

LUIGI LA VOLPE, GIUSEPPE PICCARRETA

LE IGNIMBRITI DEL MONTE VULTURE (LUCANIA) (*)

RIASSUNTO. — Vengono esaminati in dettaglio i primi prodotti in affioramento al Vulture ed è riconfermata la natura ignimbrítica di parte di essi.

Localmente si riconoscono due unità di raffreddamento con accenni a fenomeni di welding.

Si fanno considerazioni sul meccanismo e sulle modalità della messa in posto delle ignimbriti, che, in particolare, vengono riferite al tipo *sillar*.

Si mette in evidenza l'omogeneità dei caratteri macro e microscopici delle ignimbriti dei vari affioramenti, nonché l'uniformità della loro composizione chimica.

Sulla base delle caratteristiche mineralogiche e chimiche queste ignimbriti vengono riferite a magmi trachitici con carattere schiettamente potassico.

La posizione stratigrafica e il volume dei depositi, nonché il carattere petrochimico dei prodotti studiati indicano che il magma del Vulture era originariamente trachitico e potassico.

SUMMARY. — A detailed examination is made of the first products in outcrop at the Vulture and the ignimbritic nature of part of these is reconfirmed.

Locally, two cooling units are recognized with signs of welding phenomena.

The mechanism and the method of implacement of the ignimbrites, which are of the *sillar* type, are discussed.

The homogeneity of the macroscopic and microscopic characters of the ignimbrites in the various outcrops is noted, as is the uniformity of their chemical composition.

In view of the their mineralogical and chemical characteristics, these ignimbrites are considered to derive from trachytic magmas of a decidedly potassic nature.

The stratigraphic position and the volume of the deposits, together with the petrochemical character of the products studied indicate that the Vulture magma was originally trachytic and potassic.

(*) Questo lavoro si inserisce nel quadro delle ricerche sulle vulcaniti del Monte Vulture, intraprese, sotto gli auspici del C.N.R., dalla Sezione Petrografica dell'Istituto di Mineralogia e Petrografia dell'Università di Bari.

Ringraziamo sentitamente la Prof. O. HIEKE MERLIN per la lettura critica del manoscritto.

Premessa.

Nell'ambito delle ricerche condotte dagli AA. sui prodotti piroclastici del M. Vulture, in questa nota si prendono in considerazione i primi prodotti in affioramento nella zona. Questi sono rappresentati da materiali più o meno coerenti, di colore giallastro e riccamente pomicei, che affiorano in una fascia molto discontinua alla periferia del vulcano e poggiano a luoghi su terreni del flysch, a luoghi su conglomerati calabrianici. Da ciò si deduce che la loro età è postcalabrianica.

DE LORENZO (1900) ha indicato questi prodotti come « tufi fonolitici » dovuti a « una serie di grandiose esplosioni » e li considera geneticamente legati alla fonolite del Toppo S. Paolo che rappresenterebbe « l'espressione lavica finale » dello stesso magma.

HIEKE MERLIN (1964, 1967), L. LA VOLPE e G. PICCARRETA (1967) li hanno indicati come « tufi chiari », comprendendo con questo termine ignimbriti, piroclastiti chiare trachitico-fonolitiche e loro prodotti di rimaneggiamento. Di questi prodotti a tutt'oggi sono state fornite le essenziali caratteristiche giaciture e petrografiche, ma mancano dati chimici se si fa astrazione da un'analisi del tufo « carpato » ⁽¹⁾ della cava Severini di S. Cilio a nord-ovest di Melfi, fornita da SERSALE (1960).

Data l'importanza di uno studio approfondito dei prodotti di queste prime manifestazioni sia per quanto attiene alla conoscenza della fenomenologia vulcanica sia per ciò che riguarda l'origine e la evoluzione del magma del Vulture, si è ritenuto opportuno riesaminare questi prodotti eseguendo nuove osservazioni in campagna e in laboratorio.

Ricerche di campagna.

I prodotti in questione affiorano ai margini dell'apparato vulcanico in lembi più o meno sviluppati e con potenza variabile (fig. 1). Gli affioramenti più estesi e potenti si trovano sui versanti nord-occidentale e nord-orientale mentre nelle restanti zone si riducono ad esigui lembi se si fa eccezione dei depositi accumulati nel paleolago di Atella.

⁽¹⁾ « carpato » è un termine locale usato per indicare un tipo particolare di questi materiali che si presenta vacuolare per asporto delle pomici.

Le *ignimbriti* sono ben rappresentate e gli affioramenti più importanti sono quelli di Piana dei Gelsi, S. Cilio, la Bicocca e gli affioramenti di sponda sinistra dell'Arcidiaconata da Piano di Croce al Torrente Zappaturo.

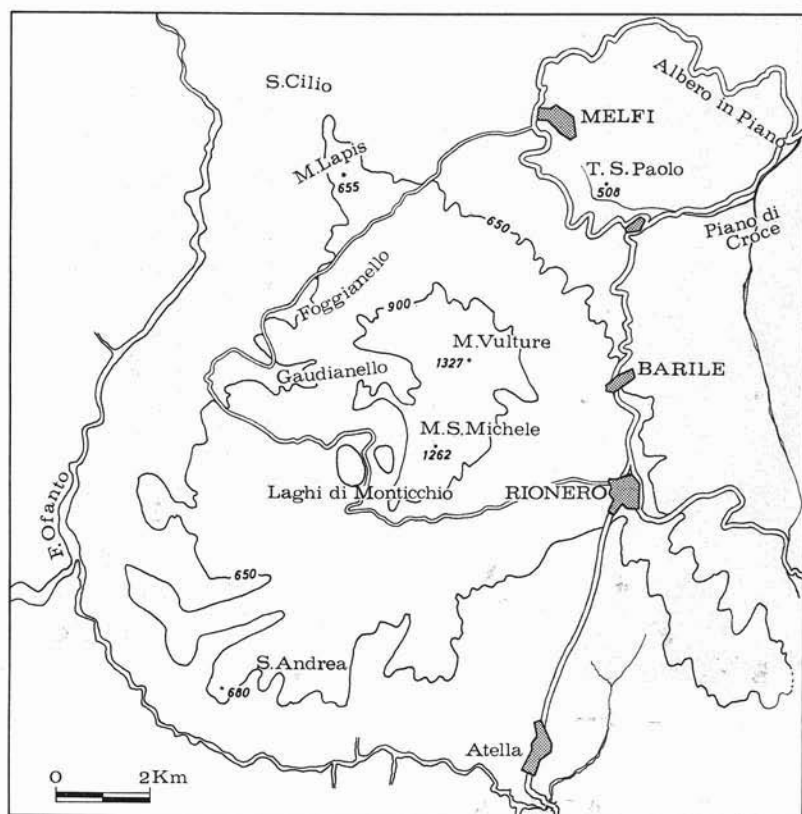


Fig. 1. — Schizzo topografico della zona del Vulture.

