

A T T I
DELLA
SOCIETÀ TOSCANA
DI
SCIENZE NATURALI
RESIDENTE IN PISA

MEMORIE - SERIE A
VOL. LXXVIII - ANNO 1971

PROCESSI VERBALI 1971

I N D I C E

MEMORIE

GRAZZINI M. - Identificazione di minerali di serpentino nelle breccie di Vincigliata (Firenze)	Pag. 1
GRAZZINI M. - Applicazione del microscopio elettronico a scansione su superfici di minerali	» 19
BALDACCI F., CERRINA FERONI A. - Sul significato delle ofioliti metamorfiche nelle formazioni detritiche triassiche (Verrucano) in rapporto all'evoluzione embrionale della geosinclinale appenninica. (Nota preliminare)	» 25
RIDOLFI G. - La carta delle acclività del bacino dell'Arno	» 42
RAPETTI F. - Le acclività del bacino dell'Arno in rapporto con i caratteri geolitologici	» 62
PLESI G. - Segnalazione di arenarie vulcaniche rimaneggiate negli olistostromi del «macigno» di M. Antessio (Appennino settentrionale) . .	» 105
GRASSELLINI TROYSI M., PENNACCHIONI M. E. - Cristallografia - cristallografia dei dietilditio carbammati di uranile. - V. $\text{NaUO}_2[\text{S}_2\text{CN}(\text{C}_2\text{H}_5)_2]_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ cubico	» 110
FANCELLI GALLETTI M. L. - Ricerche sulla pianura pisana - I ^o Analisi polliniche di sedimenti quaternari lacustri della zona di Pontedera (Pisa)	» 118
CAPEDRI S., LOSCHI GHITTONI A. G. - Sulle rocce della formazione basica Ivrea-Verbanò. 3. Petrografia e evoluzione metamorfica delle rocce filoniane affioranti nella Val Mastallone (Vercelli)	» 135
GIACOMELLI G. P., LARDICCI L. - On the maximum rotation of (S)-1-phenyl-3-methylpentane: determination of the relationship rotatory power-optical purity of (S)-1-phenyl-3-methyl-1-pentanone	» 159
GRIFONI CREMONESI R. - Revisione e studio dei materiali preistorici della Toscana	» 170
MICHELUCCHINI M., PUXEDU M., TORO B. - Rilevamento e studio geovulcanologico della regione del M. Cimino (Viterbo - Italia)	» 301
PUXEDDU M. - Studio chimico-petrografico delle vulcaniti del M. Cimino (Viterbo)	» 329
FERRARI G. A., MAGALDI D., RASPI A. - Studio pedologico del paleosuolo di Monte Longo (Siena)	» 395
DE NEGRI G., RIVALENTI G. - Alcune considerazioni sulla genesi dei giacimenti manganesiferi della Val Graveglia (Liguria)	» 420

PROCESSI VERBALI

Adunanza del 17 febbraio 1971	Pag. 439
Adunanza del 9 giugno 1971	» 440
Adunanza del 21 ottobre 1971	» 441
Assemblea del 9 dicembre 1971	» 442
<i>Elenco dei Soci per l'anno 1971</i>	» 445
<i>Norme per la stampa</i>	» 449

M. MICHELUCCHINI *, M. PUXEDDU **, B. TORO ***

RILEVAMENTO E STUDIO GEO-VULCANOLOGICO DELLA REGIONE DEL M. CIMINO (VITERBO - ITALIA)

Riassunto — E' stato eseguito il rilevamento e lo studio geo-vulcanologico della regione vulcanica del M. Cimino.

I dati geovulcanologici e petrografici hanno consentito di distinguere quattro tipi litologici principali: ignimbriti e duomi quarzolatitici, lave latitiche a grandi fenocristalli di sanidino e lave olivinlatitiche.

Lo studio fotogeologico ha permesso il riconoscimento di quattro sistemi principali di fratture: i due sistemi NO-SE e N-S e i sistemi ad essi ortogonali NE-SO e E-O; i sistemi con orientazioni intermedie sono apparsi meno importanti.

I dati geologici dimostrano che la regione cimina ha subito un sollevamento vulcano-tettonico.

Il lavoro si chiude con una breve sintesi degli eventi geologici e vulcanici che si sono succeduti nella regione cimina.

Résumé — Nous donnons ici les résultats du levé géologique et de l'étude volcanologique et géologique de la région du M. Cimino.

Les données géo-vulcanologiques et pétrologiques permettent de distinguer quatre types lithologiques principaux: ignimbrites, dômes et laves visqueuses contenant de grands phénocristaux de sanidine, laves fluidales.

L'étude photo-géologique a montré l'existence de quatre systèmes principaux de fractures: les deux systèmes NW-SE et N-S et les systèmes perpendiculaires NE-SW et E-W; les systèmes avec des orientations intermédiaires sont moins répandus.

Les données géologiques prouvent que la région du M. Cimino a subi un soulèvement volcano-tectonique.

Pour conclure, nous donnons une brève synthèse des phénomènes géologiques et volcaniques qui se sont succédés dans la région du M. Cimino.

Publicazione n. 7 del Centro di Minerogenesi, Petrogenesi e Tettogenesi dell'Appennino Settentrionale - C.N.R., Pisa.

* Istituto di Mineralogia e Petrografia, Università di Pisa.

** Istituto Internazionale di Vulcanologia del Consiglio Nazionale delle Ricerche, Catania.

*** Istituto Internazionale per le Ricerche Geotermiche del C.N.R., Pisa.

Abstract — Geological map and geo-volcanologic study of M. Cimino volcanic region is described.

Geologic, volcanologic and petrologic data permit us to distinguish four main lithologic types: ignimbrites, lava domes and viscous lavas with great sanidine pre-nocrysts, fluid lavas.

Photogeologic study emphasize four main fracture systems: the systems NW-SE and N-S and related systems NE-SW and E-W; systems with intermediate orientation are less important.

Geologic data prove a volcanic-tectonic uplift of M. Cimino region.

Finally the Authors give a short synthesis of geologic and volcanic events that give the present aspect to M. Cimino region.

INTRODUZIONE E CENNO STORICO

Nell'ambito di un programma di ricerche geotermiche, svolto per conto del Centre International de Recherches Géothermiques sotto il patrocinio dell'O.C.D.E. e dei Governi Italiano e Belga, è stato eseguito il rilevamento e lo studio geo-vulcanologico della regione del M. Cimino (fig. 1).



Fig. 1 - Il M. Cimino visto da N. Sono chiaramente visibili i duomi e alcune colate.

I limiti geografici della regione studiata sono: a O la dorsale di M. Razzano, a N il corso della Vezza — affluente di destra del Tevere —, a E la valle del Tevere da Attigliano a Borghetto, a S approssimativamente la linea spezzata Borghetto-Fabrica di Roma-Viterbo. L'area complessiva del territorio rilevato è di circa 400 Km².

La regione vulcanica del M. Cimino è stata oggetto, anche in passato, di numerosi studi. Fra i più antichi citiamo quelli di L. PARETO [1844], di G. PONZI [1851], di G. VOM RATH [1866], di G. BROCCHI [1878], di A. VERRI [1880], di V. SABATINI [1910], i quali per primi riconobbero e sottolinearono l'affinità tra il vulcanismo del M. Cimino e quello del M. Amiata e della Tolfa. A. STOPPANI, poi, scoprì per primo [1872] che i prodotti vulcanici del Cimino sono più antichi di quelli del vicino apparato di Vico. A questi lavori fanno seguito l'ampia monografia di V. SABATINI [1912] e, in epoca più recente, le pubblicazioni di M. MITTEMPERGER e C. TEDESCO [1963], di U. VENTRIGLIA [1963], di P. P. MATTIAS e U. VENTRIGLIA [1970] ed il nuovo rilevamento del F° 137 della Carta Geologica d'Italia effettuato sotto la direzione di C. D'AMICO e M. DERIU (L. BECCALUVA et Al. [1970]).

