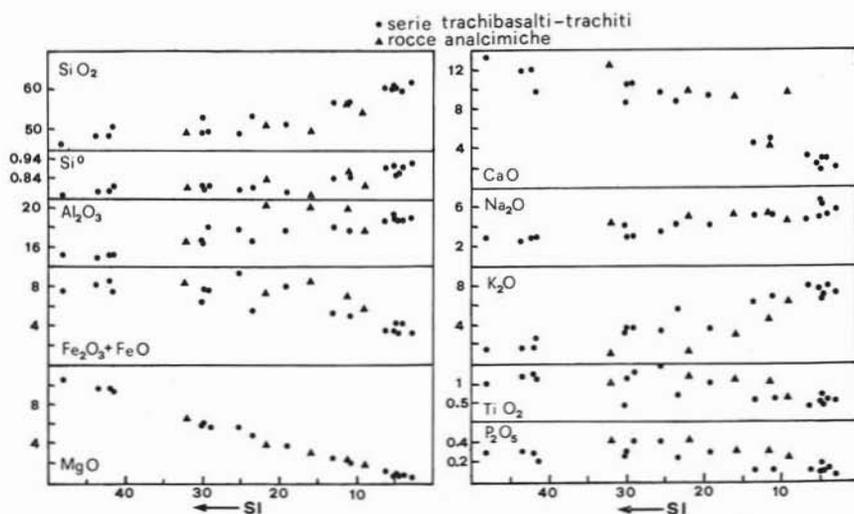


Fig. 27. — Diagramma di variazione delle vulcaniti di Procida e Vivara in rapporto all'Indice di Solidificazione (SI).

Calcoli orientativi indicano che se ai trachibasalti del tipo petrografico delle ialoclastiti (PS_5 , PS_6 , V_3) si aggiunge una quantità opportuna, ricavata dalla composizione normativa, di augite e olivina e si detrae feldspato potassico si arriva a una composizione chimica simile a quella dei blocchi trachibasaltici (N_7 , PS_1 , PS_2 , PS_3). Sempre partendo dai trachibasalti del tipo delle ialoclastiti con la detrazione di olivina, augite e plagioclasio bytownitico si arriva ad un tipo chimico alquanto simile a quello delle trachiti. Da ciò si può ricavare l'indicazione che il frazionamento soprattutto dei femici è stato la causa essenziale delle variazioni chimiche riscontrate in questa serie.

Riguardo al tipo di magma trachibasaltico capostipite un dato indicativo potrebbe anche essere suggerito dalle quantità affioranti a Procida e Vivara; tale magma potrebbe essere un tipo simile a quello delle ialoclastiti che rappresentano il prodotto più diffuso (70% circa); trachibasalti simili affiorano abbondanti all'isola di Ventotene [2].

Il tipo magmatico dei trachibasalti in blocchi, presenti nelle varie formazioni, può essere considerato un differenziato pesante del magma precedente. Tale possibilità trova riscontro nel valore di SI di queste rocce (tab. I); è stato osservato [17] che nelle varie serie le rocce con SI maggiore di 40 possono derivare dall'accumulo dei femiei.

In conclusione i vari dati fino ad ora raccolti suggeriscono che le vulcaniti di Procida e Vivara costituiscono una serie di differenziazione alcalina che ha probabilmente come magma capostipite un trachibasalto olivinico con composizione mineralogica normativa indicativa: plagioclasio labradoritico 40%, Or 20, Di 18, olivina crisolito 10, Ne 9. Il fattore principale dell'evoluzione magmatica risulta essere stato la cristallizzazione frazionata che ha portato alle trachiti alcaline potassiche; soprattutto nei primi stadi (trachibasalti) l'accumulo dei femiei è stato alquanto accentuato, negli stadi di frazionamento piuttosto avanzati si è probabilmente sovrapposta una differenziazione pneumatolitica (fonoliti sodalitiche-nefeliniche).

Prescindendo dai tipi accumulitici il carattere potassico va aumentando lievemente verso le fonoliti e trachiti restando nel tipo seriale mediterraneo medio (potassico-calcico); la sottosaturazione (fig. 27) va diminuendo verso le trachiti.

Indagini petrochimiche sui vari minerali, soprattutto augite, potrebbero dare indicazioni più precise di quelle ottiche effettuate, comunque l'olivina sembra essere stata stabile nella composizione, l'augite presenta spesso caratteri a tendenza egrinica nelle fonoliti e trachiti; un femico finale è rappresentato, in piccole quantità, dall'anfibolo sodico catoforitico.

Ai fini di un confronto, anche se solo parziale e preliminare, fra le vulcaniti di Procida e quelle dei Campi Flegrei, dove le trachiti alcaline potassiche sono molto abbondanti, è stato studiato qualche campione di vulcaniti di quest'ultima zona (CF_1 , CF_2 , CF_3 , tabb. I, II, III) provenienti da cupole di ristagno probabilmente più recenti delle vulcaniti di Procida-Vivara. Esse appartengono al periodo iniziale del ciclo eruttivo recente dei Campi Flegrei [10, 33]; si tratta di una

trachite (CF₂), trachite alcalina (CF₁) e fonolite sodalitica (CF₃). Tali campioni rappresentano tre dei pochi episodi lavici dei Campi Flegrei.