Le *piroclastiti* sono poco rappresentate e si osservano attorno al Toppo San Paolo dove per lo più sono rimaneggiate. La testimonianza di un'importante attività esplosiva è comunque rivelata dalla presenza di grossi blocchi di trachite ad haüyna attorno al Toppo S. Paolo e nella parte bassa dei depositi fluvio-lacustri di Melfi e Venosa. In particolare va precisato che le porzioni basali dei depositi limnovulcanici sono trachitico-fonolitiche.

In campagna non si osservano i rapporti fra ignimbriti e piroclastiti, ma per la mancanza dei blocchi di trachite nelle ignimbriti e per la presenza di questi nella parte basale (trachitico-fonolitica) dei depositi fluviolacustri di Piano di Croce, che poggiano direttamente sulle ignimbriti, si può presumere che le piroclastiti siano più recenti delle ignimbriti. Dopo la messa in posto, ignimbriti e piroclastiti fu-



Fig. 2. — *Piano di Croce*. E' evidente la fessurazione prismatica.

rono interessate da importanti processi di erosione e di rimaneggiamento come è testimoniato dai numerosi lahars e dalla sensibile quantità di materiali trachitico-fonolitici presenti nella porzione basale dei depositi accumulati nei paleolaghi di Melfi, Atella e Venosa.

In questo lavoro ci siamo occupati in particolare delle ignimbriti.

Queste hanno colore di massa da bruno a bianco giallastro, mancano di stratificazione, sono compatte e contengono abbondanti pomici bianche nonché, in quantità nettamente subordinata, frammenti di rocce del flysch e di lave. Le pomici sono di varia pezzatura e forma, generalmente sono di piccole dimensioni e sono distribuite senza un ordine preferenziale. Gli inclusi lavici e sedimentari sono sempre piccoli e irregolarmente distribuiti. La matrice è cineritico-sabbiosa.

Nelle pomici, con vacuoli sferici o appiattiti, si osservano pochi cristalli di feldspati e di mica secura; nelle matrici si riconoscono feldspati, pirosseni, mica secura, e piccoli cristalli di granato. A luoghi l'alterazione ha comportato la distruzione e l'asporto delle pomici conferendo al materiale un aspetto butterato (« carpato »). Questi caratteri sono generali per tutti i depositi. In alcuni luoghi è evidente la



Fig. 3. — *Piano di Croce*. In basso, conglomerati della Fossa bradanica; in alto, unità ignimbrítica inferiore con evidenti fenomeni di welding.

fessurazione per contrazione (fig. 2) e soltanto in una località (*Piano di Croce*) le pomici si presentano appiattite, non sono vacuolari o presentano pochi vacuoli schiacciati (fig. 3).

Diamo di seguito la descrizione di due affioramenti particolarmente significativi per l'interpretazione di questi prodotti.

Affioramento di Piano di Croce (settore nord-orientale).

Lungo la strada che dal Km 67.800 della S.S. 93 porta a Barile e precisamente nel tratto che corre in sponda sinistra dell'Arcidiacolata, affiorano per 600 m e con uno spessore massimo di circa 30 m i prodotti in esame. Nei luoghi in cui si osserva la base, la formazione

si appoggia su conglomerati con lenti di sabbia della Fossa bradanica; ovunque a tetto affiorano depositi fluviolacustri.

Si individuano due grosse bancate separate fra loro da un livello di piccole pomici molto alterate senza o con scarsa matrice.

La *bancata inferiore* (avente spessore massimo di circa 10 m) non mostra stratificazione e presenta fessurazione prismatica con prismi di diverse dimensioni. A luoghi le superfici esposte si presentano minutamente globulari a causa dell'alterazione. Nella massa cineritico-sabbiosa, di color grigio giallastro, sono presenti numerose pomici di norma minute di forma irregolare e disposte casualmente.

Alla base di questa bancata, in una grotta ove è osservabile il contatto con i conglomerati, si osservano per uno spessore di 50 cm pomici (grosse fino a 10 cm) molto appiattite. Al tetto della bancata si nota qualche accenno a una minuta laminazione, dovuta alla rielaborazione dello stesso materiale.

La *bancata superiore* (con spessore massimo di circa 15 m) differisce dalla prima per il colore della matrice (giallo rosata), per l'assenza dell'aspetto globulare e per la maggiore abbondanza di pomici.

Alla base di questa bancata si osservano per uno spessore di 30 cm, pomici appiattite; a tetto è diffusa la facies « carpatò ».

Nella porzione più meridionale dell'affioramento di Piano di Croce, i materiali sono rimaneggiati.

Come si è scritto prima, questi prodotti sono ricoperti da depositi fluviolacustri che, nella porzione inferiore, sono costituiti in netta prevalenza da materiali limoso-sabbiosi di natura trachitico-fonolitica. In questa porzione qua e là compaiono grossi ciottoli della trachite ad haüyna che, in blocchi molto grossi, si rinviene attorno al Toppo San Paolo.

Affioramenti di San Cilio-Piana dei Gelsi (settore nord-occidentale).

I prodotti affiorano più estesamente che a Piano di Croce e raggiungono uno spessore massimo di 25-30 m. Anche se non si osserva la base, sembra che l'appoggio sia su terreni del flysch. Questi prodotti, di color bruno giallastro, sono massicci, senza stratificazione e a luoghi mostrano fessurazione prismatica. Contengono abbondanti pomici di dimensioni variabili (fino a 10 cm); in particolare si è notato un generale aumento nella quantità e nelle dimensioni delle pomici dal basso verso l'alto. In quantità del tutto subordinata includono frammenti di

rocce del flysch e di lave. In questa zona è piuttosto diffusa la facies « carpato ».

A luoghi, per erosione differenziale, rimangono isolati nella massa dei corpi di forma genericamente sferoidale costituiti dallo stesso materiale cementato da calcite (fig. 4).

Particolarmente significativo è un affioramento ubicato a N di Piana dei Gelsi (nella testata di valle del più alto affluente di sinistra del Fosso che passa sotto Mass.ia Pisciole). Qui si osserva che mentre



Fig. 4. — *Piana dei Gelsi*. Per erosione differenziale sporgono dalla massa le parti ben cementate.

le dorsali che limitano la vallecola sono costituite da terreni del flysch, quest'ultima è parzialmente colmata dai materiali in esame che sono sicuramente in giacitura primaria e presentano tutti i caratteri descritti per i prodotti della zona di Piana dei Gelsi (aspetto massiccio, fessurazione prismatica, gradualità nell'aumento della quantità e della grossezza delle pomici verso l'alto).

Dall'esame comparato delle caratteristiche riscontrate si rileva quindi che i prodotti in esame mostrano: aspetto massiccio con totale mancanza di stratificazione, vistosa prismazione per contrazione dovuta a diminuzione di volume, a luoghi presenza di pomici più o meno for-

temente appiattite, assenza di inclusi di grosse dimensioni, assetto caotico nonché tendenza a livellare i lineamenti morfologici preesistenti.

L'insieme di questi caratteri può essere giustificato con un meccanismo di messa in posto di tipo ignimbrítico come già prospettato da O. HIEKE MERLIN (1967), L. LA VOLPE e G. PICCARRETA (1967). In particolare data la limitatezza dei fenomeni di *welding* si ritiene che questi prodotti siano da ascrivere ad ignimbriti di tipo *sillar* (ROSS e SMITH, 1960).