A tutt'oggi non esiste, tuttavia, un accordo completo circa le distinzioni petrografiche e la successione cronologica dei prodotti vulcanici del M. Cimino. V. SABATINI [1912] individua quattro tipi litologici principali: peperino delle alture, peperino tipico, colate di oligoclasite (Madonna della Quercia, Madonna di Loreto, S. Lucia, Sterpeto del Signore) e colate di oligolabradorite o labroligoclasite (versante orientale del M. Cimino). Il medesimo Autore, per quanto concerne i rapporti cronologici, riconosce che le colate laviche sono nettamente posteriori alle due varietà di peperino e propende per una priorità dell'oligoclasite rispetto alla oligolabradorite e del peperino delle alture rispetto al peperino tipico. Quest'ultima affermazione è basata su alcuni contatti rilevati in campagna tra i due tipi di peperino e sul riconoscimento di numerosi inclusi di peperino delle alture nel peperino tipico. Per gli stessi motivi M. MITTEMPERGER e C. TEDESCO [1963] ritengono l'ignimbrite cimina («peperino tipico» di Sabatini) posteriore ai duomi di lava («peperino delle alture» di Sabatini). Essi inoltre, riallacciandosi sostanzialmente a V. SABATINI [1912], riconoscono tra i prodotti vulcanici del M. Cimino quattro tipi litologici principali: ignimbrite e duomi di lava a composizione quarzo-latitica, lave più viscoso quarzo-latitiche scure («oligolabradorite» di Sabatini) e più fluide olivin-trachitiche («oligocla-

site» di Sabatini). C. D'AMICO, M. DERIU ed i loro collaboratori [1970], nel rilevamento del F° 137 della Carta Geologica d'Italia, concordano pienamente con M. MITTEMPERGER e C. TEDESCO [1963] per quanto riguarda la cronologia e la definizione dei tipi litologici principali del vulcanismo cimino.

Pareri assai diversi sono stati invece espressi da U. VENTRIGLIA [1963] e da P. P. MATTIAS e U. VENTRIGLIA [1970]. Detti Autori distinguono tra i prodotti vulcanici del M. Cimino tre tipi soltanto: peperino tipico, peperino delle alture e lave radiali (ciminiti). Nel passaggio dai tipi più antichi (peperino tipico) ai più recenti (lave radiali), la composizione magmatica relativa passa, per i due Autori, da normalgranodioritica a normalsienitica, a monzonitdioritica.

Gli Autori del presente studio preferiscono mantenere la distinzione in quattro tipi litologici principali adottata da SABATINI [1912] e da numerosi Autori moderni. Per confermare la validità di una simile scelta viene fornito un breve quadro dei caratteri geomorfologici, macro e microscopici e dei dati modali e chimici.

IGNIMBRITE

Affiora entro un'area di circa 300 Km² con limiti per lo più coincidenti con quelli della presente carta geologica; fa eccezione il limite nord-occidentale, il quale non è rappresentato dalla dorsale di M. Razzano, ma da una linea curva che unisce Viterbo e Vitorchiano, passando per i Fossi dell'Acqua Rossa e del Fornicchio.

L'ignimbrite è oggi in gran parte nascosta dai successivi prodotti del vulcanismo vicano: l'area effettiva dei suoi affioramenti è complessivamente di circa 40 Km². Si trova compresa tra la quota massima di 850 metri s.m. vicino a Fonte Riotrai e le quote minime di 175-180 m s.m. di Fosso delle Mole, vicino a Vasanello, e di Fontana Lesana a SO di Gallese. L'altitudine degli affioramenti ignimbritici oscilla in prevalenza tra 500 e 250 m. Le potenze osservabili sul terreno variano in genere tra 20 e 40 m con punte massime di 70 m (come nel fosso a E di Chia). I sondaggi hanno rivelato invece (ad es. nei pressi di Soriano) potenze fino a 150-200 m. L'altitudine del contatto tra l'ignimbrite e le argille plioceniche lungo l'orlo del plateau cimino mostra frequenti oscillazioni, segno che, prima delle grandi effusioni ignimbritiche, la regione in esame presentava una morfologia assai accidentata per l'esistenza di numerose valli ad

andamento radiale rispetto all'attuale vetta del Cimino. L'ignimbrite cimina presenta quasi sempre la tipica fessurazione prismatica verticale (fig. 2) e talora accenni di pseudostratificazione: lo spessore degli strati varia da un metro circa fino a pochi centimetri (come al contatto con il duomo di Fondo di Paterno e presso Poggio Orlando). La roccia, compatta, di colore grigiastro, talvolta rosa, è spesso trasformata dall'alterazione in una massa terrosa friabilis-



Fig. 2 - Il bordo del plateau ignimbritico cimino visto da un punto situato a E di Chia. Si vedono chiaramente le ondulazioni del substrato argillo-sabbioso e la fessurazione verticale della coltre ignimbritica.

sima o in una sabbia incoerente. Essa mostra per lo più una grana relativamente fine, con individui cristallini che non superano i 5-6 mm di lunghezza; talora però, specie nei pressi di Montalto e di Poggio Orlando, la grana si fa più grossa, conferendo così all'ignimbrite cimina un aspetto di roccia intrusiva. I costituenti fondamentali sono assai ben riconoscibili sul terreno: in particolare vi si individuano facilmente le laminette micacee, che, con la loro abbondanza, spiegano l'origine del nome locale di «peperino» attribuito a tale roccia. Sulla base dei dati macro e microscopici possiamo esclu-

dere l'esistenza di una varietà con feldspati porfirici sostenuta da V. SABATINI [1902, 1912]. Esiste invece in località Fontana Grillara, tra Montalto e la vetta del Cimino, un tipo litologico con caratteri macro e microscopici intermedi tra l'ignimbrite e i duomi, come già aveva notato in linea generale lo stesso V. SABATINI [1912]. La struttura pipernoide a fiamme (fig. 3) è estremamente diffusa: manca soltanto lungo l'orlo del plateau cimino e nelle parti a grana maggiore localizzate nei pressi di Montalto e Poggio Orlando. Le fiamme, che mostrano la tipica forma a disco, hanno un diametro compreso tra pochi cm e 1 m ed uno spessore variabile tra pochi mm e 30-40 cm. Le analisi modali e chimiche non hanno rivelato differenze sostanziali tra le fiamme e la matrice circostante. Lungo il bordo del plateau cimino l'ignimbrite è formata da pomici bianco-giallastre, di dimensioni generalmente non superiori a pochi cm (fig. 4): esse non presentano mai tracce di schiacciamento e appaiono solo debolmente saldate tra loro. Talora alla base di una coltre ignimbritica (ad es. presso il ponte della Volpara vicino a Bagnaia e sulla strada di Vitorchiano-Madonna della Quercia, a qualche centinaio di metri da Vitorchiano) si nota una breccia formata da numerosi frammenti a spigoli vivi, di dimensioni comprese tra pochi cm e 20-30 cm, derivati da duomi più antichi o dalla parte basale dell'ignimbrite sbriciolata e rimessa in moto dopo un precoce consolidamento.

E' probabile che il plateau cimino abbia avuto origine dalla messa in posto di due o più coltri ignimbritiche ravvicinate nel tempo. Si spiegherebbero così le notevoli potenze osservate e la grande uniformità di composizione mineralogica e chimica sia in senso verticale che in senso orizzontale. Al riguardo numerosi Autori come R. L. SMITH [1960, 1961], C. S. ROSS [1961], R. H. BLANK [1965], M. MITTEMPERGER [1962] attribuiscono coperture ignimbritiche potenti ed omogenee, dotate di forte grado di saldatura, alla messa in posto di svariate cooling units molto ravvicinate nel tempo e molto simili per composizione mineralogica e chimica. Nel caso dell'ignimbrite cimina tale ipotesi è corroborata dalla suddivisione della copertura ignimbritica in due coltri ben distinte, riconoscibili nel citato fosso a E di Chia (fig. 5). La coltre inferiore, compatta e ricca di fenocristalli in prossimità della base, appare in alto costituita soltanto da pomici povere in fenocristalli e debolmente cementate. Il lembo superiore consta unicamente di pomici simili, per composizione chimica e mineralogica, a quelle del lembo sottostante.