Le trachiti sono costituite da fenocristalli di sanidino normalsimmetrico con $2V_a = 28-29^\circ$; plagioclasio andesinico 35-50% An e, se zonato, con nucleo 70-75% An, zona intermedia 40 An, zona esterna 30 An, spesso si ha un orlo di sanidino ricco in sodio. Il femico è costituito da augite ($2V_\gamma = 58-60^\circ$, $c/\gamma = 45^\circ$) circondato spesso da anfibolo catoforitico. Nella massa di fondo si ha sanidino, plagioclasio, augite egirinicca, catoforite, sodalite, magnetite e poca biotite.

La fonolite ha fenocristalli di anortoclasio ($2V_\gamma = 50^\circ$), microfeno-cristalli di augite egirinicca e catoforite; nella massa di fondo vi si aggiungono poco plagioclasio, sodalite, magnetite.

Queste trachiti flegree rispetto a quelle di Procida-Vivara mostrano un valore di SI più alto e sembrano inserirsi in modo non perfetto nelle curve di variazione di fig. 27. La fonolite rispetto a quelle di Procida (PL₂, PL₃) ha una posizione diversa nel diagramma di fig. 27 per il più basso valore di SI, essa rientra discretamente bene sulla prosecuzione delle curve di variazione delle trachiti di Procida-Vivara mostrando però una maggiore sottosaturazione.

Nel diagramma Q, Ne, Ks la posizione della fonolite flegrea rispetto alle trachiti pure flegree suggerisce che essa può essere derivata dal frazionamento di queste ultime come indica anche la composizione mineralogica.

ROCCE AD ANALCIME.

Proietti di rocce ad analcime si rinvengono, anche se scarsi, un po' dovunque nelle varie formazioni esplosive di Procida e Vivara; ad esempio nella Breccia della Lingua, nella formazione ialoclastitica trachibasaltica del vulcano di Solchiaro, nella breccia di Vivara sovrastante la formazione ialoclastitica trachibasaltica (fig. 7).

Tali rocce vengono da noi considerate come rocce leucitiche analcimizzate per le seguenti ragioni: 1) La struttura suggerisce che si tratta probabilmente di analcime, molto spesso in fenocristalli (fig. 28), pseudomorfa su leucite; tale struttura generale, l'associazione mineralogica (in particolare l'analcime è circondata da plagioclasio alquanto calcico e a volte lo ingloba) e il tipo chimico relativo agli elementi principali (tranne il rapporto Na_2O/K_2O) sono molto simili a quelli

delle rocce leucitiche delle altre zone vulcaniche della Campania. 2) Nei vicini Campi Flegrei continentali analcime primaria allotriomorfa è stata rinvenuta fino ad ora solo in qualche blocco subvulcanico di tipo trachitico. 3) Ci si trova in una provincia petrografica tipicamente potassica. 4) La leucite si trasforma piuttosto facilmente in analcime come dimostrano, ad esempio, le piroclastiti e le trivellazioni di lave pro-

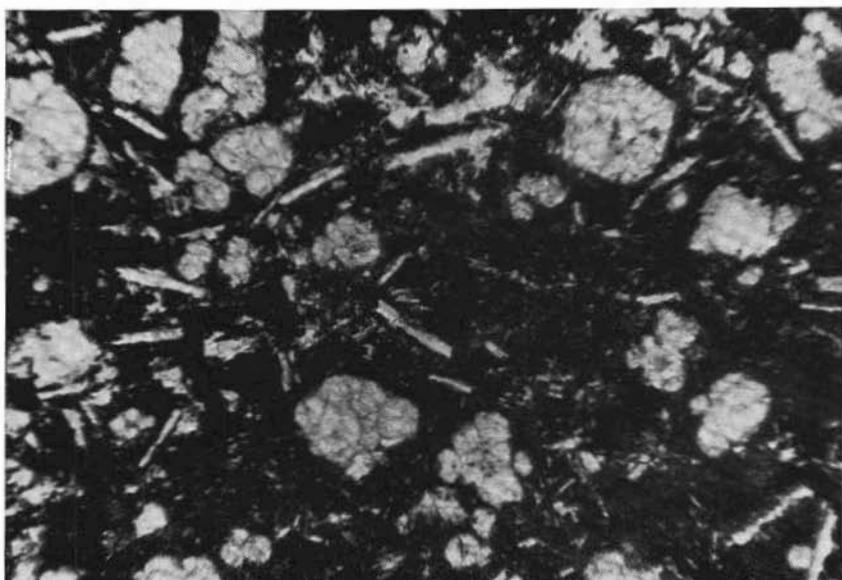


Fig. 28. — Blocco tefritico leucitico. Fenocristalli di leucite analcimizzata e plagioclasio. (solo polarizzatore; ingr. lin. 50)

fonde, sottoposte ad azione idrotermale, nell'area del Somma-Vesuvio; a Procida l'analcimizzazione potrebbe essere stata favorita dall'azione dell'acqua del mare.

Se si considera quindi l'analcime come pseudomorfo su leucite i campioni analizzati (PL₆, PL₇, PL₈, PL₉, PL₁₀), considerandoli inalterati, costituiscono tefriti, tefriti fonolitiche, fonoliti tefritiche tutte leucitiche (tab. III).

