

## I cicli eruttivi del complesso vulcanico Cimino

DANIELE LARDINI, GIOVANNI NAPPI

Istituto di Mineralogia e Petrografia dell'Università, Via Muzio Oddi 14, 61029 Urbino

**RIASSUNTO.** — L'evoluzione del complesso vulcanico Cimino si può ricondurre a tre cicli eruttivi principali.

L'attività inizia con la messa in posto di una serie di duomi lavici, prevalentemente endogeni, attraverso fessure orientate NW-SE. Si tratta di forme molto semplici costituite da più duomi lavici addossati, dalle quali spesso si dipartono tozze colate che vanno a ricoprire il substrato sedimentario.

Segue un'eruzione particolarmente ricca di energia, determinata dalla risalita di un fuso riodacitico, dalle stesse fessure di alimentazione che hanno guidato la messa in posto dei duomi lavici. Il prodotto di questa eruzione è un'ignimbrite lapidea con tipiche strutture a fiamma, che nelle zone prossimali presenta alla base un agglomerato caotico, costituito in prevalenza da elementi di duomo lavico. Dalla misura delle direzioni di flusso e dalla distribuzione areale della vulcanite sembra che il fuso si sia espanso in prevalenza verso NE.

Il II ciclo eruttivo si sviluppa lungo fratture trasversali alle precedenti con la risalita di un fuso quarzo-latitico che determina la formazione dei duomi lavici di Turello-Roccaltia e Cimino W. Dopo la messa in posto di questi duomi lavici, lungo le stesse fessure di alimentazione, si verificano eruzioni prima di tipo idromagmatico che generano prodotti di tipo «pyroclastic surges»; quindi eruzioni caratterizzate da un fuso ricco in volatili, che determina la messa in posto di una seconda colata piroclastica.

Il III ciclo eruttivo è caratterizzato dalla formazione di un vulcano centrale, corrispondente all'attuale M. Cimino. L'attività inizia con la formazione dell'apparato Cimino, una struttura molto semplice, costituita dalla sovrapposizione, prima di lave quarzolattiche, quindi di lave latitiche che spesso fanno passaggio graduale alle lave più antiche e si conclude con l'emissione di lave più fluide di olivin-latitico provenienti anche da bocche laterali.

*Parole chiave:* vulcanismo esplosivo, Cimino, cicli, meccanismi eruttivi, prodotti idromagmatici.

## ERUPTIVE CYCLES OF THE CIMINO VOLCANIC COMPLEX

**ABSTRACT.** — The Cimino Volcanic Complex was formed by a silicic magma, which gave rise to a series of domes lava and of a large volume ignimbrites in the central part of the Italian Peninsula.

Such Complex belongs to the South Tuscany-Northern Latium area characterized by a basic intermediate volcanism (POLI et al., 1984).

The recent recognition of pyroclastic surge products intercalated between two ignimbrite units offers the opportunity to reconstruct the stratigraphy of the Volcanic Complex. In fact an accurate evaluation of the stratigraphic position of the p. surges level, based also on a genetic interpretation of other volcanic units, suggest the possibility to determine three eruptive cycles in the Cimino Volcanic Complex.

During the first cycle «endogenous» domes took place along NW-SE feeding fissures, explosive activity followed the domes growth and pyroclastic flows were generated along the same fissures.

The ignimbrites spreaded essentially toward the eastern side of the feeding fissures and covered an area of 300 km<sup>2</sup> with a maximum thickness of 200 m.

During the second cycle the domes developed along a NE-SE fissure, followed by hydromagmatic activity which generated pyroclastic surges. According to their distribution it seems that have been generated by explosions inside the domes feeding fissures on the eastern part of the present M. Cimino. The hydromagmatic products are characterized by a prevalent planar structure with reverse grading. Such products outcrop only on the eastern part of the Volcanic Complex and show a regular distribution.

After hydromagmatic explosions, another large magmatic explosive eruption generated a second pyroclastic flow which covers an area of 20 km<sup>2</sup>, with an average thickness of 10 meters. The matrix and the coarse pumices of the younger p. flow show more evi-

dent vesiculation than the older one, furthermore the dimensions of the lithics are smaller in the younger pyroclastic flow.

In a third and final cycle the central volcano was developed.

*Key words:* explosive volcanism, Cimino, cycles, eruptive mechanisms, pyroclastic surges.

## Introduzione

Il complesso vulcanico Cimino è costituito da un plateau ignimbritico dal quale emergono numerosi duomi lavici. Nella fase finale dell'evoluzione del complesso, si è sviluppato un vulcano centrale dal quale sono venute a giorno lave latitiche viscose e successivamente lave molto fluide olivin-latitiche.

I primi studi sul Cimino, risalgono al secolo scorso. Uno studio petrografico delle vulcaniti cimine è dell'inizio del secolo (WASHINGTON, 1906), mentre un esame completo dei vari tipi litologici presenti e dell'evoluzione del complesso, risale al 1912, quando SABATINI distingue i peperini tipici (ignimbrite) dal peperino delle alture (duomi lavici). L'Autore perviene alla conclusione che l'estruzione dei duomi lavici precede la messa in posto della ignimbrite e che la attività del complesso si è conclusa con manifestazioni effusive.

Alcuni decenni dopo (MITTEMPERGER e TEDESCO, 1963) vengono distinti altri tipi litologici, la cui messa in posto sarebbe avvenuta nel seguente ordine: duomi lavici, ignim-