Fig. 3 - Curva lungo la strada Vitorchiano-Grotte S. Stefano: un particolare della struttura pipernoide dell'ignimbrite. La sezione riprodotta è ortogonale al piano di giacitura delle fiamme. Sono anche visibili alcuni inclusi.



Fig. 4 - Chia. Lungo l'orlo del plateau cimino appare evidente la natura pomicea della coltre ignimbrítica.



Fig. 5 - Chia. Nel fosso a E di Chia sono chiaramente distinguibili due coltri ignimbristiche successive.

Al microscopio l'ignimbrite cimina risulta formata da un insieme caotico di fenocristalli rotti e di frammenti cristallini immersi in una pasta costituita da brandelli di vetro filamentoso e materiale vetroso molto fine. Le schegge di vetro aderiscono plasticamente ai contorni cristallini e non di rado appaiono come materiale spremuto negli interstizi tra i cristalli e nelle insenature di riasorbimento degli individui di sanidino. Hanno così origine le strutture pseudo-fluidali così tipiche di molte ignimbriti. Nell'ignimbrite cimina i sialici sono assai più abbondanti dei femici: tra questi ultimi la biotite e l'iperstene sono stabili, il pirosseno monoclinico scarseggia e l'olivina è rara. Analisi modali di campioni, prelevati a distanze crescenti dalla vetta del Cimino (cioè dalla probabile zona di fuoriuscita) e a profondità crescenti all'interno della copertura ignimbritica, hanno rivelato solo lievi differenze in nessun modo significative. Al riguardo diamo i risultati di una media di analisi modali eseguite su 46 sezioni dell'ignimbrite cimina:

Plagioclasio	19.8
Sanidino	12.7
Biotite	8.1
Iperstene	3.3
Pirosseno monoclinico	1.5
	<hr/>
Totale fenocristalli	45.4
Pasta di fondo	54.6

Anche da un punto di vista chimico non si notano sostanziali differenze rispetto ai duomi. Citiamo, per un opportuno confronto, le analisi dei campioni MCO397, ricavato dall'ignimbrite a grana più grossa che affiora a Poggio Orlando, a SO di Soriano, e MCO421, proveniente dal duomo di S. Antonio (M. PUXEDDU [1971]):

	MCO397	MCO421
SiO ₂	61,26	61,88
Al ₂ O ₃	15,96	16,35
Fe ₂ O ₃	0,89	2,58
FeO	3,16	2,09
MnO	0,10	0,11
MgO	2,23	2,18
CaO	4,58	3,68
Na ₂ O	2,37	2,46

K_2O	5,71	5,55
TiO_2	0,78	0,89
P_2O_5	0,29	0,27
H_2O^-	0,27	0,55
H_2O^+	2,00	1,46
	99,60	100,05

DUOMI DI LAVA

Affiorano su di una superficie complessiva di poco superiore a 10 Km² e comprendono una cinquantina di rilievi talora riuniti in strutture complesse, come intorno a Canepina. Vi si riconoscono alcuni gruppi principali: il primo è situato tra la strada Soriano-Bagnaia e la vetta del Cimino e comprende i duomi di Soriano, Fondo di Paterno, Ciliano, Turello, Roccaltia, alcune lingue isolate lungo la medesima strada (es. in località Tre Camini), il Monte di Vitorchiano, S. Antonio, M. Nestore, Montecchio, Fornaci di Bagnaia, Montalto, la Rocchetta, S. Valentino (fig. 6) ed un duomo

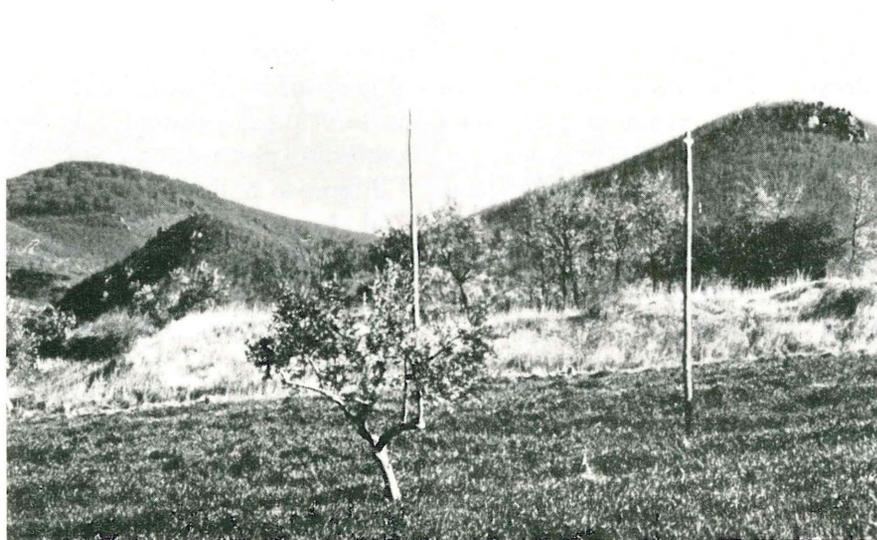


Fig. 6 - Visibili in primo piano da destra i duomi di S. Valentino e la Rocchetta. Sullo sfondo a sinistra la vetta del M. Cimino.

molto basso, formato da più rilievi tra loro anastomizzati, posto a S di Montalto e la Rocchetta. Eccentrici rispetto a questo gruppo sono a O M. la Palanzana e a N i tre duomi di Casale Pocci, Villino Maria e Casale Porciani allineati NO-SE. Il secondo gruppo, nei pressi di Canepina, comprende i duomi di La Pieve, S. Vittore, Canepina, S. Nicolaro, Monterone, M. Pizzo, Selvaticeto, Bazzolino e quello di Valle S. Maria situato a SE di M. Pizzo. Esistono anche, a S di questo gruppo, due allineamenti appenninici: uno lungo la direttrice Monterone-M. Pizzo, di cui fanno parte Poggio Paciano, M. Festo, Poggio Castello e Menica Marta; l'altro, lungo la direzione Canepina-S. Vittore, composto dai duomi di Fosso di Piomboli, la Torricella, M. Casale e la Madonnella. E' da segnalare infine, in località Bandita lungo la strada Vignanello-Fabrica di Roma, una piccola lingua di duomo assai eccentrica rispetto agli allineamenti citati.

I duomi in genere formano rilievi di forma sub-conica. Talora hanno forma conica abbastanza regolare, fianchi ripidi, pendenza uniforme; in qualche caso al contatto con l'ignimbrite, hanno prodotto in questa profondi disturbi nella pseudostratificazione, in origine quasi perfettamente orizzontale, e una vistosa alterazione. In altri casi presentano fianchi concavi, con pendenza decrescente dal centro alla periferia, e talora danno origine, per sventramento, a corte e tozze lingue di lava. Esempi molto belli sono forniti dalle lingue di lava dei duomi di Turello e Roccaltia e del duomo complesso di Canepina; così M. Festo è costituito da due lingue che partono dalla vetta in direzioni opposte. Talora i duomi e le loro lingue formano rilievi tra loro anastomizzati (es.: i duomi di S. Valentino, la Rocchetta, Montalto ed il duomo a S di Montalto). Esistono pure coppie di duomi: ad es. M. Nestore e S. Antonio, Turello e Roccaltia. La vetta dei duomi appare costituita da grandi massi che spesso raggiungono volumi dell'ordine di alcune decine di m³; al contrario, nelle parti periferiche del rilievo, sono presenti soltanto blocchi di piccole dimensioni.