Si tratta di rocce porfiriche con massa di fondo microcristallina

o ipocristallina. Le tefriti sono costituite da fenocristalli di labradorite-bytownite, augite ($2V_\gamma = 60^\circ$, $c/\gamma = 45^\circ$), analcime; nella massa di fondo si ha plagioclasio labradoritico, augite, analcime, magnetite, poco feldspato alcalino e olivina (16% Fa). Nei tipi piú fonolitici i fenocristalli di pirosseno augitico sono circondati da augite a tendenza eginica ($c/\gamma = 47-51^\circ$) e a volte da catoforite, il feldspato potassico è piuttosto sodico ($2V_\alpha = 25-36^\circ$).

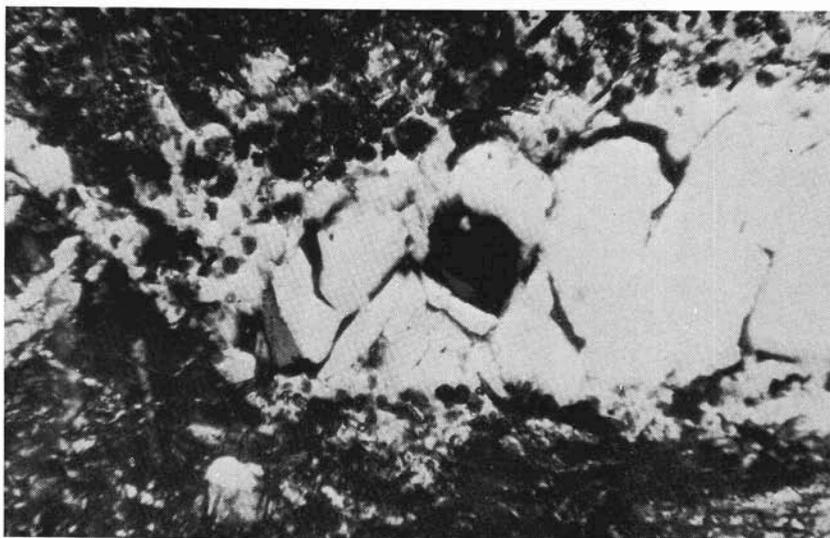


Fig. 29. — Blocco fonolitico tefritico leucitico (camp. PL₂₀). Fenocristallo di sanidino bordato da leucite analcimizzata. (nicols incr.; ingr. lin. 55)

I dati petrografici su queste rocce sono ancora pochi comunque si può tentare di fare alcune correlazioni con la serie trachibasalti-trachiti.

Alcune rocce della serie trachibasalti-trachiti, serie potassica e alquanto sottosatura fino a $SI = 10$ circa (fig. 27), per la loro composizione chimica vengono classificate come rocce leucitiche (V_4 , PL_2 , PL_3). In tali rocce le osservazioni al microscopio e le analisi roentgenografiche non indicano la presenza di leucite.

Limitandosi alle rocce a composizione chimica adatta, nel diagramma petrogenetico residuale (fig. 26) esse andrebbero nel campo

di stabilità della leucite se si considera una pressione più bassa di 1000 kg/cm^2 . Si può ipotizzare che la paragenesi sanidino-nefelina (o sodalite) sia un equilibrio di alta pressione; a pressione più bassa si potrebbe avere la formazione di leucite. Una cristallizzazione tardiva della leucite per abbassamento di pressione forse potrebbe intravedersi nella struttura della fonolite tefritica leucitica (PL_{10}) dove l'analcime forma qualche fenocristallo allotriomorfo includente gli altri minerali e costituisce un bordo di microcristalli intorno al sanidino (fig. 29); la biotite è quasi totalmente riassorbita.

Nel diagramma di variazione in base all'Indice di Solidificazione (fig. 27) le rocce analcimiche si inquadrano abbastanza bene nelle curve della serie trachibasalti-trachiti se si prescinde dai bassi valori di K_2O per l'analcimizzazione. Se gli alcali vengono proiettati in toto come frazioni molecolari, per attenuare la diminuzione in peso in seguito alla sostituzione di sodio a potassio nel corso dell'analcimizzazione, il loro andamento si inserisce ancora alquanto bene. Questa corrispondenza potrebbe indicare che nelle rocce leucitiche si è avuta una differenziazione per cristallizzazione frazionata; il femico è di tipo augitico nelle tefriti, augitico e augitico a tendenza egrinica nelle fonoliti, qui inoltre il pirosseno è a volte circondato da anfibolo alcalino bruno di tipo catoforite.

Ipoteticamente e in attesa di altri dati petrografici e indagini geochemiche si ipotizzano legami di differenziazione magmatica fra la serie trachibasaltica-trachitica e le rocce leucitiche: il buon inserimento delle rocce ad analcime nelle curve di variazione della serie trachibasalti-trachiti, potassica e sottosatura, può far ipotizzare che la cristallizzazione frazionata sia stata un fattore importante nella genesi delle rocce leucitiche. D'altra parte la maggiore quantità di calcio in queste rocce (fig. 27) non esclude l'assimilazione di rocce carbonatiche; le curve degli alcali non permettono di valutare un'eventuale desilicizzazione dovuta anche ad apporto pneumatolitico di alcali (alogenuri, alluminati?).