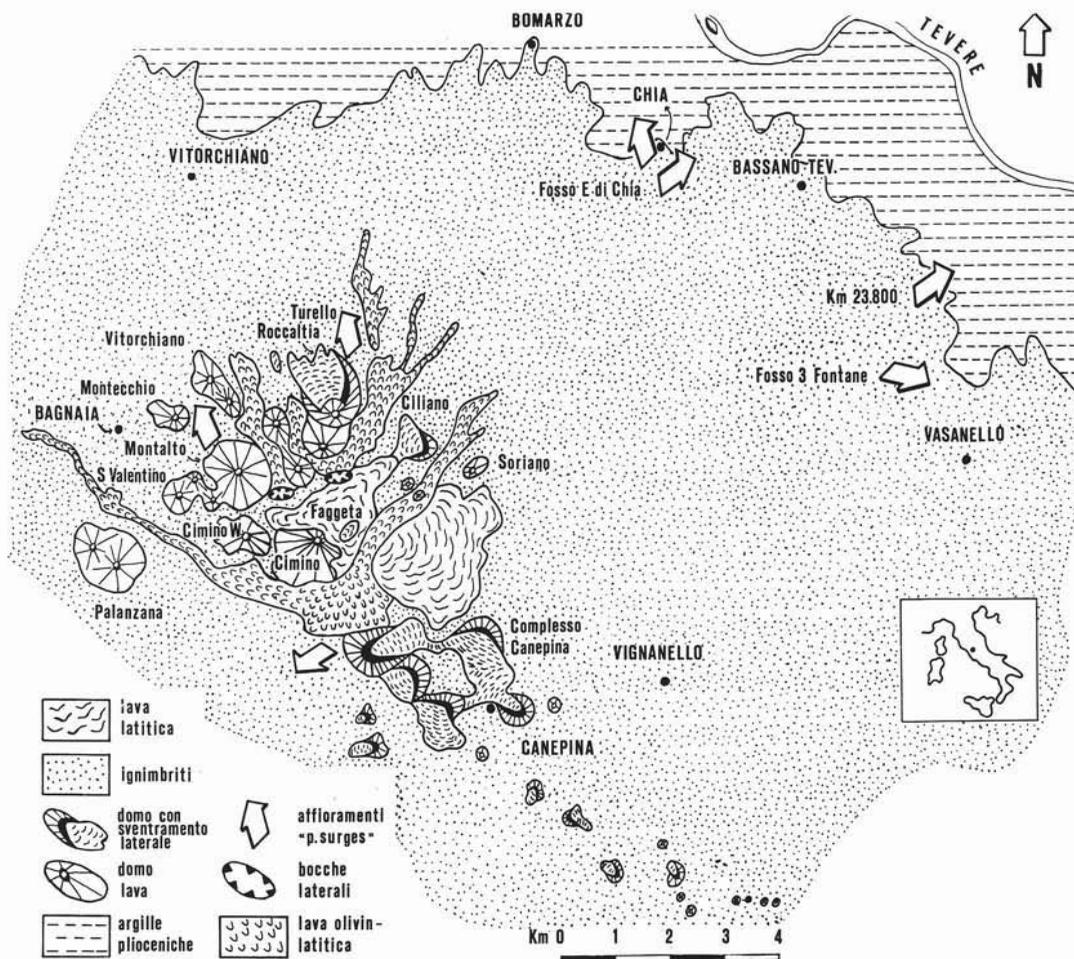


Fig. 1. — Sketch map del complesso vulcanico Cimino. — Sketch map of the Cimino Volcanic Complex.

briti, lave di tipo latitico e lave di tipo olivin-latitico.

Secondo il VENTRIGLIA (1963) l'ordine di messa in posto dei prodotti sarebbe invece: ignimbrite, duomi lavici e lave finali.

Recentemente è stata avanzata l'ipotesi (PUXEDDU, 1971) che il plateau ignimbritico sia il prodotto di due o più eruzioni a carattere ignimbritico, ognuna della quali culminata con la messa in posto di duomi lavici.

Nel corso del nostro lavoro non solo abbiamo accertato l'esistenza di due colate piroclastiche sovrapposte, ma abbiamo anche riconosciuto una nuova unità litologica intercalata ai due livelli ignimbritici.

Questa nuova unità ha una distribuzione quasi continua in tutto il settore nord-orientale del complesso vulcanico, ed è riferibile a meccanismi eruttivi di tipo idromagmatico (LARDINI, 1984).

Pertanto alle unità litologiche cimine già individuate: ignimbriti, duomi lavici, lave latitiche ed olivin latitiche, vanno ad aggiungersi i prodotti idromagmatici.

Il ritrovamento di questi prodotti e la revisione dei rapporti di giacitura tra le unità litologiche, hanno permesso di definire un nuovo quadro evolutivo del complesso vulcanico Cimino.

Per lo studio chimico-petrografico delle vulcaniti cimine rinviando ai lavori di PUXEDDU (1971), DI SABATINO e DELLA VENTURA (1981) e POLI et al. (1984).

### Duomi lavici

La messa in posto dei duomi lavici avviene secondo due linee preferenziali che si allungano rispettivamente a NW-SE ed E-W (Fig. 1).

Le protusioni duomiformi si estendono su di una superficie di circa 14 kmq. L'aspetto omogeneo della roccia e la distribuzione lineare sono elementi che fanno ritenere che i duomi si siano sviluppati all'interno delle fessure di alimentazione, (origine endogena). Solo nelle ultime fasi lo sviluppo è di tipo esogeno, in quanto dovuto all'accatastamento di tozze colate di lava. Anche il contenuto in silice, che nei duomi cimini è maggiore del 60% (Tab. 1), è a favore dell'ipotesi di uno svilup-

TABELLA 1

*Analisi chimiche del vetro delle vulcaniti (DI SABATINO, 1982) — Chemical analyses of glass*

	VETRO DOMO LAVA	VETRO IGIMBRITE INF.	VETRO IGIMBRITE INF.
SiO <sub>2</sub>	70.58	70.69	69.20
TiO <sub>2</sub>	0.23	0.28	0.27
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16.22	12.88	12.62
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.39	1.26	1.29
FeO	0.86	1.10	1.15
MnO	0.03	0.45	0.42
MgO	0.01	0.22	0.19
CaO	1.07	1.21	1.89
Na <sub>2</sub> O	1.97	1.84	1.78
K <sub>2</sub> O	5.18	5.28	5.07
H <sub>2</sub> O+	2.78	3.56	3.90
H <sub>2</sub> O-	0.96	1.13	1.99
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.10	0.11	0.13
TOT.	100.38	100.01	99.86

po di tipo endogeno (NEWHALL e MELSON, 1983). Spesso i principali apparati duomiformi sono dovuti all'unione di più forme semplici per addossamento di una struttura recente su di una più antica.

Come vedremo meglio di seguito, la messa in posto dei duomi lavici, si verifica nella fase iniziale di ciascuno dei tre cicli eruttivi che hanno caratterizzato l'evoluzione del Complesso Vulcanico Cimino (Fig. 2).

Durante il primo ciclo, s'impostano duomi lavici allineati lungo la direzione NW-SE.

I duomi del secondo ciclo (Turello, Roccalta, Tre Camini e Cimino Ovest) si adattano all'ignimbrite del primo ciclo con tozze colate laviche di notevole spessore.

La formazione dell'apparato duomiforme del M. Cimino, con l'emissione di colate viscoso quarzolatitiche, segna l'inizio del ciclo eruttivo finale.