Negli affioramenti studiati non è stata osservata mai alla base la breccia di esplosione che di norma precede la messa in posto delle ignimbriti. Ciò potrebbe essere spiegato o per la lontananza dalla zona di emissione o per la carenza di spaccati nei quali si possa osservare direttamente la base delle ignimbriti.

In campagna, in località Piano di Croce, sono state riconosciute due coltri ignimbrítiche; nelle restanti zone non sono stati individuati elementi che lascino pensare a più di una coltre. In particolare è presumibile che le ignimbriti di S. Cilio-Piana dei Gelsi corrispondano alla coltre superiore di Piano di Croce.

La facile erodibilità di questi materiali, specialmente nelle porzioni superiori poco o per niente consolidate, ha favorito la formazione di depositi rimaneggiati per trasporto *trattivo* e per trasporto *di massa* (lahars). Depositi del primo tipo sono diffusi un po' dovunque, basta considerare gli accumuli di questi materiali nelle porzioni basali dei paleolaghi di Melfi, Atella e Venosa; anche i depositi del secondo tipo, sono ugualmente ben rappresentati, come ad esempio ad Albero in Piano (dove raggiungono potenza di 15 metri circa) a Gaudianello, a Foggianello, ... I depositi di lahars hanno caratteri di assieme del tutto simili a quelli delle ignimbriti, tanto che in alcuni luoghi non è facile il riconoscimento. In particolare i lahars si possono distinguere per la mancanza di prismazione, per il maggior grado di alterazione delle matrici e a luoghi per la presenza di particolarità strutturali (lembo di lacustre imballato nel lahar di Gaudianello).

Va segnalato che alcune perforazioni sul versante occidentale del Vulture, a Gaudianello hanno attraversato ben 70 m di prodotti più o meno pomicei che richiamano molto da vicino le ignimbriti descritte, prima di raggiungere le argille del flysch.

Questi prodotti sono caratterizzati da colore giallastro, da maggior peso rispetto alle ignimbriti e da pomici più piccole. Non sono emersi dati utili a stabilire il meccanismo della loro messa in posto.

I depositi riconosciuti come ignimbriti affiorano tutti nella parte settentrionale del complesso del Vulture, tutti gli altri affioramenti distribuiti alla periferia dello stesso sono da riferire alla rielaborazione più o meno spinta delle ignimbriti.

Per quanto riguarda la provenienza delle ignimbriti, non sono state osservate tracce di un apparato al quale fare riferimento, nonostante l'esistenza di alcune profonde incisioni (zone intracrateriche, Valle dei Grigi) e le perforazioni effettuate anche in vicinanza dei laghi di Monticchio. E' probabile che questi prodotti siano da mettere in relazione a fratture dalle quali presero avvio le colate ignimbritiche che si direbbero prevalentemente verso NO e NE adattandosi ai lineamenti morfologici. L'allineamento NE-SO di numerosi centri vulcanici (Melfi, Toppo S. Paolo, Sette Ponti, Toppo S. Agata e crateri dell'apparato centrale) testimonia verosimilmente una zona di debolezza secondo questa direzione. La limitatezza di affioramenti di ignimbriti e dei loro prodotti di rimaneggiamento nel settore orientale del Vulture, probabilmente va messo in relazione con la presenza di una dorsale di flysch il cui asse passa per Barile e M.te Lapis (PICCARRETA e RICCHETTI, 1970).

Ricerche petrografiche.

Le osservazioni di campagna hanno rivelato una omogeneità d'assieme dei prodotti in studio; anche fra le due coltri ignimbritiche riconosciute a Piano di Croce non si sono notate sostanziali differenze.

Per verificare l'omogeneità riscontrata in campagna e per stabilire le caratteristiche petrografiche di questi prodotti, si è proceduto allo studio microscopico delle ignimbriti nonché allo studio chimico delle pomici. Non si è proceduto all'analisi globale di questi prodotti in quanto nelle matrici sono relativamente abbondanti i frammenti litici e cristallini di varia composizione e origine.

Per una più corretta interpretazione dei dati analitici, in relazione al tipo e all'entità dell'alterazione, sono state effettuate indagini termiche e diffrattometriche.

Sono stati inoltre studiati alcuni inclusi rinvenuti nelle ignimbriti, ritenendo che questi possano fornire ulteriori elementi significativi per la migliore conoscenza del magma del Vulture.

Le ignimbriti.

Lo studio al microscopio non ha rivelato differenze tra i numerosi campioni dei vari affioramenti nè per la composizione nè per le caratteristiche strutturali, tranne per le porzioni basali delle due coltri riconosciute a Piano di Croce.

Le ignimbriti hanno struttura elastica evidente per la presenza di pomice, minerali e frammenti litici in masse cineritico-sabbiose.

Le *pomice*, più o meno grosse, hanno forme molto variabili; il contatto fra esse e la matrice è per lo più netto. Mostrano in genere vacuoli sferoidali ma frequentemente hanno vacuoli così stirati da assumere un aspetto fibroso. Alla base delle due coltri distinte a Piano di Croce le pomice sono appiattite e formano « fiamme » più o meno regolari. Contengono pochi cristalli di sanidino, solo raramente di biotite, anfiboli, pirosseni ed in qualche caso di haüyna e granato. Di norma quando i cristalli sono piccoli, presentano limiti netti, mentre quando sono più sviluppati possono presentare orli di corrosione.

I *minerali*, sempre abbondanti, sono per lo più rotti in frammenti (più o meno minuti) e spesso mostrano contorni sinuosi; in qualche caso includono vetro bruno. Fra essi sono presenti anche minerali di genesi non magmatica. I feldspati sono i componenti più rappresentati, fanno seguito in rapporti quantitativi più o meno variabili quarzo, pirosseni, anfiboli, feldspatoidi, mica scura, granati, muscovite.

Il quarzo, la muscovite, parte dei feldspati e della mica scura derivano dal substrato sedimentario. Diamo di seguito una breve descrizione della componente vulcanica.

I feldspati sono rappresentati da plagioclasì, sanidino e anortoclasio, con netta prevalenza del sanidino.

Il *sanidino* in cristalli e frammenti più o meno grossi presenta angolo degli assi ottici prossimo a 0° con orientazione del P.A.O. per lo più // a (010).

L'*anortoclasio* è piuttosto scarso ed è riconoscibile per la fine e fitta geminazione a grata anche se talvolta mostra soltanto la geminazione albite; l'angolo degli assi ottici è più elevato di quello del sanidino ed il P.A.O. è \perp a (010).

I *plagioclasì* sempre geminati, con maggior frequenza secondo la legge albite, sono zonati più o meno irregolarmente e in alcuni casi presentano orli di accrescimento irregolari di feldspato potassico. Hanno composizione variabile da 40% a 55% An.

I *pirosseni* sono rappresentati da termini a carattere egrinico fortemente pleocroici (dal giallo-verde al verde intenso) e con $c:\gamma$ elevato (fino a 75°) nonché da un termine incolore, o leggermente verdolino di tipo diopsidico con $c:\gamma = 40^\circ-45^\circ$.