La roccia, di cui sono formati i duomi, presenta colore rosa vinato, talora grigio nerastro, e struttura porfirica per la presenza di numerosi individui di sanidino lunghi alcuni cm, spesso geminati Karlsbad, in genere assenti nelle lingue di duomo («peperino delle alture senza feldspati porfirici» di V. SABATINI [1902]). Visibili macroscopicamente sono anche numerosi cristalli di biotite, plagioclasio e pirosseno. Nelle lingue si notano frequenti bolle isorientate e cavità contenenti ossidi di origine fumarolica; spesso per fenomeni

di autoclasi appaiono costituite da un ammasso caotico di frammenti a spigoli vivi, di dimensioni molto variabili, immersi in una pasta terrosa rossastra (es.: lingue di Turello e del Monte di Vitorchiano). La roccia dei duomi è spesso trasformata, dai fenomeni di autopneumatolisi e dagli agenti atmosferici, in una massa friabilissima.

Al microscopio la roccia appare costituita da numerosi cristalli di plagioclasio, sanidino, biotite, iperstene, poco pirosseno monoclino e rari individui di olivina immersi in una pasta microcristallina o granofirica.

La media di 14 analisi modali eseguite su 128 sezioni complessive ha dato i seguenti risultati:

Plagioclasio	18.8
Sanidino	4.9
Biotite	8.0
Diopside	2.3
Iperstene	2.7
	<hr/>
Totale fenocristalli	2.7
Pasta di fondo	63.3

Tale media non tiene conto dei grandi fenocristalli porfirici di sanidino, per cui è certo che la percentuale del sanidino e, di conseguenza, quella del totale dei fenocristalli sono un po' più alte.

Al pari dell'ignimbrite i duomi sono caratterizzati da una prevalenza dei sialici sui femici, da basse percentuali di pirosseno monoclino, da sporadica comparsa di granuli di olivina e da numerosi individui di biotite e iperstene, generalmente freschi.

LAVE LATITICHE

Le lave latitiche formano, in prevalenza sul lato orientale del Cimino, grandi colate per un'area complessiva leggermente inferiore ad una decina di Km². Le pendenze oscillano tra un massimo del 50% a N-NO del Cimino, nei pressi della vetta, ed un minimo del 7% a Poggio S. Venanzio e a Pian delle Colti: il valore medio si aggira sul 25-30%. In base alla morfologia è possibile riconoscere l'esistenza di numerose colate: una di esse parte dalla vetta, passa per i Crociali,

Sasso le Mine, Colliciano e Poggio S. Venanzio (che forse costituisce un centro effusivo a sé stante); un'altra, superate le località di Crociali, Cozzano, Pian delle Colti, si divide in tre rami: il primo arriva fino a Tre Fontanelle e Bastia, il secondo raggiunge la chiesa di S. Giorgio, immediatamente a SE di Soriano, ed il terzo passa per Casale Sinibaldi e Cicella. La colata della cava della Colonna, attribuita da V. SABATINI [1912], da P. P. MATTIAS e U. VENTRIGLIA [1970] e da C. D'AMICO, M. DERIU e loro collaboratori [1970] alle colate più basiche, appartiene invece al tipo lavico più acido, di composizione latitica. Infatti, nonostante forti somiglianze macro e microscopiche con le lave fluide, emesse nell'ultima fase del vulcanismo cimino, essa presenta caratteri che non lasciano dubbi sulla sua identità: sul terreno la forma tozza e corta e la considerevole potenza, ben riconoscibile sul fronte di cava della Colonna, ricordano le colate più acide anziché quelle più basiche finali; analoga somiglianza con il tipo latitico appare in due analisi, una di H. S. WASHINGTON [1917] e l'altra di M. MITTEMPERGER e C. TEDESCO [1963], eseguite sulla roccia della cava della Colonna. La colata di lava compresa tra Turello-Roccaltia e M. S. Antonio-M. Nestore, collocata da tutti gli Autori (V. SABATINI [1912]; M. MITTEMPERGER e C. TEDESCO [1963]; P. P. MATTIAS e U. VENTRIGLIA [1970]; C. D'AMICO, M. DERIU e collaboratori [1970]) tra le lave finali (olivinlatitiche), è stata invece da noi attribuita al precedente tipo latitico. Infatti, nonostante l'apparente fluidità, denunciata dall'aspetto geomorfologico, e la comparsa di facies superficiali che l'avvicinano alle lave olivinlatitiche, essa presenta in genere caratteri macroscopici e composizione chimica che rendono indubbia la sua appartenenza al tipo lavico più viscoso precedente. Analogamente in località i Crociali e lungo la strada per la Faggeta, in prossimità del bivio con la strada Soriano-Colonna, affiorano lave, che, per i caratteri macroscopici, vengono annoverate da P. P. MATTIAS e U. VENTRIGLIA [1970] tra le ciminiti (corrispondenti alle lave finali). L'impossibilità di riconoscere sul terreno vere e proprie colate, cui si possano riferire le lave suddette, ci ha indotto a considerarle come facies locali e superficiali delle colate più acide.

Al microscopio le lave latitiche presentano struttura porfirica olocristallina: i fenocristalli sialici prevalgono leggermente sui femici, tra i quali abbonda il pirosseno monoclino. Assai variabili le percentuali di biotite, in genere molto alterata; poco stabile e scarso l'iperstene, che presenta sempre vistosi segni di riassorbimento in-

sieme a cenni d'inizio di trasformazione in pirosseno monoclino. L'olivina, per quanto scarsa, è sempre presente.

La media di 8 analisi modali per complessive 44 sezioni ha dato i seguenti risultati:

Plagioclasio	11.9
Sanidino	4.0
Biotite	5.0
Diopside	7.8
Iperstene	1.2
Olivina	0.5
	<hr/>
Totale fenocristalli	30.4
Pasta di fondo	69,6

Anche in questo caso non rientrano nel computo i grandi fenocristalli di sanidino.

P. P. MATTIAS e U. VENTRIGLIA [1970] non accettano la distinzione tra i duomi e le lave viscose successive, introdotte per la prima volta da SABATINI e ritenuta valida da tutti gli altri studiosi moderni. I suddetti Autori, basandosi sui dati geologici e petrografici in loro possesso, ritengono che il passaggio tra i duomi e le lave suddette avvenga senza soluzioni di continuità. A nostro avviso invece la distinzione tra i due tipi litologici rimane valida. Per meglio illustrarla riassumiamo brevemente le principali differenze macro e microscopiche riscontrabili tra i duomi e le lave latitiche. I primi si presentano in genere come rilievi di forma conica e appaiono costituiti da una roccia di color rosa vinato, ricca di fenocristalli ed in particolare di individui di sanidino; al microscopio la roccia presenta spesso la tipica struttura granofirica, un predominio netto dei fenocristalli sialici su quelli femici, biotite ed iperstene sempre abbondanti e stabili, pirosseno monoclino scarso e cristalli olivinici poco frequenti. Le lave latitiche formano colate brevi e tozze, di notevole potenza; sul terreno la roccia si presenta di colore grigio-nerastro scuro, con grossi fenocristalli di sanidino talora abbondanti, ma sempre in percentuali nettamente inferiori a quelle riscontrate nei duomi; al microscopio il numero dei fenocristalli femici appare all'incirca eguale a quello dei sialici: abbonda il pirosseno monoclino, mentre biotite ed iperstene sono, in genere, scarsi e profondamente riassorbiti; appaiono sempre alcuni granuli di olivina.