Nel corso della cristallizzazione frazionata della serie trachibasalti-trachiti la pressione favorevole accompagnata forse da assimilazione e apporto pneumatolitico, potrebbe aver dato origine a queste rocce.

Conclusioni.

GEOLOGIA.

Il rilevamento di Procida e Vivara suggerisce i seguenti eventi vulcanici e osservazioni geologiche:

1) Procida e Vivara sono costituite dalle vulcanoclastiti di 7 vulcani e complessi vulcanici; gli unici prodotti lavici sono rappresentati da una cupola di efflusso. Non si rinvengono formazioni di origine sedimentaria.

2) I primi prodotti furono emessi dall'eruzione submarina di Vivara (vulcano I) che dette luogo ad una formazione ialoclastitica trachibasaltica (formazione 1).

3) A Procida il complesso vulcanico di Pozzo Vecchio (vulcano II) dette quindi (formazione 2) il tufo trachitico alcalino scuro (?). Sul bordo settentrionale del vulcano si ebbe una manifestazione esplosiva di scorie trachitiche seguita dall'emissione di prodotti degassati lavici che dettero luogo ad una cupola di efflusso (formazioni 3,4). Distanziata nel tempo si ebbe quindi un'esplosione, quasi concentrica a quella del vulcano, che dette scorie saldate e breccia trachitiche.

4) Si ebbe quindi più a nord il tufo latitico (formazione 5) del vulcano di Fiumicello situato non molto lontano dalla costa (vulcano III).

5) Verso est, tra Punta Pioppeto e Sancio Cattolico, furono quindi emessi prodotti trachitici costituiti da pomici, ceneri, scorie saldate e breccia (formazioni 6, 7, 8, 9) del vulcano IV.

6) Si ebbero poi le attività del vulcano di tufo latitico (?) di Terra Murata (vulcano V, formazione 10) e del vulcano trachitico di Punta della Lingua (vulcano VI, formazione 11).

7) Dopo una relativa lunga stasi (paleosuoli, formazione 12) si ebbe infine, nella parte meridionale dell'isola, l'eruzione submarina del vulcano di Solchiaro (vulcano VII) che dette luogo ad una grossa formazione ialoclastitica trachibasaltica (formazione 13) che più o meno spianò l'isola riempiendo i dislivelli fra i vulcani di Procida precedentemente menzionati.

8) Assieme alla formazione 12 e forse qualche livello a Vivara gli unici prodotti estranei all'attività vulcanica di Procida-Vivara sono quelli riferiti ai Fondi di Baia nei Campi Flegrei continentali (formazione 14).

9) Dal rilevamento non si hanno dati che indichino chiaramente una faglia che avrebbe troncato il lato orientale di Procida interessando i vulcani di Terra Murata e Solehiaro [30].

10) A Procida si ha una frattura profonda, rilevata con propezioni gravimetriche, con andamento NE-SW e passante per la parte centrale dell'isola. Tale frattura si trova all'incirca sulla prosecuzione di una faglia lungo la quale ad Ischia si trovano i vulcani più basici (trachiandesiti-latiti). Si può ipotizzare che a Procida-Vivara tale frattura abbia dato luogo ad un'eruzione fissurale che dette i prodotti trachibasaltici olivini che si rinvennero in blocchi un po' dovunque anche nelle formazioni più antiche.

11) I vari dati sulla successione degli eventi vulcanici, sulla natura degli inclusi e sull'ambiente di formazione suggeriscono una successione di emersioni e sommersioni in quest'area vulcanica: in ambiente subaereo furono emessi prodotti di tipo variabile fra il trachitico alcalino e trachibasaltico; tali rocce si rinvennero incluse, in particolare, nei materiali più antichi di Vivara. Sommersione e formazione dei prodotti ialoclastitici di Vivara. Emissione in ambiente subaereo (o localmente solo inizialmente subacqueo) dei prodotti dei vulcani situati nella parte settentrionale dell'isola di Procida (Pozzo Vecchio-Fiumicello-vulcano fra Punta Pioppeto e Scoglio Cannone-Terra Murata-Punta della Lingua).

Infine il vulcano di Solehiaro dette luogo ad un'eruzione subacquea trachibasaltica i cui prodotti si accumularono formando la parte meridionale dell'isola, si depositarono sulla parte emersa settentrionale dando luogo, in seguito anche a rimaneggiamento, alla morfologia attuale mediamente pianeggiante dell'isola e si depositarono su Vivara ormai da tempo emersa.

12) I dati geologici e petrografici indicano che Procida e Vivara sono costituite prevalentemente da trachibasalti (68%), seguono poi le latiti e trachiti alcaline scure (17%) e quindi le trachiti alcaline (15%).

PETROLOGIA.

I dati petrochimici sulle vulcaniti di Procida e Vivara suggeriscono che un magma capostipite trachibasaltico, del tipo petrografico delle ialoclastiti, ha dato luogo, attraverso trachiandesiti e latiti, a trachiti alcaline potassiche.

Tutta la serie è caratterizzata da nefelina normativa.