Gli *anfiboli* di norma in cristalli di piccole dimensioni sono rappresentati da un'orneblenda bruna con $\alpha =$ giallo bruno; $\beta =$ bruno verdastro, $\gamma =$ bruno verdastro; $c:\gamma = 14^\circ-20^\circ$.

I *feldspatoidi*, del gruppo della sodalite, sono molto alterati in sostanze argillose.

La *mica scura* è pleocroica da $\alpha =$ giallo chiaro a $\beta = \gamma =$ verde bruno e mostra valori di $2V_\alpha$ prossimi a 0° ; per questi caratteri si avvicina al termine micaceo presente in alcuni inclusi che saranno descritti più oltre.

Il *granato* in schegge piccole ed anche in cristalli relativamente sviluppati è rappresentato da un termine melanitico.

In quantità del tutto accessorie si rinvencono *ossidi di ferro*, *titanite*, *apatite*. Raramente è presente un minerale con alta rifrazione e forte birifrangenza notevolmente pleocroico dal giallo bruno brillante al rosso bruno scuro, riferibile probabilmente ad un termine allanitico. Questo minerale sempre raramente è stato rinvenuto in alcuni inclusi.

I *frammenti litici* sono rappresentati da rocce del flysch e da vulcaniti. Queste ultime di norma hanno strutture afiriche e subordinatamente microporfiriche. I microliti in alcuni casi hanno disposizione subparallela e in altri casi intersertale. La associazione mineralogica è quella propria di tipi trachitici e fonolitici. Si riconoscono infatti feldspati e (a luoghi) feldspatoidi, pirosseni, granato melanitico. I frammenti di trachite sono nettamente diversi, per motivi tessiturali e strutturali, dalla trachite ad häüyna che in grossi blocchi si ritrova attorno al Toppo S. Paolo.

La *matrice* è costituita essenzialmente da una polvere giallastra che ingloba minuti frammenti di pomici e piccoli cristalli dei minerali dianzi citati. Al più forte ingrandimento sembra che la polvere stessa sia costituita da frammenti di vetro. Solo raramente si osservano accenni a strutture di devetrificazione. La scarsa risolvibilità della matrice è legata all'evoluzione pozzolanica del vetro che ha determinato una cementazione d'assieme obliterando la eventuale preesistente saldatura. A luoghi la matrice risulta più o meno profondamente calcitizzata. L'argillificazione e la zeolitizzazione hanno interessato sia le pomici che la matrice come è stato rivelato da indagini termiche e dif-

frattometriche. Le zeoliti solo raramente sono osservabili al microscopio, mentre più frequentemente si notano grumi di sostanze argillose.

I *depositi di lahar* non rappresentano sostanziali differenze di composizione e struttura rispetto alle ignimbriti oltre lo stato più avanzato di alterazione della matrice.

Per quanto riguarda i prodotti incontrati dalle trivellazioni a Gaudianello (vedi pag. 198), si è visto che questi hanno pressoché la stessa composizione delle ignimbriti, differiscono per il minor contenuto in pomici, per l'aspetto frequentemente fibroso delle stesse, per una maggior scarsità dei frammenti lavici e per la maggiore entità dell'alterazione. L'alterazione si è esplicata sia con formazione di zeoliti che tappezzano le pareti dei vacuoli e a luoghi sono diffuse nella massa, sia con argillificazione piuttosto spinta della matrice che assume un colore bruno più o meno scuro ed è criptobirifrangente. Solo in pochi casi sono state osservate sferuliti riferibili probabilmente a fenomeni di devetrificazione. Questi processi mascherano in modo pressoché completo la struttura primitiva per cui non emergono elementi significativi per l'attribuzione di questi materiali ad ignimbriti piuttosto che a lahars.

Le pomici delle ignimbriti e dei lahars, come d'altra parte la matrice, sono più o meno alterate con formazione di halloysite e cabasite, come rivelano le analisi termiche (fig. 5).

Nonostante l'alterazione riscontrata nelle pomici, si è ritenuto utile procedere all'analisi chimica di alcune di esse. Ovviamente sono state considerate solo le pomici meno alterate (tab. I).

Da un esame comparato dei valori analitici delle pomici relative a ignimbriti e lahars si nota una sostanziale uniformità di composizione. Anche le pomici campionate nelle due coltri di Piano di Croce, non hanno rivelato differenze.

I coefficienti NIGGLI sono stati calcolati solo per le pomici meno alterate; in linea di massima è possibile il loro confronto con tipi dei magmi *juviti* di *serie potassica*. Si può riscontrare inoltre un buon accostamento fra i coefficienti NIGGLI relativi alle pomici e quelli relativi alla trachite ad haüyna (HIEKE MERLIN, 1964).

Il calcolo della norma « C.I.P.W. » ⁽²⁾ ha rivelato una apprezzabile alterazione che si traduce nella presenza di Q e C normativi in quantità più o meno sensibili.

⁽²⁾ Non si ritiene opportuno riferire i valori della norma « C.I.P.W. » in quanto i dati analitici, sensibilmente inficiati dall'alterazione delle pomici, non permettono altre deduzioni significative per la interpretazione dei prodotti studiati.