Nei diagrammi costruiti in base ai dati chimici (M. PUXEDDU [1971]) si vede che la composizione dei duomi presenta una notevole dispersione; al contrario i punti rappresentativi dei vari campioni di lave latitiche sono molto ravvicinati. Tra i due tipi litologici esiste un iatus solo in parte colmato da pochi termini di passaggio. Infatti, su nove campioni di lave latitiche analizzate, soltanto due hanno una posizione intermedia tra i duomi più basici e le lave dette; gli altri sette campioni formano un gruppo compatto nettamente distinto rispetto ai duomi più basici. In particolare, nel passaggio dai duomi alle lave, si nota una forte diminuzione di SiO_2 , Al_2O_3 , un forte aumento di CaO , MgO , un leggero calo di Na_2O , un lieve incremento di $\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$, di K_2O , P_2O_5 , TiO_2 , MnO .

Lo stesso discorso può esser ripetuto per il passaggio dalle lave latitiche alle successive olivinlatitiche. Proprio la citata distribuzione dei punti rappresentativi nei diagrammi, desunti dalle analisi chimiche, ci ha indotti a mantenere la distinzione tra i duomi e le lave latitiche ripudiata da P. P. MATTIAS e U. VENTRIGLIA [1970].

Per illustrare in modo definitivo le differenze tra i due tipi litologici, diamo i risultati dell'analisi effettuata sul campione di lava latitica MCO418 raccolto sulla strada della Faggeta a 800 m s.m. e proveniente dalla colata di Fontana della Grillara:

MCO418	
SiO_2	58,66
Al_2O_3	14,93
Fe_2O_3	2,07
FeO	2,96
MnO	0,12
MgO	4,45
CaO	6,25
Na_2O	1,98
K_2O	5,50
TiO_2	0,94
P_2O_5	0,33
H_2O^-	0,59
H_2O^+	1,06
	99,84

LAVE OLIVINLATITICHE

Formano quattro grandi colate che ricoprono un'area complessiva di circa 5-6 Km². La colata probabilmente più antica, lunga circa Km 7.5, parte da un centro effusivo sito a 978 m s.m. a S del Cimino, passa tra le località di Menica Bassa e Piangoli, si incunea tra la Palanzana e S. Valentino e si ferma a breve distanza dall'abitato di Madonna della Quercia. Un'altra colata, di 3 Km circa, comincia poco a N di Fonte Riotrai, passa tra i duomi di Montalto e S. Antonio e, dopo aver assunto una direzione N-S conseguente all'incontro con il Monte di Vitorchiano, si divide in due rami: uno che raggiunge la località di Spinacceto, l'altro che lambisce la ferrovia Roma Nord in prossimità del Km 2 della strada Soriano-Pallone. Una terza colata diventa visibile a partire da una quota di 700-750 m s.m. lungo la mulattiera per Fontana della Grillara, si allarga progressivamente a valle, passando tra M. Turello e M. Ciliano, e, all'altezza della strada Soriano-Pallone, si divide a raggera in quattro lingue: la più orientale di esse raggiunge quasi Poggio S. Lorenzo, la seconda passa per S. Lucia e termina poco oltre Casa Bigattiera, la terza passa per Poggio Morone e Casa Alessandrini ed arriva quasi a toccare la strada Ortana in prossimità di Casale Castellani, l'ultima (la più occidentale) raggiunge Poggio Petreto e Poggio Tondo. Un'altra grande colata inizia nei pressi di Poggio Orlando, attraversa per vasto tratto la strada della Faggeta, supera la località di Fondo di Paterno e si divide, all'altezza della strada Soriano-Pallone, in due rami: uno che forma l'interfluvio tra Fosso di Acqua Fredda e Fosso degli Orti, l'altro che raggiunge e supera la chiesina della Madonna di Loreto.

Esistono poi, a NE di Soriano, alcuni affioramenti poco estesi di lave con caratteri macro e microscopici che ricordano quelli delle lave olivinlatitiche. Si tratta, con tutta probabilità, di piccole eruzioni eccentriche in tutto simili a quelle che hanno dato origine ai duomi periferici più lontani dalla vetta del Cimino (Bandita, La Maddonnella, ecc.).

Nella Faggeta affiora, a E della vetta, una roccia rossastra molto bollosa, simile a quella che forma le parti alte del condotto vulcanico di Radicofani. Sono probabilmente rocce di un lago di lava consolidato, che, insieme alle emissioni laviche olivinlatitiche, chiude l'attività vulcanica del Cimino.

Da un rapido sguardo d'insieme si nota che le colate finali presentano una forma svasata a valle; nelle parti alte, prossime alle bocche di fuoriuscita, per la grande velocità di scorrimento, dovuta alla forte pendenza, la colata formava un velo sottile presto asportato dall'erosione e riconoscibile oggi solo dalla presenza di frequenti blocchi erratici di lava a monte delle grandi colate; a valle, invece, le deboli pendenze determinarono velocità di avanzamento inferiori, con possibilità di accumulo su ampie estensioni (es. tra M. Cimino e M. Turello).

La potenza delle colate olivinlatitiche oscilla tra pochi dm e pochi m. Talora vi si osserva una pseudostratificazione; frequente anche la suddivisione in blocchi, soprattutto verso il centro delle lingue laviche. A differenza delle precedenti lave latitiche, quelle di olivinlatite mostrano sempre numerose bolle, spesso isorientate secondo la direzione di flusso. In prossimità del contatto con il terreno sottostante la lava presenta spesso un vistoso aspetto scoriaceo ed un colore rossastro, diffuso anche nella roccia a contatto, dovuto all'azione dei gas di origine fumarolica. La roccia è in genere di colore grigio chiaro, talora, specie nei punti più freschi, nero cupo; visibili a occhio nudo piccoli fenocristalli di sanidino, plagioclasio, pirosseno ed olivina. La colata di Madonna della Quercia presenta una maggiore acidità dovuta a numerosi fenocristalli di sanidino di 1-2 cm di lunghezza. Alterandosi, le lave olivinlatitiche si trasformano in una roccia grigio chiara, terrosa e molto friabile; in genere, tuttavia, la roccia è fresca e compatta. La piccola potenza in rapporto alla notevole estensione delle colate, la bollosità, la bassa percentuale di fenocristalli indicano che le lave olivinlatitiche erano molto più fluide delle precedenti lave latitiche.

La media delle analisi modali, eseguite nelle quattro grandi colate (32 sezioni), è la seguente:

Plagioclasio	4,1
Sanidino	2.5
Biotite	0.7
Diopside	8.8
Iperstene	0.5
Olivina	5.0
	<hr/>
Totale fenocristalli	21,6
Pasta di fondo	78.4

Tra le analisi chimiche la più significativa è quella del campione MCO413 raccolto lungo la strada Soriano-Pallone nella lingua lavica di S. Lucia (M. PUXEDDU [1971]):

	MCO413
SiO ₂	52,45
Al ₂ O ₃	14,19
Fe ₂ O ₃	2,78
FeO	2,92
MnO	0,13
MgO	8,48
CaO	6,45
Na ₂ O	1,42
K ₂ O	6,26
TiO ₂	1,16
P ₂ O ₅	0,27
H ₂ O ⁻	1,20
H ₂ O ⁺	2,17
	<hr/>
	99,88

Secondo P. P. MATTIAS ed U. VENTRIGLIA [1970] le lave olivinlitiche sarebbero «estrusioni dicchiformi riempienti sistemi di fratture dei fianchi del M. Cimino», che, solo nelle parti terminali, avrebbero originato vere e proprie lingue laviche. Gli argomenti citati dagli Autori, a sostegno della loro ipotesi sono:

- a) la disposizione radiale delle colate;
- b) l'andamento dei vari affioramenti con le numerose rotture di pendio;
- c) la grande abbondanza di blocchi laterali al nucleo centrale;
- d) l'andamento a schiena d'asino.