Il fattore principale dell'evoluzione risulta essere la cristallizzazione frazionata; un arricchimento gravitativo di femici deve essere stato particolarmente importante nei primi stadi dell'evoluzione dando trachibasalti più ricchi in olivina e pirosseno; verso la fine si è probabilmente sommato il trasporto gassoso che ha contribuito a dare luogo a fonoliti sodalitiche-nefeliniche.

Il carattere seriale è mediterraneo medio con un medio incremento di potassicità dai tipi più femici a quelli più sialici ($k = 0.38-0.53$).

I dati preliminari sulle rocce ad analcime, considerate rocce leucitiche analcimizzate, suggeriscono alcune correlazioni fra queste e quelle trachibasaltiche-trachitiche.

I vari dati petrologici raccolti si limitano a Procida e Vivara. Si ricorda che nei numerosi studi sulle rocce potassiche dell'Italia centro-meridionale le rocce trachitiche della Campania, ad esempio, hanno dato luogo a parecchie ipotesi genetiche. Esse sono state considerate derivate da differenziazione gravitativa di magma oceanico basaltico e arricchimento in potassio per assimilazione di rocce argillose e altri processi [29], da differenziazione gravitativa di un magma capostipite trachibasaltico potassico derivato da contaminazione di un basalto normale con differenziati biotitici di un magma granitico [4, 5], da differenziazione complessa per « filtrazione » e cristallizzazione frazionata partendo da un magma anatettico [18].

I dati isotopici fin'ora noti danno per il rapporto $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ un valore intermedio fra quello delle rocce oceaniche e i materiali crostali [2, 13, 14]; tale valore viene spiegato o con un'origine da interazione di magma subcrostale con rocce crostali o da fusione di una parte bassa della crosta col rapporto prima citato intermedio. I valori di torio e uranio [7] possono indicare una contaminazione con la crosta superiore, quelli preliminari delle Terre Rare [6] suggeriscono probabilmente una fusione parziale della crosta continentale sialica.

Riguardo Procida-Vivara si può far notare che le aree vulcaniche ad esse più vicine (isola d'Ischia, Campania continentale, isole di Ventotene e S. Stefano) hanno vulcaniti con valori del rapporto $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ compresi fra 0.706 e 0.710.

BIBLIOGRAFIA

- [1] ADAMS A. S., CIVETTA L., GASPARINI P. (1970) - *Geochronology and Geochemical Trends of Volcanic Rocks from Campania, S. Italy*. *Eclogae Geol. Helvetiae*, vol. 63.
- [2] BARBERI F., BORSI S., FERRARA G., INNOCENTI F. (1967) - *Contributo alla conoscenza vulcanologica e magmatologica delle isole dell'Arcipelago Pontino*. *Mem. Soc. Geol. It.*, vol. 6.
- [3] BONATTI S., FRANZINI M. (1961) - *Metodo per la determinazione dei plagioclasti di alta e di bassa temperatura alla piattaforma di Fedoroff*. *Per. Min.*, vol. 30.
- [4] BURRI C. (1961) - *Le provincie petrografiche postmesozoiche dell'Italia*. *Rend. Soc. Min. It.*, vol. 17.
- [5] BURRI C. (1966) - *Problemi petrochimici del vulcanismo italiano*. *Mem. Acc. Patavina Sc. Let. Arti, Cl. Sc. Mat. Nat.*, vol. 78.
- [6] CAPALDI G., GASPARINI P., MOAURO A., SALVIA E., TRAVAGLIONE O. (1972) - *Rare Earth abundances in the alkaline volcanic rocks from Campania, South Italy*. *Earth Plan. Sc. Lett.* In corso di stampa.
- [7] CIVETTA L., GASPARINI P. (1970) - *Torio e uranio nella crosta e nel mantello superiore: loro significato per lo studio della genesi e contaminazione dei magmi*. *Atti XVIII Convegno Ass. Geof. It.*
- [8] DE LORENZO G., RIVA C. (1900) - *Il cratere di Vivara nelle isole flegree*. *Atti R. Acc. Sc. Fis. e Mt.*, vol. 10, s. 2^a.
- [9] DI GIROLAMO P. (1970) - *Differenziazione gravitativa e curve isochimiche nella «Ignimbrite Campana» («Tufo grigio campano» Auct.)* *Rend. Soc. It. Min. e Petr.*, vol. 26.
- [10] FALINI F., NICOTERA P., RITTMANN A., VENTRIGLIA U., VIGHI L. (1950) - *Rilievo geologico dei Campi Flegrei*. *Boll. Soc. Geol. It.*, vol. 69.
- [11] FRANZINI M. (1962) - *Particolarità delle curve di estinzione massima in zona simmetrica per plagioclasti di alta e di bassa temperatura*. *Rend. Soc. Min. It.*, vol. 18.
- [12] HAMILTON D. L., MACKENZIE W. S. (1965) - *Phase-equilibrium studies in the system NaAlSi₃O₈(nepheline)-KAlSi₃O₈(kalsilita)-SiO₂-H₂O*. *Miner. Mag.*, vol. 34.
- [13] HOEFS J., WEDEPOHL K. H. (1968) - *Strontium isotope studies on young volcanic rocks from Germany and Italy*. *Contrib. Mineral. Petrol.*, vol. 19.
- [14] 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 Plan. Sc. Lett.* vol. 5.
- [15] IMBÒ G., BONASIA V., GASPARINI P. (1964) - *Rilievo gravimetrico dell'isola di Procida*. *Ann. Oss. Vesuv.*, vol. 6.
- [16] IMBÒ G., NAPOLEONE G., PINNA E. (1964) - *Considerazioni sul rilievo magnetico dell'Isola di Procida*. *Ann. Oss. Vesuv.*, vol. 6.