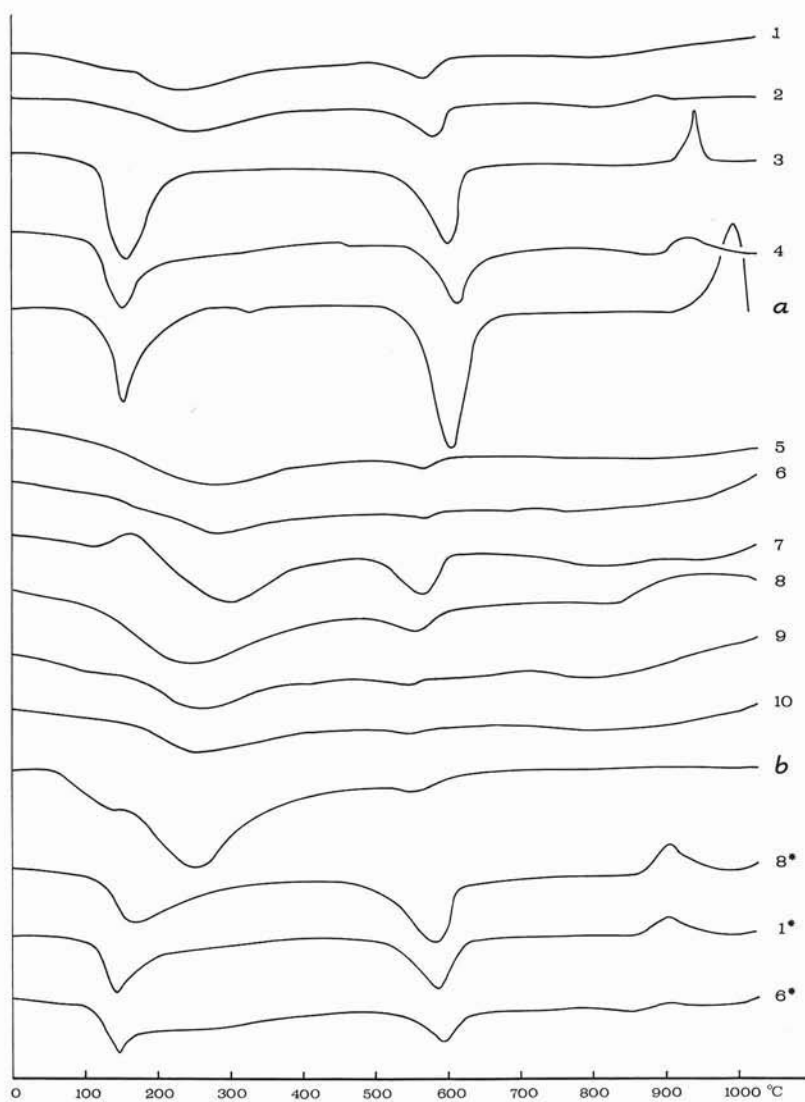


Fig. 5. — Analisi termodifferenziali di pomice e matrici.

1 (Vu 1224) - Piano di Croce, unità inferiore; 1* matrice; 2 (Vu 1232) - Piano di Croce, unità superiore; 3 (Vu 1242) - Piano di Croce, *fiamme* dell'unità inferiore; 4 - sondaggio di Gaudianello; 5 (Vu 1234) - Fra Piana dei Gelsi e M.te Lapis; 6 (Vu 1235) - Cava di Piana dei Gelsi; 6* matrice; 7 (Vu 1233) - Fra Piana dei Gelsi e M.te Lapis; 8 (Vu 1225) - Mass.ia San Giovanni, a E di S. Andrea; 8* matrice; 9 (Vu 1223) - Cava di Albero in Piano, parte superiore; 10 (Vu 1231) - Cava di Albero in Piano, parte inferiore; *a*-halloysite; *b*-cabasite.

Gli inclusi.

Nelle ignimbriti sono stati rinvenuti inclusi provenienti dal substrato sedimentario e inclusi di rocce ignee.

Fra i primi, oltre a frammenti di rocce del flysch più o meno profondamente termometamorfosate, sono stati rinvenuti, anche se in scarsa quantità, inclusi di calcari saccaroidi a silicati di calcio. In quest'ultimo tipo la *calcite*, a grana grossa, è il componente prevalente e forma un aggregato a mosaico nel quale qua e là si osservano piccoli cristalli irregolari di *pirosseno* spesso zonato (nucleo incolore e $c/\gamma = 40^\circ$; periferia pleocroica su toni del verde e $c/\gamma = 52^\circ$), chiazze irregolari marcatamente peciloblastiche di granato giallo miele o quasi incolore e occhietti o piccole plaghe di feldspato potassico.

L'altro gruppo di inclusi comprende: vulcaniti porfiriche con fondo minutamente microlitico e rocce con strutture di consolidamento subvulcanico.

Le *vulcaniti porfiriche* presentano limitate quantità di fenocristalli più o meno sviluppati che campeggiano su un fondo costituito da minuti microliti e scarso vetro.

Tra i *fenocristalli* compaiono: feldspati, feldspatoidi, anfiboli e subordinatamente pirosseni e granato.

I *feldspati*, in cristalli ben formati o corrosi, sono rappresentati prevalentemente da sanidino, spesso geminato secondo la legge Carlsbad, con angolo degli assi ottici molto piccolo (prossimo a 0°) e piano degli assi ottici \perp a (010); in quantità del tutto subordinate compare un plagioclasio (40% An) frequentemente geminato secondo la legge albite.

I *feldspatoidi* appartengono al gruppo della sodalite e generalmente sono alterati in sostanze brune. In qualche caso si notano cristalli di probabile leucite analcimizzata.

Gli *anfiboli*, piuttosto scarsi e in cristalli per lo più piccoli, sono molto pleocroici (α = bruno chiaro, β = bruno nero, γ = bruno verdastro) e hanno valori di $c:\gamma$ oscillanti attorno a 12° .

I *pirosseni*, del tutto scarsi tra i fenocristalli, sono pleocroici da verde-giallo a verde intenso.

Il *granato* è presente sotto forma di cristalli pressoché idiomorfi e mostra colore bruno chiaro; è del tutto simile al granato melanitico della fonolite del Toppo S. Paolo.

La *massa di fondo* è costituita da microliti mal terminati di sanidino, da piccoli cristalli di pirosseni, da vetro incolore e da piccolissime plaghe formate da prodotti di devetrificazione. Piuttosto abbondante è una pigmentazione della massa di fondo da parte di materiale pulverulento di colore bruno. Localmente l'addensarsi di queste sostanze brune in bande più o meno regolari, conferisce un aspetto listato.

In quantità del tutto accessorie, in queste rocce sono presenti la *titanite*, gli *ossidi di ferro* e l'*apatite*.

Questi inclusi sembrano del tutto analoghi ai minuti frammenti di trachiti tanto abbondanti nelle ignimbriti.

Le *rocce a struttura subvulcanica* sono relativamente più frequenti e sono caratterizzate da una composizione pressoché costante ma con rapporti quantitativi variabili tra i vari componenti. Questi sono rappresentati da feldspati, feldspatoidi, pirosseni, granato, anfiboli, mica e in quantità accessorie titanite, ossidi di ferro, apatite. In alcuni casi è presente in sensibili quantità un minerale fibroso, torbido a birifrangenza molto bassa che sembra formare pseudomorfo su minerali preesistenti oppure assumere carattere interstiziale; presumibilmente si tratta di un termine zeolitico.

La struttura di queste rocce è olocristallina porfirica per numerosi e grossi fenocristalli che campeggiano su un fondo a grana medio piccola che in alcuni casi mostra tessitura isotropa.

I *feldspati* sono rappresentati prevalentemente da termini alcalini e solo subordinatamente da plagioclasì.

Il *sanidino* è decisamente il più abbondante ed è presente sia in cristalli idiomorfi, spesso geminati, sia in plaghe irregolari.

Frequentemente costituisce orli irregolari di accrescimento sugli altri feldspati. Quando forma le plaghe e gli orli di accrescimento è estremamente pecilitico. Non è mai alterato. In un campione i prismi di questo minerale formano delle associazioni raggruppate, a ventaglio che a luoghi si impostano sugli spigoli di cristalli più grossi. In alcuni casi è pertitico. L'*anortoclasio* con la tipica geminazione è presente per lo più al nucleo di cristalli di sanidino in forma arrotondata e corrosa, ma anche in cristalli idiomorfi (fig. 6).

I *plagioclasì*, scarsi ed in genere tranne qualche eccezione in cristalli non molto sviluppati, si presentano geminati secondo la legge albite e più raramente secondo la legge albite-Carlsbad; sono zonati e

hanno composizioni oscillanti da miscele andesiniche a andesinico-labradoritiche. Di norma presentano contorni sinuosi per riassorbimento (fig. 7). Alcuni cristalli di feldspato includono piccoli cristalli di anfiboli, di pirosseni e di feldspatoidi.