Gli argomenti *a)* e *d)* non ci sono parsi sufficienti; infatti il sollevamento delle argille plioceniche nelle parti centrali del complesso vulcanico cimino e la presenza, nel substrato pliocenico, di paleovalli radiali anteriori all'attività vulcanica, riconoscibili lungo l'orlo del plateau, dimostrano come l'area del Cimino sia stata interessata, prima della messa in posto delle ignimbriti, da un intenso sollevamento vulcano-tettonico. Prima delle ultime effusioni laviche l'erosione scavò, in prevalenza nella copertura ignimbratica, nume-

rose valli radiali in cui si incanalarono le colate olivinlatitiche. In seguito, per un fenomeno di inversione di rilievo, le lingue laviche produssero interfluvi con la tipica forma a schiena d'asino, considerata invece dagli Autori suddetti come una prova a sostegno della loro ipotesi. Inoltre, almeno per la loro formulazione non chiara, gli argomenti *b*) e *c*) non ci sembrano in alcun modo probanti. I caratteri dei capi *b*) e *c*) potrebbero benissimo riferirsi ad una normale colata di lava. Infine, se le lingue di lava olivin-latitica fossero estrusioni dicchiformi, i processi erosivi le avrebbero messe a nudo sotto forma di muraglie, rispetto alle formazioni circostanti più friabili e alterate, come accade spesso ai dicchi veri e propri. Si tratta di un aspetto inconfondibile che non è stato mai osservato nelle colate olivin-latitiche cimine.

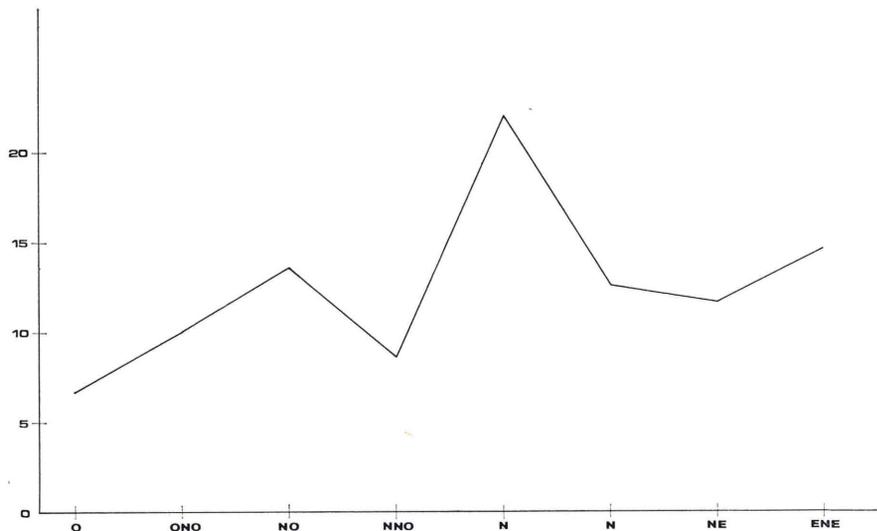
TETTONICA

Per quanto riguarda la tettonica è stata eseguita una carta delle fratture (fig. 7): da questa sono stati ricavati i diagrammi di frequenza delle direzioni di frattura per ognuna delle tavolette maggiormente interessate dal rilevamento (fig. 8a, b, c) e per la regione cimina nel suo insieme (fig. 9).

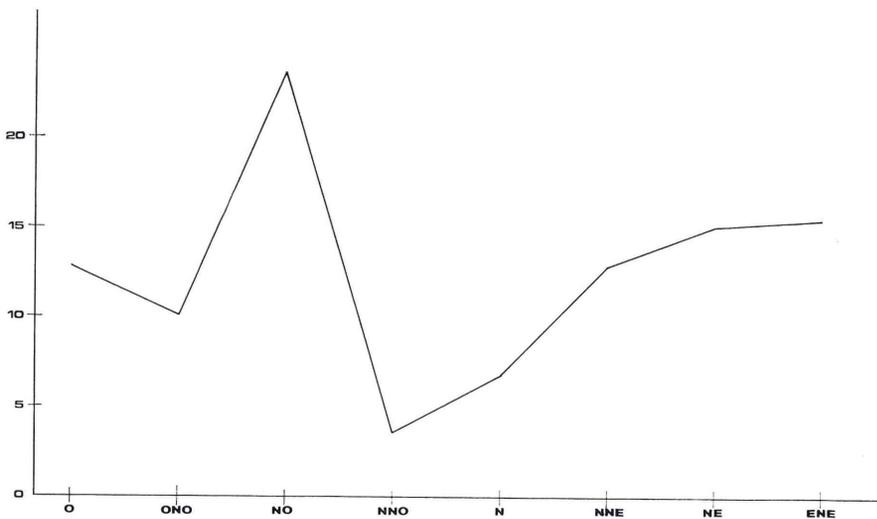
Da quest'ultimo diagramma si deduce una leggera prevalenza del sistema appenninico NO-SE sugli altri sistemi di fratture, tutti, più o meno, ugualmente sviluppati: tra di essi i più importanti sono il sistema antiappenninico NE-SO, i due sistemi tra loro ortogonali N-S ed E-O ed il sistema ENE-OSO. Esaminando in dettaglio le singole tavolette del F° 137 (Viterbo), si nota che il sistema appenninico raggiunge il massimo sviluppo nelle tavolette III SE (S. Martino al Cimino) e II NO (Soriano nel Cimino); il sistema N-S predomina sugli altri nelle tavolette III NE (Viterbo) e II NE (Orte); infine il sistema antiappenninico è molto sviluppato nella tavoletta II NE (Orte).

Lo studio fotogeologico e l'osservazione sul terreno non hanno permesso, invece, di riconoscere con sicurezza l'esistenza, nella regione cimina, di grandi faglie regionali recenti. Sembra tuttavia, in base a dati geologici, che il plateau ignimbrico sia ovunque delimitato da grandi faglie dirette: a N esse hanno dato origine alle importanti manifestazioni termali di Pranzovico e del Piano della Colonna; lungo il corso della Vezza esse hanno provocato l'abbas-

samento delle argille della riva sinistra rispetto a quelle della riva destra; infine tre di esse, due antiappenniniche ed una appenninica, hanno influenzato l'andamento di questo affluente del Tevere, lun-



III NE



III SE

Fig. 8 A

go la spezzata Poggio Ferraccio-Coste Palombara-Podere Corradini-Centrale. A NE e ad E la presenza di grandi faglie dirette NO-SE è testimoniata dalla direzione prevalente del corso del Tevere, dallo