### Ignimbriti

La coltre ignimbritica si distribuisce in maniera più o meno uniforme attorno al M. Cimino per una superficie complessiva che supera i 300 kmq, con un volume di 15 kmc. È ricoperta dai prodotti più recenti riferibili all'attività del Vico, per cui l'area in cui la vulcanite affiora è solo 60 kmq. Si segue da quota

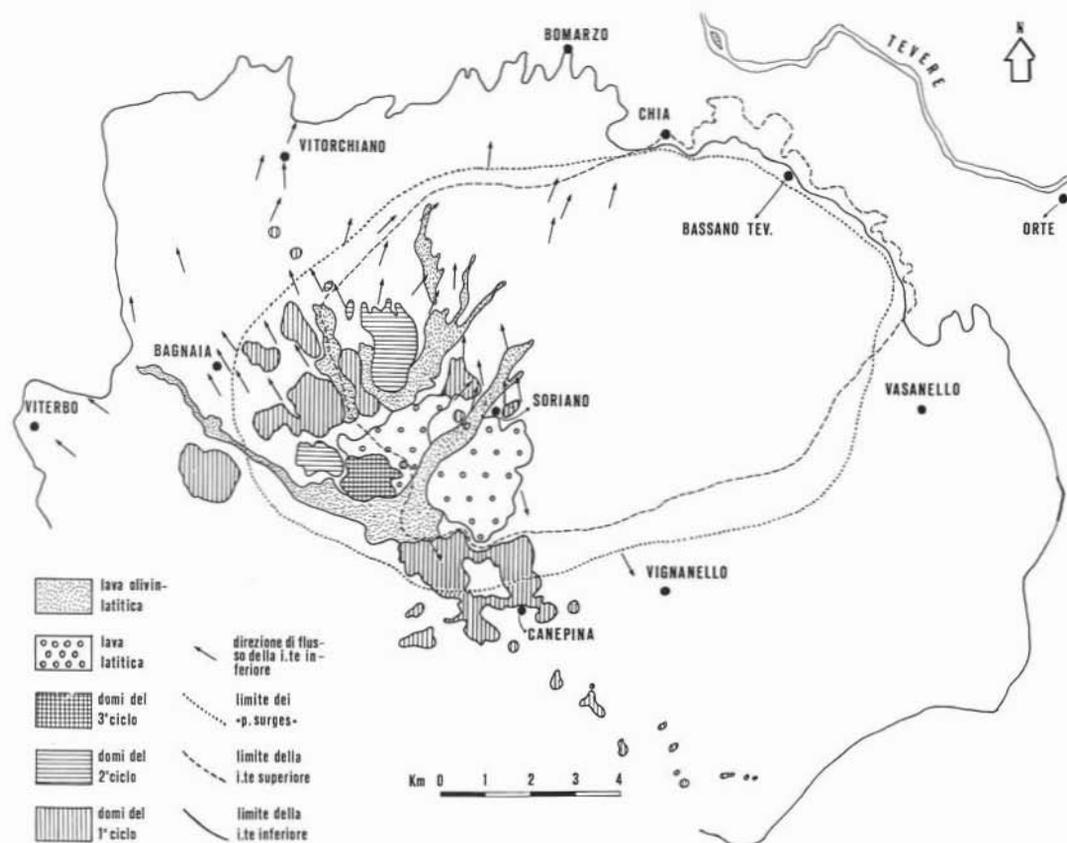


Fig. 2. — Carta geologica del complesso vulcanico Cimino. — Geological map of the Cimino Volcanic Complex.

800 (Poggio Orlando) fino a quota 180 (Vasanello e Gallese).

I vecchi autori consideravano l'ignimbrite cimina come un'unica unità litologica e solo recentemente (MICHELUCCHINI et al., 1971) sono state riconosciute due unità sovrapposte. Dalla distribuzione areale e dal volume delle coltri piroclastiche risulta che la più antica delle due colate piroclastiche, l'ignimbrite inferiore, è il prodotto di manifestazioni eruttive più ricche di energia mentre quella superiore è dovuta ad un'eruzione a più debole energia.

La messa in posto della più antica delle due ignimbriti si è verificata in corrispondenza di un sistema vallivo centrifugo, rispetto alla zona di emissione, scavato in formazioni argillose e sabbiose (MATTIAS e VENTRIGLIA, 1970), all'incrocio di fratture orientate NW-SE ed E-W.

La colata ignimbritica si adatta alla preesistente morfologia dei duomi del I ciclo ed è ricoperta solo dalle lingue di lava che si dipartono dalla base del duomo di Turello del II ciclo (Fig. 3).

Se prendiamo in considerazione la distanza massima raggiunta dalla colata ed il suo spessore medio, ne scaturisce un rapporto V/H del tipo High Aspect Ratio (WALKER, 1983), dove V rappresenta la potenza media della vulcanite ed H il raggio di una ipotetica circonferenza delimitante la superficie dell'espandimento ignimbritico. Assumendo per questi valori rispettivamente 30 m e 15 km, avremo un valore del rapporto = 1/500.

Si tratta di un'ignimbrite quindi che risponde passivamente alla topografia preesistente e percorre le distanze maggiori lungo le valli principali.

L'ignimbrite inferiore è caratterizzata da

una facies grigio scura a grana fina, prevalentemente «welded» con una massa di fondo ricca di clasti di sanidino e biotite di dimensioni non superiori ai 0,5 cm di lunghezza. La facies welded passa verso la periferia e verso l'alto ad una facies generalmente poco coerente che per semplicità chiameremo «pomicea».

do una metodologia recente (KAMATA e MIMURA, 1983).

Secondo questa metodologia la direzione di provenienza di una colata ignimbratica è definita attraverso la misurazione dell'«Embriatura» degli inclusi litici e degli elementi essenziali della colata.