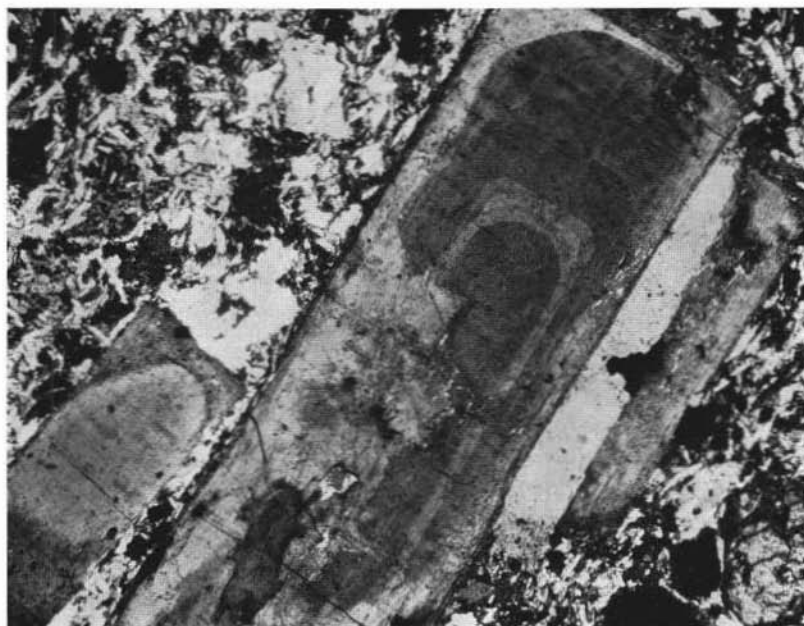


Fig. 6. — *Incluso endometamorfico*. Il sanidino «corrode» e borda l'anortoclasio. (nicols incr.; ingr. lin. 25)

Il *feldspatoide* è rappresentato da un termine della sodalite sempre alterato in sostanze brune e in alcuni casi sembra essere presente anche la leucite completamente analcimizzata.

I *pirosseni* di norma in cristalli mal formati e di varie dimensioni frequentemente, per associazioni di piccoli cristalli, formano degli addensamenti rotondeggianti. Per la maggior parte sono rappresentati da termini piuttosto alcalini pleocroici dal giallo bruno al verde e $c:\gamma$ fino a 65° . E' anche presente un termine incolore diopsidico con $c:\gamma = 38^\circ-40^\circ$ che spesso è circondato dal pirosseno alcalino.

Gli anfiboli sono fortemente zonati: al nucleo presentano α = debolmente rosato, β = rosa nocciola, γ = bruno chiaro; alla periferia mostrano α = bruno dorato, β = verde bruno, γ = verde azzurrognolo, $c:\gamma = 26^\circ$. I cristalli relativamente grandi sono pecilitici.



Fig. 7. — *Incluso endometamorfico*. Il sanidino «corrode» e borda il plagioclasio. (nicols iner.; ingr. lin. 25)

La *mica* è rappresentata da un termine probabilmente flogopitico con α = giallo chiaro; $\beta = \gamma$ = verde bruno; $2V_a$ molto piccolo, prossimo a 0° .

Il *granato* idiomorfo e subidiomorfo di colore giallo bruno è spesso zonato con una periferia che in alcuni casi è quasi incolore.

I minerali colorati si presentano in associazioni del tutto particolari. La flogopite in alcuni casi forma noduli, costituiti da piccole lamelle disordinate, che possono essere circondati da una «corona» di cristalli di pirosseni o di pirosseni e anfiboli in cui qua e là si scorge

qualche lamina relitta di mica (fig. 8); in altri casi è intimamente associata ad anfiboli e pirosseni a formare addensamenti lenticolari e in qualche caso a simulare cristalli prismatici; in altri casi ancora i pirosseni sono circondati da un orlo anfibolico nel quale possono essere presenti lamine di mica. I pirosseni sono spesso associati ai granati; sono infatti frequenti cristalli più o meno idiomorfi di granato circondati da granuletti di pirosseni.



Fig. 8. — *Incluso endometamorfico*. Addensamenti di lamine di mica circondati da una « corona » di pirosseni. (nicols iner.; ingr. lin. 35)

La *massa di fondo* è costituita fundamentalmente da sanidino al quale si associano pirosseni, granato, feldspatoidi ed in qualche caso piccole lamine irregolari di mica.

Come accessori sono presenti *titanite*, *apatite*, *ossidi di ferro* e *allanite* (?). Alcuni inclusi di questo tipo sono costituiti prevalentemente da pirosseno e a questo componente si associano feldspati alcalini e feldspatoidi nonché, in piccole quantità, mica, anfiboli, apatite e titanite.

La presenza di granati, di « corone » pirosseniche e pirossenico-anfiboliche attorno alla mica, nonché l'abbondanza di feldspatoidi indicano processi di sintesi carbonatica che è evidenziata inoltre dal rinvenimento di inclusi carbonatici a silicati di calcio.

Le trasformazioni mica \rightarrow anfiboli \rightarrow pirosseni però potrebbero essere legate anche a variazioni della pressione di volatili; a confermare la variabilità della pressione dei volatili durante la cristallizzazione stanno le trasformazioni inverse pirosseni \rightarrow anfiboli \pm mica che si possono osservare anche nella stessa roccia. La presenza di strutture glomeroporfiriche e la grande quantità di pirosseni riscontrata in alcuni degli inclusi indicano inoltre che un frazionamento gravitativo ha agito nella formazione di queste rocce.

Di seguito vengono forniti (tab. I) i dati delle analisi condotte su due inclusi lavici e su due inclusi endometamorfici (una delle quali è parziale).

Anche per queste rocce, in termini « C.I.P.W. », la presenza di corindone normativo esprime un discreto grado di alterazione; sensibilmente più alterato risulta l'incluso 14 nel quale compare anche quarzo normativo.

Sulla base dei coefficienti NIGGLI, gli inclusi lavici 11 e 12 risultano confrontabili con la trachite ad haüyna e sono riferibili a tipi dei magmi *jovitici* di *serie potassica*, analogamente a quanto è stato riscontrato per le pomici meno alterate. L'incluso endometamorfico 14 invece si accosta a tipi dei magmi *arkitici* di *serie potassica*.

Considerazioni conclusive.