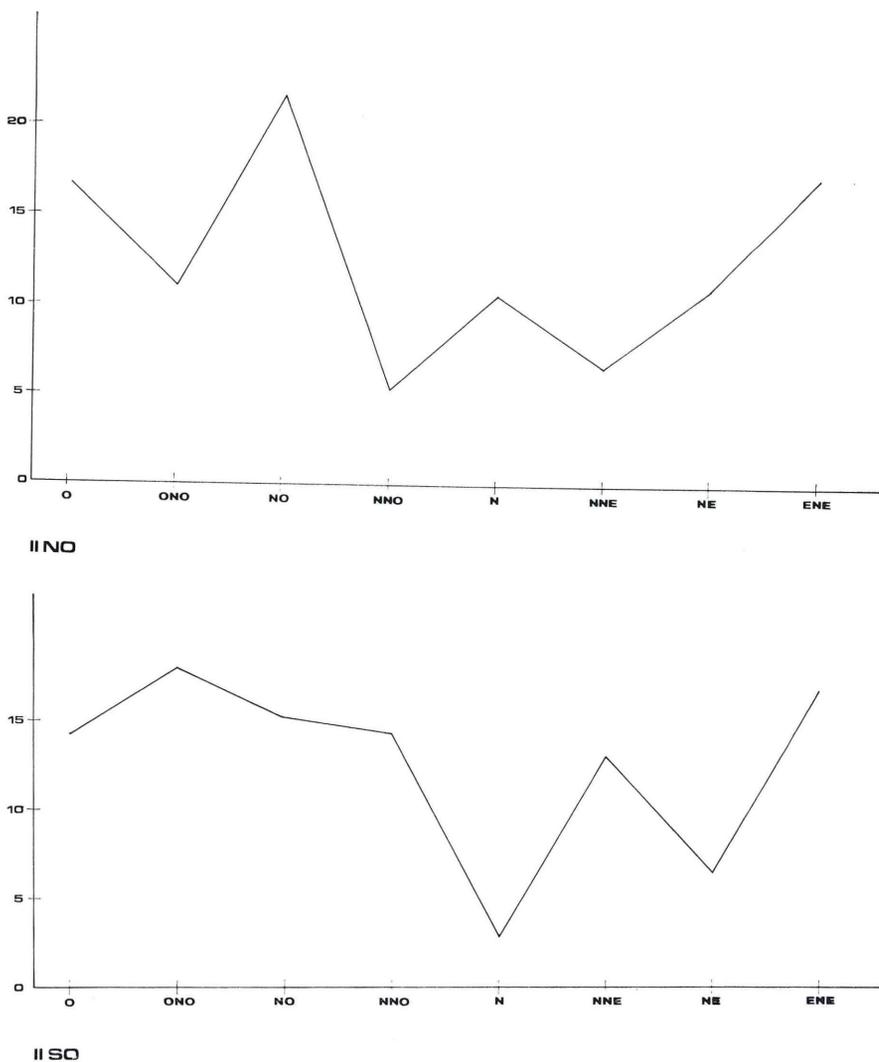
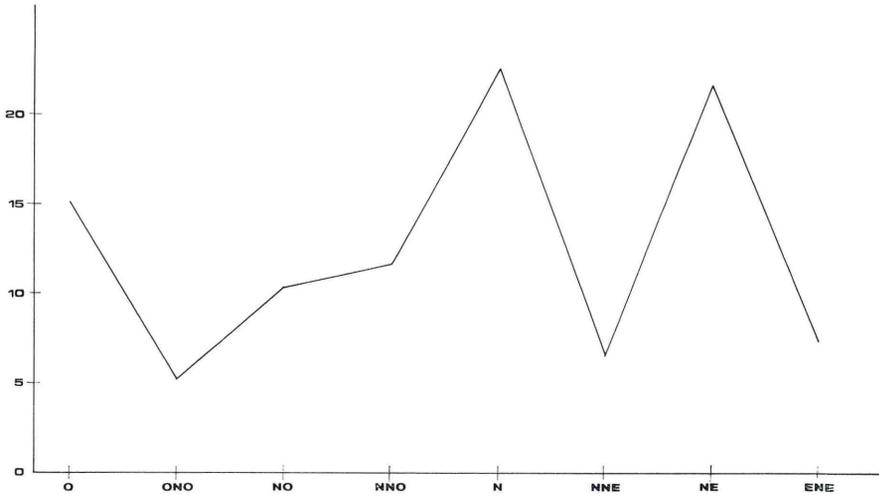


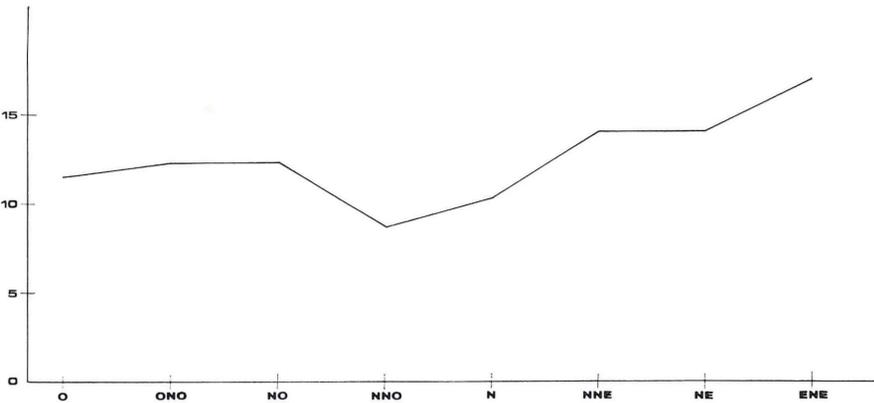
Fig. 8 B

allineamento di manifestazioni termali e di sorgenti minerali o di banchi di travertino (Renicci, il Laghetto, Pietre Bianche) e dal sollevamento delle ghiaie della riva destra del Tevere rispetto a quelle

della riva sinistra, più lontane dal Cimino. Una o più faglie N-S molto importanti hanno reso possibili le risalite di acque termali che hanno determinato la deposizione di grandi banchi travertinosi



II NE



II SE

Fig. 8 C

a O di Viterbo. Infine una grande faglia appenninica è segnalata dall'allineamento NO-SE dei duomi di Monterone, M. Pizzo, Valle S. Maria, Poggio Paciano, M. Festo, Poggio Castello e Menica Marta.

La tettonica sin qui descritta, a carattere distensivo, avrebbe avuto inizio a partire dal Miocene Superiore; in un secondo tempo, alla fine del Pliocene, alcune grandi faglie si sarebbero formate o rimesse in movimento (G. P. BRANDI et al. [1970]). Sempre durante il Pliocene la regione cimina avrebbe subito, a nostro avviso, un vistoso sollevamento vulcanotettonico, conseguente alla messa in posto di uno stock intrusivo (tuttora testimoniata dalla presenza di una forte anomalia negativa della gravità) in corrispondenza del Cimino. Esistono numerose prove geologiche a sostegno di tale ipotesi. In breve ecco le principali:

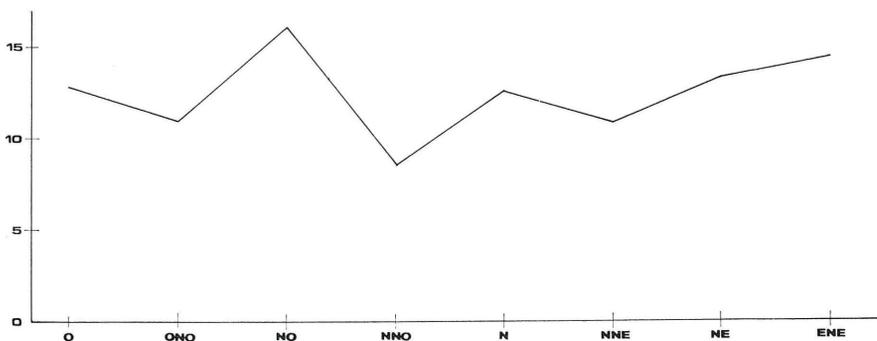


Fig. 9

a) il substrato argillo-sabbioso, su cui poggiano le ignimbriti, presenta, come già detto, lungo il bordo del plateau frequenti ondulazioni, che testimoniano l'esistenza di paleovalli radiali scavate dall'erosione in un rilievo preesistente all'inizio dell'attività vulcanica.

b) procedendo verso la vetta del Cimino, s'incontrano numerosi affioramenti di argille sollevate anche di alcune centinaia di metri rispetto alla argille dell'orlo del plateau cimino. In molti casi tuttavia tale sollevamento può esser dovuto alla messa in posto di alcuni duomi.

c) la parte centrale del complesso vulcanico cimino si eleva di alcune centinaia di metri sul plateau ignimbritico circostante: anche in questo caso il sollevamento è solo in parte attribuibile ai duomi.

d) la forma semicircolare del plateau ignimbritico, oggi riconoscibile soltanto a N della vetta del Cimino, e la scoperta a S, in mez-

zo alle vulcaniti vicane, di numerosi affioramenti dell'ignimbrite cimina, fanno supporre che questa si sia uniformemente diffusa in tutte le direzioni, a partire da una zona centrale sollevata.