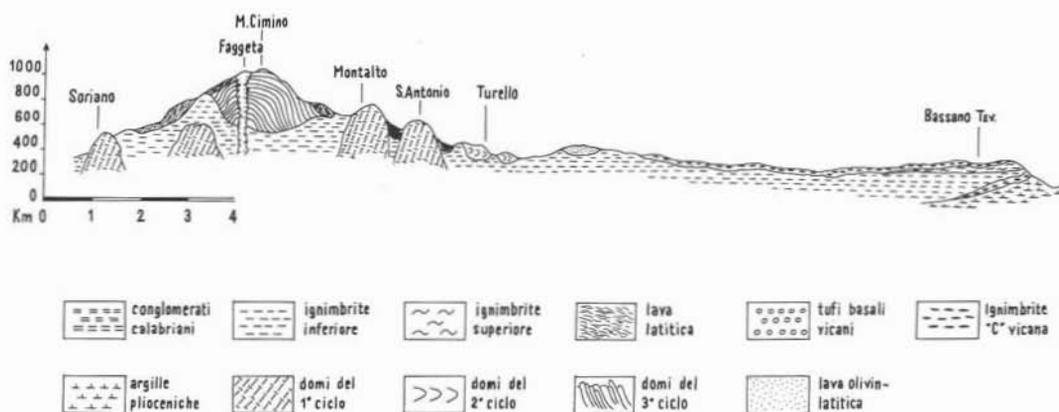


Fig. 3. — Sezione Geologica. — Cross section.

Nelle zone prossimali si osserva alla base della facies welded un agglomerato costituito da blocchi di ignimbrite e da blocchi di duomo lavico saldati da una matrice minuta.

Affioramenti molto significativi di questa facies sono quelli che si trovano all'ingresso del paese di Bagnaia (Fig. 4).

L'elemento caratterizzante la facies welded è dato dalle fiamme, costituite da brandelli vitrofirici stirati che si stagliano dalla matrice per una colorazione più scura.

La facies welded in periferia passa alla facies pomicea, costituita da una matrice minuta di color biancastro che ingloba «pomice» generalmente arrotondate, le cui dimensioni vanno da pochi centimetri fino a 40-50 centimetri.

Il rilevamento di dettaglio della colata ignimbratica, ha permesso di chiarire ed individuare le zone di emissione, in passato genericamente attribuite ad un centro eruttivo localizzabile in corrispondenza dell'attuale M. Cimino. Per definire la provenienza sono state eseguite 41 misure della direzione del flusso della colata ignimbratica inferiore, utilizzando

L'embriatura viene considerata come una struttura sedimentaria dovuta alla disposizione di tipo scalinata di frammenti allungati e a forma di disco. L'immersione di tale struttura è opposta alla direzione di flusso e la sua inclinazione viene calcolata dalla differenza degli angoli  $\gamma^1$  (inclinazione della struttura embriata rispetto all'orizzontale) e  $\gamma^2$  (inclinazione rispetto all'orizzontale della unità flow).

Nelle misure effettuate, la direzione di flusso è stata calcolata in corrispondenza di affioramenti, nei quali l'allungamento delle fiamme era massimo o dove era possibile ricavare tali elementi da affioramenti che non davano valori di allungamento massimo.

L'interpretazione dei dati ottenuti ha consentito di distinguere due direzioni di flusso principali e due direzioni di flusso secondarie (Fig. 2).

Le direzioni di flusso principali sono orientate rispettivamente NW e NE e si raccordano tra di loro all'altezza del duomo di Vitorchiano; le direzioni di flusso secondarie invece, sono orientate W (Viterbo) e SE (Vignanello). L'insieme delle direzioni di flusso princi-

pali e secondarie conducono ad una zona di emissione riferibile ad una fessura orientata NW-SE e passante per l'attuale M. Cimino.

Le misure evidenziano che l'ignimbrite inferiore si è espansa principalmente nel settore nord-orientale, dove ha raggiunto le distanze massime rispetto alla zona di emissione. Dal

per mancanza di affioramenti idonei, ma dalla sua distribuzione areale si può dedurre una espansione in prevalenza verso E-NE ed una origine subito ad E dell'attuale M. Cimino.

Se è vero che, l'ignimbrite superiore non è stata mai rinvenuta direttamente sovrapposta ai duomi lavici più recenti, è altrettanto

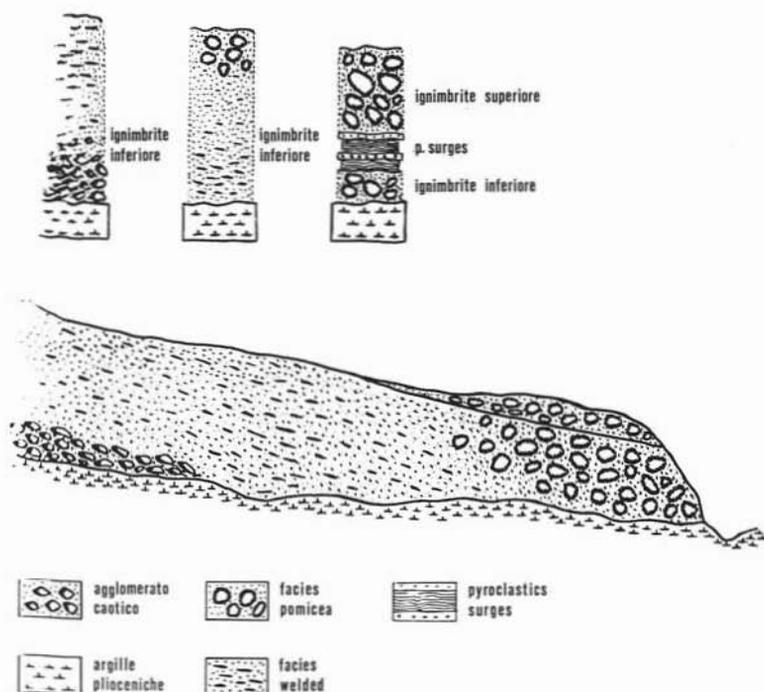


Fig. 4. — Logs caratteristici dei prodotti d'esplosione e zoneografia orizzontale delle ignimbriti. — Typical logs of explosion products and horizontal variations of ignimbrites.

che si deduce che la fessura di alimentazione prevalente immergesse verso W.

La distribuzione dell'ignimbrite superiore è limitata alla parte distale del settore nord-orientale del plateau ignimbritico.

La vulcanite occupa una superficie pari a 30 kmq circa, per un volume di 1,5 kmc, con uno spessore sempre inferiore ai 20 m.

L'ignimbrite superiore manca completamente nella parte prossimale, e dove affiora mostra solo i caratteri di facies pomicea.

Le due colate ignimbritiche si sovrappongono a Chia a partire dall'abitato fino al fosso delle Tre Fontane dove sono separate da livelli di prodotti idromagmatici (Fig. 2, 3).

Non è stato possibile effettuare misure di direzione di flusso nell'ignimbrite superiore

vero che i pyroclastic surges, che come vedremo in seguito si rinvencono sempre alla base della ignimbrite superiore, sono chiaramente sovrapposti ai duomi di Turello del II Ciclo.