Le caratteristiche giacitureali, i caratteri macroscopici e in parte tessitureali hanno riconfermato il carattere ignimbrítico dei primi prodotti in affioramento al Vulture. Si è constatato che le ignimbriti, di *tipo sillar*, mostrano una tendenza a livellare i lineamenti morfologici, hanno aspetto massiccio, presentano localmente una vistosa prismazione e a luoghi effetti di *welding* (pomici appiattite), non contengono inclusi di grosse dimensioni e hanno assetto caotico. I prodotti in questione hanno colore di massa variabile dal bruno chiaro al bianco giallastro, contengono numerose pomici bianche di varie dimensioni e forma nonché frammenti di rocce del *flysch* e di lave; la matrice è

TABELLA I. — *Analisi chimiche.*

Coefficients NIGGLI.

	pomici								inclusi					
	1	2	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	T	F
SiO ₂	55.58	55.28	54.20	55.37	53.97	53.46	54.49	53.96	56.15	55.90		54.84	53.21	51.87
TiO ₂	0.13	0.15	0.18	0.20	0.15	0.21	0.18	0.18	0.20	0.19		0.43	0.46	0.55
P ₂ O ₅	0.09	0.15	0.15	0.12	0.09	0.15	0.12	0.16	0.17	0.16		0.30	0.13	0.91
Al ₂ O ₃	20.77	21.06	20.40	20.41	22.66	22.24	19.57	20.59	22.05	21.93		19.55	22.31	20.60
Fe ₂ O ₃	0.35	1.30	1.17	0.90	0.96	1.41	1.05	1.00	1.05	1.00	2.99	1.16	1.28	2.61
FeO	0.60	0.62	0.76	0.87	0.84	0.74	0.68	0.69	0.71	0.68		1.46	1.18	0.86
MnO	0.10	0.10	0.16	0.11	0.09	0.07	0.10	0.17	0.11	0.11		0.17	0.06	0.17
MgO	0.35	0.25	0.29	0.35	0.30	0.30	0.41	0.31	0.24	0.29	1.15	1.57	0.97	1.20
CaO	1.57	2.00	2.04	2.41	2.66	2.10	2.09	1.73	2.04	2.18	3.50	4.61	2.56	4.23
Na ₂ O	2.56	3.25	4.75	3.86	3.39	2.03	3.62	3.93	5.45	6.00	4.80	1.77	4.04	7.95
K ₂ O	5.95	4.65	6.80	7.21	6.24	5.30	7.21	7.20	6.30	6.20	6.60	6.90	7.22	3.88
H ₂ O ⁻	2.69	1.65	0.84	1.07	1.03	2.19	0.99	0.78	1.38	1.29		1.37	2.29	0.71
H ₂ O ⁺	8.67	8.68	7.21	6.37	6.98	9.32	8.73	8.27	3.18	3.00		4.61	4.04	3.46
SO ₃	0.09	0.11	0.29	0.22	0.07	0.14	0.07	0.12	0.35	0.30		0.48	0.43	0.74
Cl	0.18	0.31	0.24	0.19	0.16	0.15	0.35	0.33	0.16	0.20		0.12	0.07	0.03
O/Cl	0.05	0.08	0.06	0.05	0.04	0.04	0.09	0.08	0.04	0.05		0.03	0.02	0.01
	99.63	99.48	99.42	99.61	99.56	99.77	99.57	99.34	99.50	99.38		99.31	100.23	99.76

	si	al	fm	c	alc	k	mg
5) 215	47.8	7.9	8.9	35.4	0.48	0.71	
6) 224	48.7	7.2	10.5	33.6	0.55	0.29	
9) 227	48.2	8.7	9.3	33.8	0.56	0.29	
10) 222	50.1	7.9	7.5	34.5	0.54	0.22	
11) 213	49.4	6.9	8.3	35.4	0.43	0.20	
12) 208	48.1	6.8	8.6	36.5	0.40	0.23	
14) 203	42.5	16.7	18.2	22.6	0.72	0.51	
T) 192	47.3	12.1	9.9	30.7	0.54	0.43	
F) 165	38.6	14.7	14.4	32.3	0.24	0.39	

1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10 - vedi didascalie fig. 5, pag. ; 11 (Vu 1230) - incluso lavico nel lahar di Albero in Piano; 12 (Vu 1228) - incluso lavico nel lahar di Albero in Piano; 13 (Vu 1245) incluso endometamorfico nel lahar di Foggianello; 14 (Vu 1246) incluso endometamorfico nell'ignimbrite di Piano di Croce, T (Vu 287) - trachite ad haüyna, F (Vu 26) - fonolite ad haüyna e analcime (da O. HIEKE MERLIN 1964).

cineritico-sabbiosa. Localmente l'alterazione e l'asporto delle pomici hanno dato origine alla varietà « carpato ».

L'omogeneità dei caratteri macroscopici è stata confermata anche dallo studio al microscopio. Le ignimbriti hanno struttura elastica per la presenza di pomici (con pochi cristalli); frammenti litici (di rocce del flysch e di trachiti afiriche); frammenti di minerali magmatici (plagioclasti, k-feldspato, pirosseni, anfiboli, mica scura, feldspatoidi, granato melanitico) e non (quarzo, muscovite, biotite, feldspati). I frammenti dei minerali sono generalmente cataclasati. Le matrici sono molto minute, di colore giallastro, costituite da impasti mal risolvibili di vetro e di piccole schegge di minerali. Nelle matrici, sono presenti spesso piccole pomici e bolle isolate. Non sono state osservate in esse le strutture a X e Y tipiche delle ignimbriti e solo raramente sono stati notati leggeri effetti di devettrificazione.

Nelle ignimbriti, sono stati rinvenuti inclusi (grossi qualche centimetro) di calcari a silicati di calcio e di lave.

In nessun luogo è stata osservata, alla base delle ignimbriti, la breccia di esplosione che di norma precede la loro messa in posto e che si rinviene in prossimità della zona di fuoriuscita. Gli affioramenti più significativi sono stati osservati a Piana dei Gelsi e Piano di Croce. In quest'ultima località, in particolare, sono state osservate due unità di raffreddamento, ambedue caratterizzate da evidenti fenomeni di welding alla base e con caratteristiche d'assieme del tutto analoghe. Nelle altre zone è stata rinvenuta una sola coltre, forse confrontabile con quella superiore affiorante a Piano di Croce.

Per quanto riguarda le modalità di messa in posto delle ignimbriti, la regolarità della superficie di sovrapposizione delle due unità di Piano di Croce, suggerisce un movimento di massa di tipo laminare, mentre la caoticità dell'assetto fa pensare a movimenti di turbolenza all'interno di esse. La presenza dei limitati effetti di welding e il brusco passaggio verso l'alto a zone prive di questi effetti, potrebbero indicare sensibili variazioni verticali di temperatura.

La variabilità della forma dei vacuoli delle pomici da sferici a fortemente stirati suggerisce condizioni prossime all'equilibrio tra la forza di espansione dei gas e la viscosità.

Dalle caratteristiche messe in evidenza da questo studio, si può pensare che le ignimbriti del Vulture si siano formate con un meccanismo intermedio fra quello di un'eruzione di ceneri e quello di una

ignimbrite s. str. con livello esplosivo relativamente alto nella frattura. In tal modo l'energia di quella parte dei gas che esplodevano, determinava la frantumazione più o meno spinta della massa, tanto da arrivare a prodotti nei quali le pomici, anche se numerose, « galleggiavano » in una massa soffice.

Con molta probabilità la messa in posto delle ignimbriti è da collegare a fratture; l'allineamento di numerosi centri vulcanici secondo NE-SO indica una zona di debolezza secondo questa direzione.

I risultati delle ricerche chimiche condotte sulle pomici (pur con i limiti che derivano dal loro grado di alterazione), e la composizione mineralogica delle ignimbriti e dei lahars studiati, permettono di affermare che nel complesso questi prodotti sono di natura trachitica con carattere potassico.