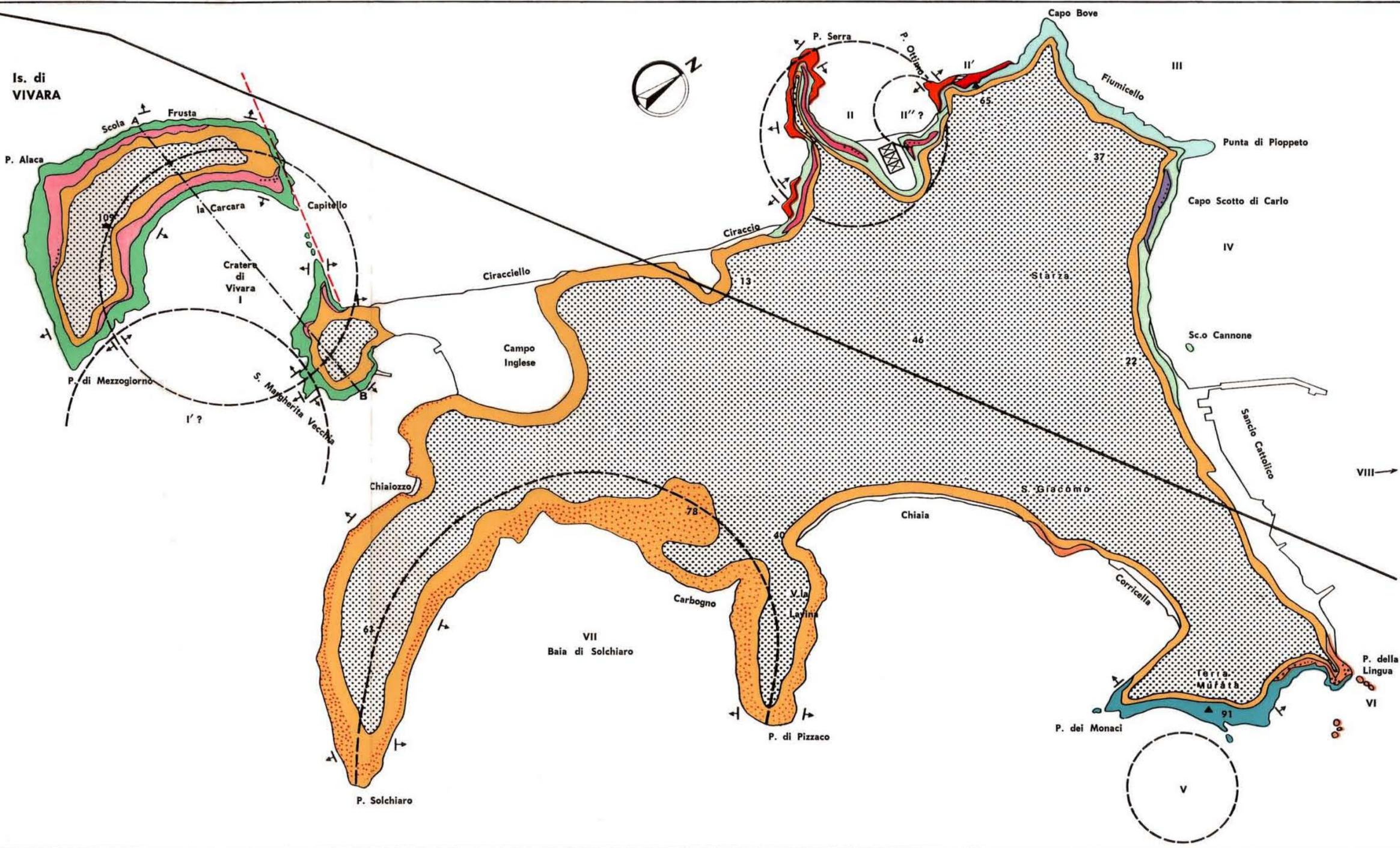
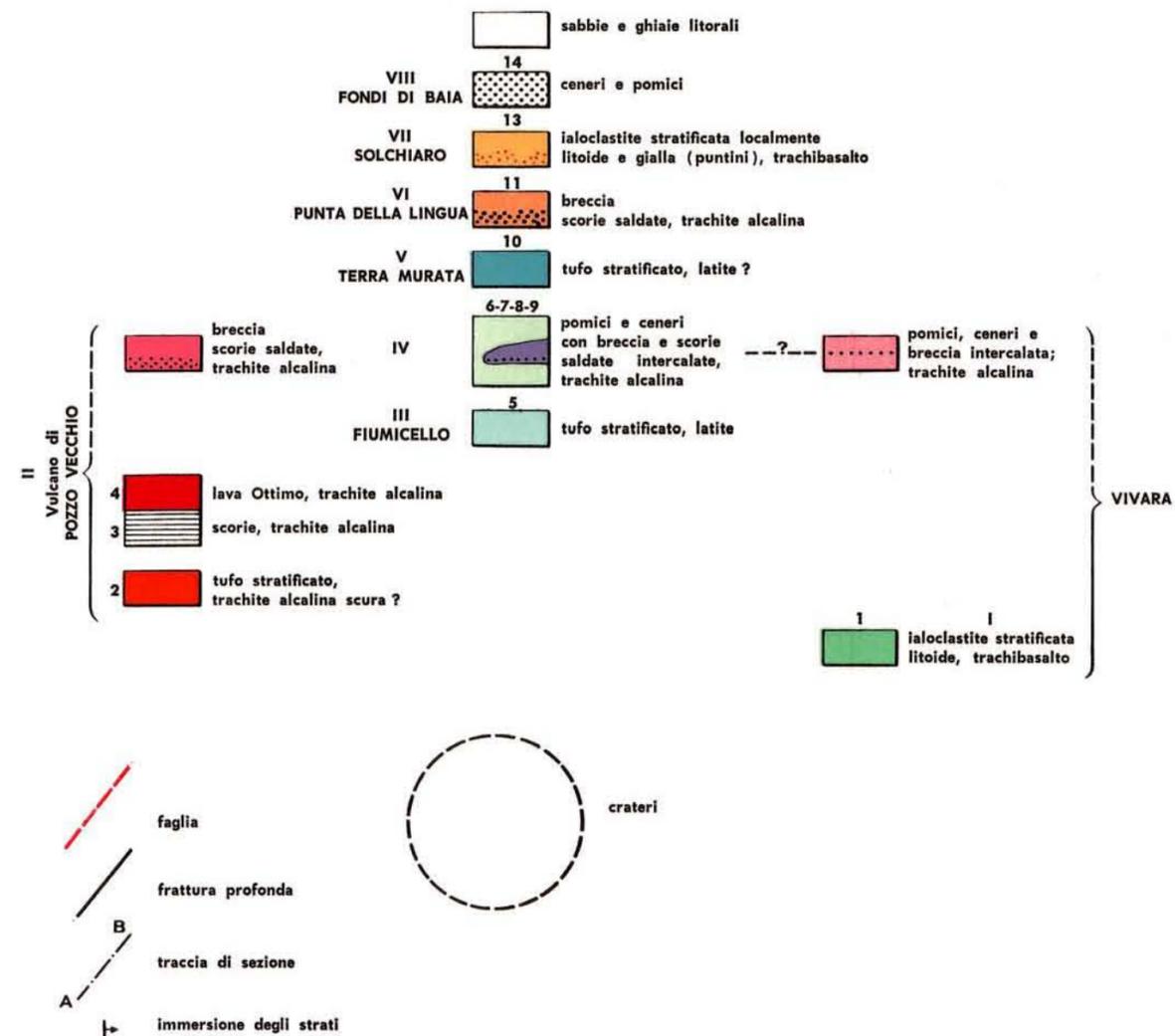
- [17] KUNO H. (1968) - *Differentiation of Basalt Magmas*. In Basalts, the Poldervaart treatise on rocks of basaltic composition, vol. 2. John Wiley & Sons.
- [18] MARINELLI G. (1967) - *Genèse des magmas du volcanisme plio-quaternaire des Apennins*. Geol. Rund., vol. 57.
- [19] MORELLI C. (1970) - *Physiography, Gravity and Magnetism of the Tyrrhenian Sea*. Boll. Geof. Teor. e Appl., vol. 12, n. 48.
- [20] NARICI E. (1932) - *Contributo alla petrografia chimica della provincia magmatica campana e del M. Vulturne*. Zeits. Vulk., vol. 14.
- [21] OSBORN E. F. (1959) - *Role of oxygen pressure in the crystallization and differentiation of basaltic magma*. Am. Journ. Sc., vol. 257.
- [22] OSBORN E. F. (1962) - *Reaction series for subalkaline igneous rocks based on different oxygen pressure conditions*. Am. Min., vol. 47.
- [23] PARASCANDOLA A. (1924) - *I crateri dell'Isola di Procida*. Boll. Soc. Nat. in Napoli, vol. 36.
- [24] PARASCANDOLA A. (1926) - *Sul tufo del cratere di Socciaro (Isola di Procida)*. Boll. Soc. Nat. in Napoli, vol. 38.
- [25] PARASCANDOLA A. (1928) - *Osservazioni mineralogiche e litologiche sull'Isola di Procida*. Boll. Soc. Nat. in Napoli, vol. 40.