Entrambe le ignimbriti mostrano la stessa composizione mineralogica. I minerali presenti sono: Sanidino, Biotite, Plagioclasio e Pirosseni; la struttura è porfirica seriatata con fluidizzazione evidenziata da vistosi allineamenti nelle direzioni di flusso dei fenoclasti biotitici. I filamenti vetrosi sono allungati e stirati e con numerose bolle di degassazione di forma subellittica allungata.

Unica differenza riscontrabile tra le due ignimbriti è una più elevata percentuale di fenoclasti nell'ignimbrite inferiore rispetto a quella superiore; questo è in accordo, come

vedremo, con le diverse temperature di messa in posto delle due ignimbrite.

In entrambi i casi la genesi è legata ad esplosioni che determinavano un sistema gas continuo liquido e solido, in seguito alla rottura delle pareti che separavano le bolle gassose del sistema pre-esplosivo liquido continuo-gas. Questa trasformazione avveniva all'interno delle fessure di risalita, dove la temperatura della sospensione esercitava un ruolo fondamentale, che nel caso dell'ignimbrite inferiore si riflette sull'aspetto macroscopico e sulla coesione delle facies. Finché la temperatura rimaneva alta, le varie componenti del sistema reagivano tra di loro, dando luogo al notevole grado di saldatura, caratteristico della facies welded. Quando la temperatura diminuiva e le tre componenti del sistema non potevano più reagire tra di loro, si formava la facies pomicea, nella quale l'arrotondamento delle pomice è dovuto all'attrito meccanico all'interno della sospensione durante il movimento.

L'elevata esplosività del fuso che ha generato l'ignimbrite inferiore rispetto all'analogo fuso che ha formato il duomo lavico di base (vedi Tab. 1) viene giustificata dal maggiore contenuto in volatili. L'ignimbrite inferiore infatti è caratterizzata da una temperatura di messa in posto più bassa di quella del liquido corrispondente, in considerazione del fatto che il 50% della massa è costituita da fenoclasti (WALKER, 1983). Essa quindi deve considerarsi come il prodotto di un «fuso» più ricco di acqua, che gli permette una messa in posto di tipo High Grade Ignimbrite (WALKER, 1983) e va interpretata come il prodotto del collasso di una colonna eruttiva poco sostenuta.

I meccanismi eruttivi che hanno generato l'ignimbrite superiore differiscono da quelli che hanno determinato la messa in posto di quella inferiore.

Dalla distribuzione areale, dallo spessore e dalla granulometria dei litici inglobati, si evidenzia infatti, che la colonna eruttiva dell'ignimbrite superiore era sicuramente più espansa e più sostenuta di quella inferiore.

La messa in posto della ignimbrite superiore, infatti, è stata condizionata dalla prevalenza della fase gassosa rispetto a quella liqui-

do/solida, come può dedursi dalle distanze raggiunte rispetto al centro di emissione e dalle assenze della colata nelle zone prossimali. Si può pertanto ritenere che l'ignimbrite più recente rappresenti il prodotto di una fase più espansa dovuta anche ad una interazione iniziale acqua magma.

### Prodotti idromagmatici

I prodotti idromagmatici affiorano con una notevole continuità laterale nelle zone periferiche del plateau ignimbritico, tra Chia e Vasanello, dove l'azione erosiva delle acque di scorrimento superficiale ha inciso profondamente le vulcaniti. Inoltre sono osservabili sul settore meridionale del duomo lavico di Montecchio, sul versante settentrionale del duomo complesso di Canepina e sul versante orientale del duomo di Turello (Fig. 1). I prodotti idromagmatici sono quindi presenti solo nel settore nord-orientale del plateau ignimbritico e dalla loro distribuzione areale sembra che essi siano venuti a giorno tra centri localizzabili tra il duomo Cimino e l'abitato di Soriano. Questa ipotesi sembra confermata dalle strutture di deposizione e dalla granulometria.

Nei settori distali rispetto alla zona di emissione i prodotti idromagmatici sono sempre intercalati tra le due unità ignimbritiche (Fig. 5-6-7) mentre nei settori prossimali sono sovrapposti ai duomi lavici del secondo ciclo (Turello) e sottoposti all'ignimbrite superiore (versante settentrionale del duomo complesso di Canepina) (Fig. 1).

Lo spessore e la granulometria dei depositi sono talora condizionati dalla morfologia preesistente.

In generale nelle zone di alto si osservano solo livelli a struttura massiva.

Al km 23,800 della S.S. Ortana, i prodotti idromagmatici, che colmano un fosso inciso nell'ignimbrite inferiore assumono uno spessore massimo, mentre lateralmente si assottigliano e sono costituiti solo dagli orizzonti cineritici massivi.

Lungo il fianco sud del duomo di Montecchio e sul versante orientale del duomo di Turello si notano livelli a struttura ondulata che si adattano ai duomi lavici preesistenti (Fig. 8). Gli strati mostrano gradazione inversa e



Fig. 5. — Fosso Tre Fontane - Ignimbrite inferiore in basso, surges intercalati ed ignimbrite superiore in alto. — Fosso Tre Fontane - Bottom: lower ignimbrite, top: intercalated surges and upper ignimbrite.

le pomice hanno una granulometria di gran lunga maggiore di quella osservata negli affioramenti periferici.

Sul settore orientale del duomo complesso di Canepina, e al di sotto dell'ignimbrite superiore, è osservabile un livello cineritico-sabbioso con strutture planari.

Il log di Fig. 9 mostra le strutture più significative dei prodotti idromagmatici intercalati alle due ignimbrite. Questi prodotti hanno delle caratteristiche comuni, che possono essere riassunte come segue:

A) Orizzonte in cui sono riconoscibili laminazioni di tipo «planar» con frequenti livelli a gradazione inversa, con leggere ondulazioni e con allineamenti discontinui di pomice.

B) Livello cineritico di colore grigiastro, massivo, con ceneri leggermente diagenizzate e con rari inclusi di tipo pomiceo di dimensioni di 1-2 cm.

C) Orizzonte con strutture di tipo «planar» appena accentuate, caratterizzate dalla ripetizione di numerosi livelli a gradazione inversa con allineamenti discontinui di pomice con dimensioni massime di 4-5 cm.

D) Orizzonte sabbioso a gradazione inversa di tipo «planar», leggermente ondulato.