EVOLUZIONE NEL TEMPO DELLA REGIONE CIMINA E DEL SUO APPARATO VULCANICO

Sulla base dei dati geologici e chimico-petrografici possiamo schematizzare la successione degli eventi vulcanici e tettonici, che hanno interessato la regione cimina, nel modo seguente:

— Nel tardo Miocene ha inizio una fase tettonica a carattere distensivo, seguita, durante il Pliocene, dal sollevamento vulcano-tettonico della regione in argomento. Secondo G. P. BRANDI et al. [1970], alla fine del Pliocene inferiore un secondo episodio distensivo porta all'emersione dal mare pliocenico di una piccola dorsale, formata soprattutto dall'affioramento del flysch di Ferento, 5 Km circa ad E della dorsale di M. Razzano. L'attività vulcanica comincia all'inizio del Quaternario con la messa in posto delle prime coltri ignimbritiche cimine; un campione dell'ignimbrite cimina, raccolto 1 Km ad E di Viterbo, ha rivelato un'età assoluta di 1.35 ± 0.05 M.A. (M. NICOLETTI [1969]). Ognuna delle varie effusioni ignimbritiche, avvenute a più riprese in un lasso di tempo geologicamente breve, si è conclusa con la messa in posto di duomi di lava. Una delle lingue del duomo di Turello ha fornito un'età assoluta di $1,01 \pm 0,05$ M.A. (M. NICOLETTI [1969]). Tuttavia, per mancanza di un numero sufficiente di datazioni assolute, non esiste ancora, fra gli studiosi, una concordanza di vedute circa i rapporti cronologici tra l'ignimbrite cimina ed i duomi. Tutti gli Autori antichi, seguiti da alcuni moderni (quali: M. MITTEMPERGER e C. TEDESCO [1963]; C. D'AMICO, M. DERIU e collaboratori [1970]), considerano i duomi anteriori all'ignimbrite. Gli argomenti addotti a favore di tale ipotesi sono:

- a) presenza di numerosi inclusi di duomi nell'ignimbrite;
- b) comparsa di frammenti di duomi nelle breccie basali della ignimbrite.

U. VENTRIGLIA [1963, 1970] e P. P. MATTIAS [1970] sostengono la priorità dell'ignimbrite rispetto ai duomi. Le prove, a sostegno di tale ipotesi, sono:

a) presenza, sopra l'ignimbrite, di corte lingue di lava derivate dallo sventramento di duomi (es.: le lingue dei duomi di Turello e Roccalta, visibili lungo la strada Soriano-Pallone);

b) disturbo della pseudostratificazione orizzontale dell'ignimbrite ad opera di duomi (ad es.: lungo la nuova strada della Forestale che porta dall'abitato di Soriano alla strada della Faggeta).

c) vistosa alterazione nell'ignimbrite al contatto con duomi.

Data anche la notevole potenza raggiunta spesso dall'ignimbrite, è molto improbabile che la sua messa in posto sia avvenuta nel corso di una sola emissione. Al contrario sembra agli scriventi che nell'area del M. Cimino si siano succedute, a breve distanza di tempo, due o più eruzioni ignimbritiche, terminate ognuna con la messa in posto di duomi di lava in seguito alla degassazione ed all'aumento di viscosità del magma. Tale ipotesi, oltre a rendere conto delle notevoli affinità chimiche e petrografiche tra duomi ed ignimbrite, permette di conciliare gli argomenti, in apparenza contraddittori, emersi, come si è visto, dallo studio dei rapporti cronologici tra le due formazioni.

Dopo la messa in posto di colate latitiche molto viscosi, l'attività vulcanica del Cimino si conclude con l'emissione di colate assai fluide di composizione olivinlatitica.

Sul Cimino non compare, alla fine del vulcanismo, un anello di depressione simile a quello osservato sul M. Amiata. Esistono tuttavia, intorno al Cimino, ampie zone ribassate, il cui crollo è forse parzialmente legato alla messa in posto delle vulcaniti cimine: infatti nelle regioni a NO e a SE del Cimino l'enorme estensione e le considerevoli potenze, raggiunte dal tufo litoide a scorie nere, dimostrano che l'abbassamento di tali regioni ha preceduto l'attività vulcanica dell'apparato vicano. Uguale origine può essere attribuita al lago in cui si sono formati i depositi di diatomee della riva sinistra della Vezza.

BIBLIOGRAFIA

- BECCALUVA L., BERTINI M., D'AMICO C., DEL MONTE M., DERIU M., DRAGONE F., GIAMMETTI F., TAGLIAVINI S., VERNIA L. (1970) - F° 137, Viterbo (II edizione) - Parte vulcanica, *Carta Geol. d'Italia*.
- BLANK R. H. (1965) - King Country Ignimbrites. *N.Z. Jour. Geol. and Geoph.*, **8** (4) agosto 1965, 588-607.
- BRANDI G. P., CERRINA FERONI A., DECANDIA F. A., GIANNELLI L., MONTEFORTI B., SALVA-

- TORINI G. (1970) - Il pliocene del bacino del Tevere fra Celleno (Terni) e Civita Castellana (Viterbo). Stratigrafia ed evoluzione tettonica. *Atti Soc. Tosc. Sc. Nat.*, Serie A, **77**, 308-326.
- BROCCHI G. (1817) - Catalogo ragionato di una raccolta di rocce disposto con ordine geografico per servire alla geognosia dell'Italia. I.R. Stamp., Milano.
- MATTIAS P. P., VENTRIGLIA U. (1970) - La regione vulcanica dei Monti Sabatini e Cimini. *Mem. Soc. Geol. It.*, **9**, 331-384.
- MITTIMPERGHER M. (1962) - Rilevamento e studio petrografico delle vulcaniti paleozoiche della Val Gardena. *Atti Soc. Tosc. Sc., Nat.*, Serie A, **69** (2), 482-520.
- MITTEMPERGHER M., TEDESCO C. (1963) - Some observations on the ignimbrites, lava domes and lava flows of M. Cimino (Central Italy). *Bull. Volc.*, **25**, 343-358.
- NICOLETTI M. (1969) - Datazione argon potassio di alcune vulcaniti delle regioni vulcaniche Cimina e Vicana. *Per. Min.*, **38**, 1-20.
- PARETO L. (1844) - Osservazioni geologiche da M. Amiata a Roma. *Gior. Arcadico*, luglio 1844.
- PONZI G. (1851) - Descrizione della Carta geologica della provincia di Viterbo. *Atti Accad. Nuovi Lincei*, Marzo 1851.
- PUXEDDU M. - Studio chimico-petrografico delle vulcaniti del M. Cimino. *Atti Soc. Tosc. Sc. Nat.*, in corso di stampa.
- RATH v. G. (1866) - Mineralogisch-geognostische Fragmente aus Italien. *Zeitsc. d. Deut. Geol. Gesell.*, **18**.
- ROSS C. S., SMITH R. L. (1961) - Ash-flow: their origin, geologic relations and identification. *U.S. Geol. Surv., Prof. Paper*, **366**, 1-80.
- SABATINI V. (1902) - Il peperino dei Monti Cimini (Nota preliminare). *Boll. R. Com. Geol. d'It.*, **33**, 245-255.
- SABATINI V. (1910) - Analogie tra M. Amiata e Monti Cimini. *Mem. Atti R. Acc. Lincei*, serie 5^a, **19**, 284-290.
- SABATINI V. (1912) - I vulcani dell'Italia Centrale. Parte II: Vulcani Cimini, *Mem. Descrit. Carta Geol. d'It.*, **15**.
- SMITH R. L. (1960) - Zones and zonal variations in welded ash flows. *U.S. Geol. Surv., Prof. Paper* **554 F**, 149-158.
- STOPPANI A. (1872) - Corso di Geologia. Bernardini e Brugolo, Milano.
- VENTRIGLIA U. (1963) - Il vulcano Cimino. *Bull. Volc.*, **25**, 183-199.
- VERRI A. (1880) - I vulcani Cimini. *Mem. Atti R. Acc. Linc.*, **8**, 3-34.
- WASHINGTON H. S. (1917) - Chemical analyses of Rocks. *U.S. Geol. Surv., Prof. Paper* **99**, 430.

(ms. pres. il 25 novembre 1971; ult. bozze il 20 febbraio 1972).