- [26] PARASCANDOLA A. (1953) - *Sui lavori compiuti nell'Isola di Procida, nel comprensorio di Monte di Procida, Monte di Cuma, Miseno e Vesuvio per il foglio 184 della Carta geologica d'Italia*. Boll. Serv. Geol. d'It., vol. 75.
- [27] POLDERVAART A. (1950) - *Correlation of physical properties and chemical composition in the plagioclase, olivine and orthopyroxene series*. Am. Min., vol. 35.
- [28] RITTMANN A. (1930) - *Geologie des Insel Ischia*. Zeits. Vulk., vol. 6.
- [29] RITTMANN A. (1948) - *Origine e differenziazione del magma ischitano*. Bull. Suisse Min. Petr., vol. 28.
- [30] RITTMANN A. (1951) - *Cenni sulla geologia di Procida*. Boll. Soc. Geol. It., vol. 70.
- [31] RITTMANN A. (1952) - *Nomenclature of Volcanic Rocks*. Bull. Volc., vol. 12, s. 2^a.
- [32] RITTMANN A. (1958) - *Sulla determinazione quantitativa delle serie magmatiche*. Rivista «Stromboli», n. 6,, Messina.
- [33] SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1967) - Carta Geol. d'It. F. F. 183-184, II ed.
- [34] STRECKEISEN A. L. (1967) - *Classification and Nomenclature of Igneous Rocks*. N. Jb. Miner. Abh., vol. 107.
- [35] TAZIEFF H. (1968) - *Sur le mecanisme des éruptions basaltiques à faible profondeurs et la genèse d'hyaloclastites associées*. Geol. Rds., vol. 57.