E) Livello cineritico, diagenizzato, di color rosato situato alla base dell'ignimbrite superiore. Lo spessore medio dello strato è di circa 10 cm.

Sono state effettuate analisi granulometriche su campioni prelevati in corrispondenza dei cinque livelli, prendendo in considerazione solo i granuli con diametro inferiore ai 2 mm.

Nel diagramma mediana-deviazione standard tutti i campioni cadono nella parte più bassa del campo individuato da WOHLETZ (1983) per i pyroclastic surges (Fig. 10).

### Meccanismi di messa in posto dei prodotti idromagmatici

Le esplosioni che hanno dato luogo ai pyroclastic surges, precedentemente illustrati, hanno avuto un alto potenziale energetico, come testimoniato dalla presenza di livelli di discreto spessore anche a 12 km dal punto di emissione.

Le caratteristiche strutturali e tessiturali sono dovute alla diversa energia delle esplosioni legate alla variazione del rapporto magma-acqua interagente.



Fig. 6. — Particolare della Fig. 5 - P. surges ed ignimbrite superiore, notare come i surges siano caratterizzati da sottili livelli laminati. — Detail of Fig. 5 - P. surges and upper ignimbrite it can be observed that P. surges are characterized by fine laminations.

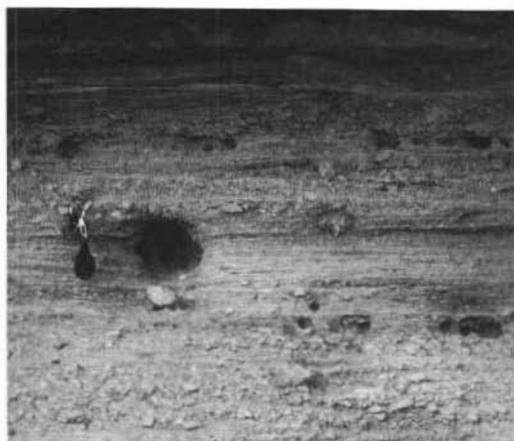


Fig. 7. — Particolare della Fig. 5 - P. surges che mostrano una gradazione inversa nella struttura planar. — Detail of Fig. 5 - P. surges with reverse grading.



Fig. 8. — Montecchio - P. surges, notare il notevole spessore dei prodotti dell'attività idromagmatica e la struttura ondulata. — Montecchio - P. surges, it can be observed the remarkable thickness of hydromagmatic products and sandwave structure.

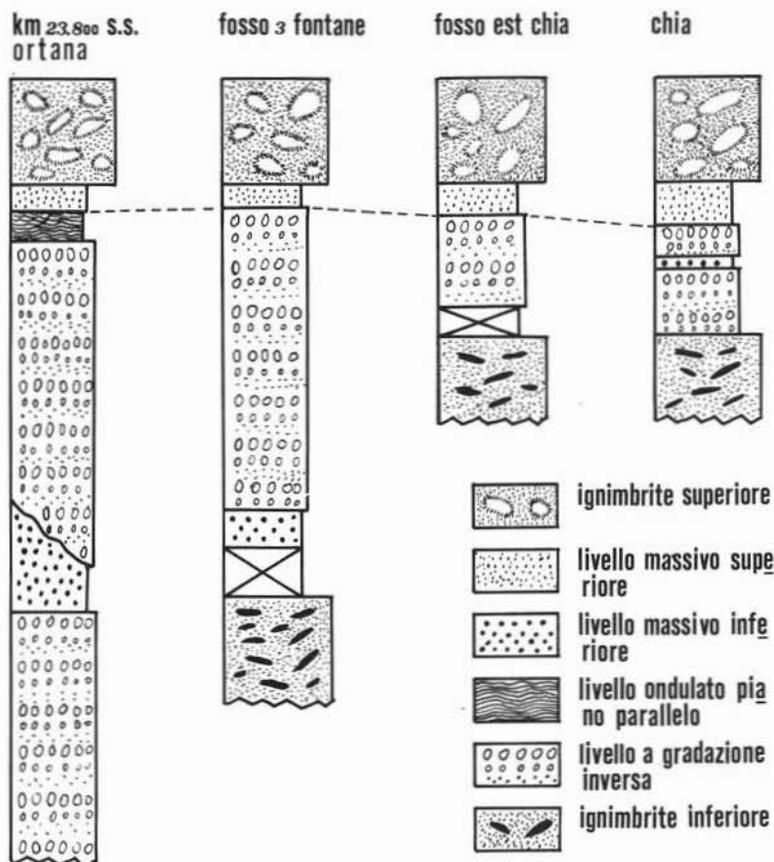


Fig. 9. — Correlazioni dei livelli idromagmatici. — Correlation between hydromagmatic levels.

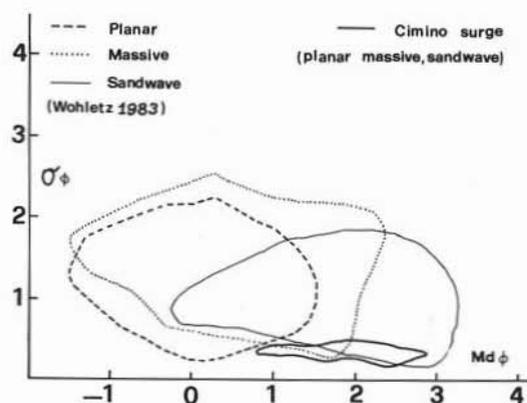


Fig. 10. — Caratteristiche granulometriche dei P. surges cimini nel diagramma  $Md \phi - \sigma \phi$ . I surges cimini cadono in un'area ben definita del campo dei surges riolitici. — Grain-size characteristics of the P. surges. Median diameter ( $M \phi$ ) vs. sorting ( $\sigma \phi$ ). Cimino surges occupy a well defined field relatively to the rhyolitic surges.

Lo spessore e la struttura dei depositi è stata condizionata, oltre che dall'energia eruttiva, anche dalla distanza del deposito dal centro di emissione e dalla morfologia preesistente alla messa in posto. Nelle zone prossimali infatti o si osservano strutture di tipo «sand wave» (Fig. 11) (Montecchio e Turello) o i prodotti mancano del tutto dove il pendio ripido del versante (Soriano), corrispondente alla direzione del flusso turbolento, impediva la deposizione. Infine nei settori distali dove il deposito avviene su di una superficie sub-orizzontale si osservano strutture evolute (Chia, ecc.).