Il magma che produsse le ignimbriti aveva già subito processi di sintesi carbonatica (RITTMANN, 1961) o carbonatica e forse solfatica (BURRI, 1961; HIEKE MERLIN, 1964) o carbonatica e solfatica (AMODIO e HIEKE MERLIN, 1966). Questo è testimoniato dalla presenza nelle ignimbriti di granato melanitico, di inclusi marmorei a silicati di calcio, di inclusi endometamorfici a struttura subvulcanica ricchi di granato e di feldspatoidi del gruppo della sodalite. Questi ultimi inclusi sono inoltre caratterizzati da trasformazioni mica → anfiboli → pirosseni. Queste trasformazioni possono essere legate ad assimilazione di rocce carbonatiche, ma non è escluso che dipendano anche da variazioni della pressione di volatili durante la cristallizzazione.

In questo magma trachitico dovrebbe inoltre essersi realizzato un frazionamento gravitativo più o meno spinto, come indicano l'abbondanza di concentrazioni pirosseniche e le associazioni glomeroporfiriche osservate frequentemente negli inclusi.

In ultima analisi, ricordando che le ignimbriti sono i primi prodotti in affioramento al Vulture, e considerando il notevole volume dei loro depositi e quello dei relativi prodotti rimaneggiati, si può ragionevolmente sostenere il carattere inizialmente potassico del magma del Vulture.

Ciò viene ancor più ribadito dai caratteri delle lave immediatamente successive alle ignimbriti. In particolare le trachiti ad haüyna rinvenute in blocchi attorno a Toppo San Paolo e nella parte basale dei depositi fluviolacustri, sopra le ignimbriti di Piano di Croce, hanno carattere schiettamente potassico; la fonolite ad haüyna e analcime

che costituisce la cupola del Toppo San Paolo attualmente mostra carattere sodico, ma ciò è da legare ai processi di analcimizzazione della leucite (HIEKE MERLIN, 1964) che hanno obliterato, con tutta probabilità l'originario carattere potassico della roccia.

BIBLIOGRAFIA

- AMODIO L. e HIEKE MERLIN O. (1966) - *I proietti inclusi nelle piroclastiti del Monte Vulture (Lucania)*. Mem. Ist. Geol. Min. Univ. Padova, vol. XXV.
- BEMMELEN (VAN) R. W. (1949) - *The Geology of Indonesia*. Vol. IA. Government Printing Office, The Hague.
- BORDET P., MARINELLI G., MITTEMPERGER M., TAZIEFF H. (1963) - *Contribution a l'étude volcanologique du Katmai et de la Vallée des Dix Mille Fumées (Alaska)*. Mem. Soc. Belge de Geol. de Pal. et d'Hydr., Série IN-8°, n. 7, Bruxelles.
- BURRI C. (1959) - *Petrochemische Berechnungs-metoden auf äquivalenter Grundlage*. Birkhäuser Verlag. Stuttgart.
- BURRI C. (1961) - *Vulcano Vesbico e Monte Vulture: analogie nella loro evoluzione magmatica*. Rend. Acc. Scienze Fis. Mat. Soc. Naz. Sc. Lett. Arti, serie 4, vol. XXVII, Napoli.
- BURRI C. (1961) - *Le province petrografiche postmesozoiche in Italia*. Rend. Soc. Min. It. A XVIII.
- DE LORENZO G. (1900) - *Studio geologico del Monte Vulture*. Atti Acc. Sc. Fis. Mat. sez. X, Napoli.
- FORNASERI M., SCHERILLO A., VENTRIGLIA U. (1963) - *La regione vulcanica dei Colli Albani Vulcano Laziale*. Tip. Bardi, Roma.
- HIEKE MERLIN O. (1964) - *Le vulcaniti del settore nord-orientale del Monte Vulture (Lucania)*. Mem. Ist. Geol. Min. Univ. Padova, vol. XXIV.
- HIEKE MERLIN O. (1967) - *I prodotti vulcanici del Monte Vulture (Lucania)*. Mem. Ist. Geol. Min. Univ. Padova, vol. XXVI.
- JOHANSEN A. (1950) - *A descriptive petrography of the igneous rocks*. Vol. I, The University of Chicago Press. Chicago, Illinois.
- LA VOLPE L. e PICCARRETA G. (1967) - *Il vulcanismo quaternario del Monte Vulture in Lucania*. Atti Acc. Gioenia Sc. Nat. in Catania, serie VI, vol. XVIII (Suppl. Sc. Geol.).
- LOCARDI E. e MITTEMPERGER M. (1967) - *Sulla genesi delle ignimbriti*. Rend. Soc. Min. It. A. XXIII.
- MALEYEV E. F. (1966) - *Pyroclastic nature of ignimbrites of southern Kamchatka*. In: Tufflavas and Ignimbrites. Am. Elsevier Publ. Co. New York.
- MARINELLI G. e MITTEMPERGER M. (1966) - *On the Genesis of Some Magmas of Typical Mediterranean (Potassic) Suite*. Bull. Volc., XXIX Napoli.

- MARINELLI G. (1967) - *Genèse des magmas du volcanisme plio-quadernaire des Apennins*. Geol. Rundschau, 57.
- PETROV V. P. (1966) - *Petrologic properties of ignimbrites and tuffaceous lavas and their place among rocks intermediate between lavas and tuffs*. In: Tufflavas and Ignimbrites. Am. Elsevier Publ. Co. New York.
- PICCARRETA G. e RICCHETTI G. (1970) - *I depositi del bacino fluvio-lacustre della Fiumara di Venosa-Matinelle e del Torrente Basentello*. Mem. Soc. Geol. It. vol. IX, fasc. I.
- RITTMANN A. (1961) - *Differenziazione e serie magmatiche*. Rend. Soc. Min. It. a. XVII.
- ROSS C. S., SMITH R. L. (1960) - *Ash flow tuffs: their origin, geologic relations and identification*. U.S. Geol. Survey, Prof. Paper n. 366.
- SERSALE R. (1960) - *Sulla natura zeolitica del tufo «carpatto» della regione vulcanica del Monte Vulture*. Soc. Naz. Sc. Lett. Arti, rend. ser. IV, vol. XXVII, Napoli.
- SHIRINIAN K. G. (1966) - *Ignimbrites and tufflavas (principles of classification and origin with especial reference to Armenia)*. In: Tufflavas and Ignimbrites. Am. Elsevier Publ. Co. New York.
- USTIYEV E. K. (1966) - *Petrologic and geologic problems related to ignimbrites*. In: Tufflavas and Ignimbrites. Am. Elsevier Publ. Co. New York.
- VINCENT P. (1963) - *Le volcanisme ignimbritique du Tibesti occidental (Sahara tchadien). Essai d'interpretation dynamique*. Bull. Vole. Tome 26, Napoli.
- VLODAVETZ V. I. (1966) - *The problem of tufflavas and Ignimbrites*. In: Tufflavas and Ignimbrites. Am. Elsevier Publ. Co. New York.