CARTA GEOLOGICA DI PROCIDA E VIVARA

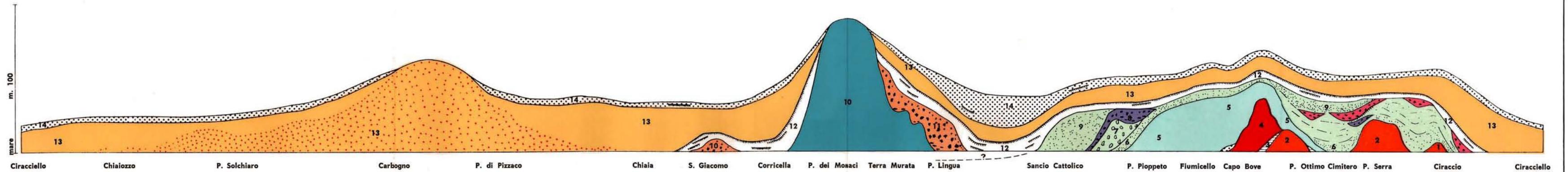
RILEVAMENTO: P. DI GIROLAMO, 1972



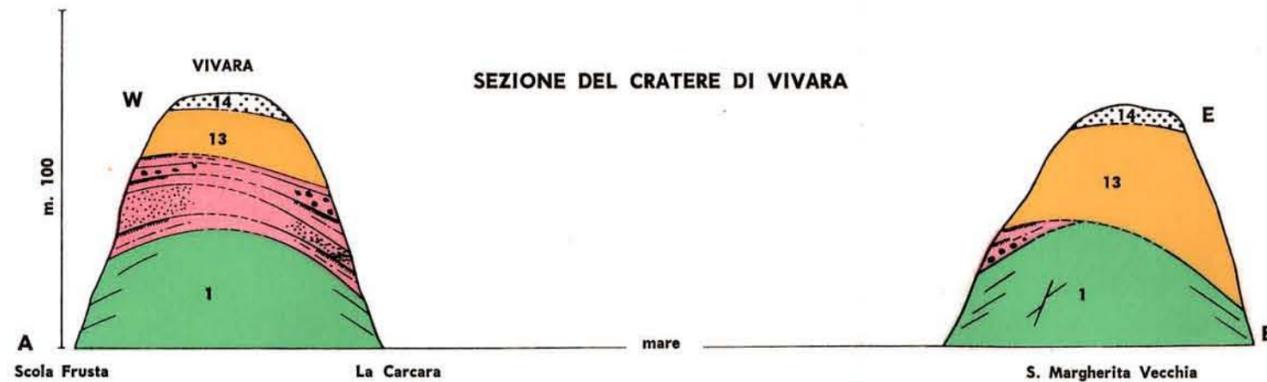
LEGENDA



RAPPRESENTAZIONE SCHEMATICA DELLA COSTA DI PROCIDA



ASCISSE Km. 1



ASCISSE m. 250

LEGENDA

- VIII FONDI DI BAIA: 14 ceneri e pomici
- VII SOLCHIARO: 13 ialoclastite stratificata incoerente e sua facies litoide (puntini)
- 12 gruppo di paleosuoli
- VI PUNTA DELLA LINGUA: 11 breccia scorie saldate
- V TERRA MURATA: 10 tufo stratificato
- IV: 9 pomici e ceneri; 8 breccia scorie saldate; 7 tufo caotico pomiceo; 6 pomici
- III FIUMICELLO: 5 tufo stratificato
- II Vulcano di POZZO VECCHIO: 4 lava Ottimo; 3 scorie; 2 tufo stratificato

- 1 ialoclastite stratificata litoide
- 2 tufo stratificato
- 3 scorie
- 4 lava Ottimo
- 5 tufo stratificato
- 6 pomici
- 7 tufo caotico pomiceo
- 8 breccia scorie saldate
- 9 pomici e ceneri
- 10 tufo stratificato
- 11 breccia scorie saldate
- 12 gruppo di paleosuoli
- 13 ialoclastite stratificata incoerente e sua facies litoide (puntini)
- 14 ceneri e pomici