Il livello basale A), con stratificazione piano parallela e gradazione inversa, indica la deposizione di un flusso in uno stato inerziale, all'interno del quale si erano sviluppati regimi di flusso laminare.

Il livello B) dovrebbe essere stato originato da esplosioni più energiche di quelle del livello A). Questa ipotesi è convalidata dal fatto che, ad una struttura piano-parallela se ne sostituisce una massiva, indicante un flusso con caratteristiche intermedie tra fluidizzato ed inerziale.

Il livello C) è il prodotto di un evento che ha determinato condizioni di flusso simili a quelle che hanno generato il livello A), forse con un più elevato carattere inerziale, eviden-

ziato da una stratificazione piano-parallela più accentuata.

Infine l'ultima fase dell'attività idromagmatica ha dato luogo al livello E), che mantiene un carattere costante sia nello spessore che nella tessitura e nella struttura. Esso indica una deposizione da un flusso con caratteristiche intermedie tra fluidificato ed inerziale.

Questi prodotti sono quindi stati messi in posto nel corso di più esplosioni ritmiche, caratterizzate da eventi esplosivi dovuti ad interazioni acqua/magma, che mostrano un'energia eruttiva crescente.

Sembra che questi eventi siano il prodotto dell'alternarsi di due fasi simili. Ciascuna fase è caratterizzata all'inizio da un regime di flusso laminare, come evidenziato dalle gradazioni osservate nei prodotti, alla fine dalla messa in posto di livelli con strutture di tipo massivo che denotano come si è detto un incremento dell'energia esplosiva, per cui forze viscosive e forze inerziali si equilibrano (WOHLEZ e SHERIDAN, 1979).

### Lave finali

L'ultimo ciclo del vulcanismo Cimino è rappresentato solo da manifestazioni effusive, riferibili tutte ad un unico vulcano centrale. Le lave più antiche di composizione latitica, ricoprono un'area di circa 8 kmq.

Le principali colate riconoscibili sono due, la prima, parte dalla vetta del Cimino e si protende verso NE, terminando a ridosso del duomo di Ciliano. Una lingua secondaria di questa colata, si dirige verso W fino al duomo di Montalto.

La seconda colata di circa 5 kmq di estensione, si sviluppa principalmente in direzione SE suddividendosi in più fronti lavici con pendenze medie del 25-30%.

Il trabocco di queste colate si verificò in prossimità della località attualmente denominata la Faggeta da cui i prodotti fluirono verso NW e SE (Fig. 1).

La risalita del fuso avvenne quindi attraverso l'apparato del M. Cimino che ha funzionato da centro di alimentazione.

Infine solo nella fase finale una parte delle lave olivin-latitiche è stata emessa dalla boc-

ca terminale, le altre colate traboccano da bocche laterali situate alla base dell'apparato Cimino.

L'emissione delle lave olivin-latitiche rappresenta l'ultima fase del vulcanismo cimino. L'area ricoperta dalle colate laviche è approssimativamente di 11 kmq.

Esse sono separate dai prodotti più antichi da potenti paleosuoli.

Si riconoscono 5 colate principali; subito a S della vetta del Cimino si dipartono due colate con andamento opposto: una fluisce in direzione NW e lambendo il duomo lavico posto subito a W del Cimino, passa tra i duomi della Palanzana e di S. Valentino (Fig. 1), l'altra discende in direzione NE, suddividendosi in tre lingue parallele.

Una terza colata viene a giorno a quota 650 m a N della vetta del Cimino e passa tra i duomi di Montalto, S. Antonio e Vitorchiano.

Le ultime due colate iniziano a quota 800 m a NE della vetta del Cimino e si diramano poi in due direzioni diverse.

Esistono inoltre numerosi piccoli affioramenti lavici isolati il più importante dei quali si trova in località la Faggeta. L'insieme delle colate ha una distribuzione radiale rispetto alla vetta del Cimino.

La lava si presenta di color grigio scuro con grossi fenocristalli di sanidino. Sono inoltre riconoscibili miche e numerosi cristalli di olivina di alcuni millimetri di lunghezza.

Le colate sono state emesse sia dal cratere terminale che ha eruttato le lave latitiche che da bocche laterali. Probabilmente si ebbe prima la messa in posto della colata della Colonneta, emessa dal condotto di alimentazione dell'apparato cimino, come testimoniato dall'affioramento isolato della Faggeta. All'emissione di questa colata fece seguito probabilmente l'ostruzione del condotto di alimentazione che causò l'emissione delle altre colate da bocche laterali situate all'incirca tra quota 650 e 800 m e a N rispetto al M. Cimino.

La presenza di paleosuoli intercalati tra le colate di questa fase indica delle pause molto lunghe tra un'eruzione e l'altra; da questo si potrebbe arguire che l'attività del vulcano centrale potrebbe essere durata più a lungo di quella dei cicli più antichi.



Fig. 11. — P. surges a granulometria fina e strutture tendenzialmente ondulate. — Fine grained P. surges.

## Conclusioni

In base agli elementi riscontrabili sul terreno i prodotti più vecchi sono rappresentati dai duomi lavici. I duomi lavici riferibili ad un ciclo eruttivo iniziale sono la Palanzana, Montecchio, Vitorchiano, S. Antonio, Montalto, Ciliano, Soriano, Fondo di Paterno, il duomo complesso di Canepina ed il gruppo di duomi meridionali allineati NW-SE con i precedenti.

Subito dopo, un fuso di composizione analoga, ma più ricco in volatili, ha dato luogo ad un'attività esplosiva continua che ha determinato lo svuotamento della camera magmatica (DI SABATINO e DELLA VENTURA, 1982).

L'ignimbrite che ne è derivata, è venuta a giorno attraverso le stesse fessure che hanno guidato la messa in posto dei duomi lavici.

Dopo un intervallo di tempo breve e senza soluzione di continuità temporale, si sono impostati i duomi lavici di Turello-Roccalta e Tre Camini.

Dopo la loro messa in posto, si sviluppa un'intensa attività esplosiva che darà luogo prima a pyroclastic surge, quindi ad una ignimbrite di modeste dimensioni. L'attività idromagmatica è caratterizzata da una notevole energia come testimonia la granulometria grossolana dei p. surges fino a 10 km di distanza dal punto di emissione.

La messa in posto dell'ignimbrite finale viene quindi innescata da una eruzione idromagmatica.

Il fuso che la genera è ricco in volatili per cui si determina una fase espansa estremamente fluida, che non ha lasciato depositi nelle zone prossimali, dove l'inclinazione del pendio è notevole.

L'ultimo ciclo eruttivo dell'attività vulcanica cimina inizia ancora una volta con la messa in posto di lave viscoso quarzolatitiche che formano il duomo lavico esogeno del M. Cimino, che risulta costituito dall'accatastamento di tozze colate viscoso, che solo nella fase finale fanno passaggio a vere e proprie colate più fluide di tipo latitico. Pare che il passaggio tra le due facies avvenga in maniera graduale. Nella fase eruttiva finale, infine, vengono a giorno lave ancor più basiche ricche di olivina.

L'ultimo ciclo dell'attività eruttiva cimina determina così la formazione di un vero e proprio vulcano centrale (SOLLEVANTI, 1983) che si genera dalla sovrapposizione di colate di lava a viscosità decrescente nel tempo.

Concludendo l'evoluzione del complesso vulcanico cimino può essere sintetizzata come segue:

### 1° CICLO

FASE I - messa in posto dei duomi lavici più antichi.

FASE II - messa in posto dell'ignimbrite inferiore.

### 2° CICLO

FASE I - messa in posto dei duomi lavici di Turello, ecc.

FASE II - messa in posto dei «surges» e della ignimbrite superiore.

### 3° CICLO

FASE I - messa in posto dell'apparato Cimino.

FASE II - messa in posto delle colate latitiche ed olivin-latitiche del vulcano centrale.

Le datazioni assolute (NICOLETTI, 1969) confermano la stratigrafia. Sembra infatti che l'ignimbrite di base abbia un'età compresa tra 1,35 e 1,19 milioni di anni.

I duomi lavici del 2° ciclo (Turello) hanno un'età di 1,01 m.a. (NICOLETTI, 1969) e 0,990 m.a. (FERRARA in NICOLETTI, 1969). Infine l'unica datazione relativa alle lave finali è di 0,94 m.a. (NICOLETTI, 1969).

Sembra comunque che l'evoluzione dei primi due cicli del complesso sia avvenuta in un intervallo di tempo molto più breve di quello indicato dalle età assolute misurate.

In effetti la composizione chimica del fuso quarzolatitico nei primi due cicli non mostra notevoli variazioni, a parte un progressivo arricchimento in acqua, che si verifica specialmente per i fusi ignimbritici che seguono sempre la messa in posto dei duomi lavici (vedi Tab. 1).

L'ultimo ciclo invece si sviluppa in un arco di tempo più ampio come evidenziato dalla evoluzione del magma e dalla presenza di paleosuoli tra i prodotti delle fasi di questo ciclo.

*Ringraziamenti.* — Gli Autori ringraziano il Geom. NAPPI VINCENZO per la cartografia.

Lavoro eseguito con il contributo del Gruppo Nazionale per la Vulcanologia e del M.P.I. 60%.

Lavoro pres. al Convegno di Roma del Giugno 1985

## BIBLIOGRAFIA

- DI SABATINO B., DELLA VENTURA G.C. (1982) - *Genesi ipoabissale di fusi legati al vulcanismo alcalino-potassico. 2° Studio petrografico degli inclusi termometamorfici delle vulcaniti cimine ed ipotesi genetiche.* Per. Mineralogia, 51, n. 3.
- KAMATA H., MIMURA K. (1983) - *Flow direction inferred from imbrication in the Handa pyroclastic flow deposit in Japan.* Bull. Volc. 46, 3, p. 277-283.
- LARDINI D. (1984) - *Genesi e meccanismi eruttivi delle vulcaniti cimine.* Tesi di Laurea. Università di Urbino.
- MATTIAS P.P., VENTRIGLIA U. (1970) - *La regione vulcanica dei Monti Sabatini e Cimini.* Mem. Soc. Geol. It., 9, p. 331-384.
- MICHELUCCHINI M., PUXEDDU M., TORO B. (1971) - *Rilevamento e studio Geo-Vulcanologico della Regione del M. Cimino (Viterbo, Italia).* Att. Soc. Tosc. Sc., Nat. Mem. Serie A 78, p. 301-327.
- MITTEMPERGER M., TEDESCO C. (1963) - *Some observation on the ignimbrites, lava domes and lava flow of M. Cimino (central Italy).* Bull. Volc. 25, p. 343.
- NEWHALL C.G., MELSON W.G. (1983) - *Explosive acti-*

- vity associated with growth of volcanic domes. *Journal of Volc. and Geoth. Reas.*, 17, p. 111-131.
- NICOLETTI M. (1959) - *Datazione argon potassio di alcune vulcaniti delle regioni vulcaniche Cimino e Vicana*. *Per. di Mineralogia* 38, p. 1-20.
- POLI G., FREDERICK A. FREY, FERRARA G. (1984) - *Geochemical characteristic of the South Tuscany (Italy) Volcanic Province: constraints on lava petrogenesis*. *Chemical geology*, 43, p. 203-221.
- PUXEDDU M. (1971) - *Studio chimico-petrografico delle vulcaniti del M. Cimino (Viterbo)*. *Att. Soc. Tosc. Sc. Nat. Mem. Serie A*, 78, p. 329-394.
- SABATINI V. (1912) - *Lave che sembrano tufi e tufi che sembrano lave*. *Bol. Soc. Geol. It.* 30, p. 913-921.
- SBRANA A., SOLLEVANTI F. (1982) - *Guide of the excursion to the Vico-Cimino Area*. *Agip-Geothermal Exploration*. *Dept. Workshop on Explosive Volcanism*.
- SOLLEVANTI F. (1983) - *Geologic, Volcanologic and Tectonic setting of the Vico-Cimino Area Italy*. *Journ. of Volc. and Geoth. Reas.* 17, p. 203-217.
- VENTRIGLIA V. (1963) - *Il vulcano Cimino*. *Bull. Volc.* 25, p. 183.
- WALKER G.P.L. (1983) - *Ignimbrite types and ignimbrite problems*. *Journ. of Volc. and Geoth. Reas.*, 17, p. 65-88.
- WASHINGTON H.S. (1906) - *The Roman comagmatic region*.
- WOHELTZ K.H., SHERIDAN M.F. (1979) - *A model of pyroclastic surge*. *Geol. Soc. of America, Special Paper*, p. 177-184.
- WOHELTZ K.H. (1983) - *Mechanisms of Hydrovolcanic pyroclast formation: grain-size, scanning electron microscopy and experimental studies*. *Explosive Volcanism*. Edited by M.F. Sheridan and F. Barberi.