

L. GURIOLI(\*), R. CIONI(\*\*), C. BERTAGNA(\*)

## I DEPOSITI DI FLUSSO PIROCLASTICO DELL'ERUZIONE DEL 79 D.C.: CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICA, SEDIMENTOLOGICA E MODELLI DI TRASPORTO E DEPOSIZIONE

**Riassunto** - I depositi di flusso piroclastico derivati dal collasso totale della colonna pliniana dell'eruzione del 79 d.C. sono dispersi radialmente intorno al centro eruttivo e caratterizzati da una forte variazione delle facies sedimentarie, che suggerisce il passaggio di una corrente piroclastica con concentrazione variabile da quella di un surge più diluito a quella di una colata piroclastica più densa. Queste variazioni di facies sono interpretate come il prodotto della sedimentazione aggradazionale di una singola corrente piroclastica, alimentata, non ancora stazionaria (come suggerito dalle variazioni verticali di facies), non uniforme (come suggerito dalle variazioni spaziali di facies dai settori prossimali a quelli distali) e caratterizzata da un sistema deposizionale nel quale avvengono transizioni rapide di deposizione da regime turbolento, a inerziale, a laminare. Le variazioni di facies laterali e lungo la direzione di flusso sono indotte da fluttuazioni della colonna collassante (che inducono delle variazioni nei tassi di alimentazione), dalla decelerazione (che riduce la capacità della corrente), dalla sedimentazione (che risulta in una diminuzione della concentrazione delle particelle con la distanza) e dall'interazione con la topografia (che induce trasformazioni locali nel flusso, sviluppando talvolta «underflow» densi alla base della corrente turbolenta).

**Parole chiave** - Flussi piroclastici, facies, meccanismi di trasporto, meccanismi di deposizione.

**Abstract** - *The pyroclastic flow deposits of AD 79 eruption: stratigraphy, sedimentology and mechanisms of transport and emplacement.* The deposits derived from the total collapse of the AD 79 Plinian column are radially dispersed and characterised by large facies variations. Massive to cross-bedded deposits have been recognised, suggesting a complete transition between what are conventionally interpreted as pyroclastic surges and flows. These facies variations have been interpreted as the product of the aggradational sedimentation of a single, sustained, yet unsteady (as suggested by vertical facies variations), non uniform (as suggested by the spatial facies variation from proximal to distal) pyroclastic current characterised by a depositional system in which rapid transition from turbulent to non-turbulent deposition occurred. The vertical and down current lateral facies variations are induced by fluctuations inherent to column collapse (inducing fluctuations in magma discharge), deceleration (reducing the capacity of the current), sedimentation (causing a decrease in particle concentration with distance from the source) and interaction with rough topography (inducing local transformation within the same flow, sometimes developing a dense underflow at the base of a turbulent current).

**Key words** - Pyroclastic flows, facies, transport mechanism, depositional mechanism.

### INTRODUZIONE

L'eruzione del 79 d.C., che distrusse le città romane di Pompei, Ercolano e Stabia, è forse l'eruzione più famosa della storia della vulcanologia. I depositi e la ricostruzione dell'eruzione sono stati oggetto di numerosi lavori (Lirer *et al.*, 1973, 1993; Sheridan *et al.*, 1981; Sigurdsson *et al.*, 1982, 1985; Arnò *et al.*, 1987; Carey e Sigurdsson, 1987; Barberi *et al.*, 1989; Cioni *et al.*, 1992a, 1995, 1996, 2000), ed una loro sommaria descrizione è riportata in Fig. 1, dove la nomenclatura stratigrafica utilizzata fa riferimento ai lavori di Cioni e collaboratori, che hanno suddiviso la successione stratigrafica dei depositi in 8 unità eruttive (EU) ognuna caratterizzata da meccanismi eruttivi e deposizionali propri, e raggruppate in una fase freato-magmatica di apertura (EU1), una fase pliniana (EU2 e EU3) ed una fase finale freatomagmatica (da EU4 a EU8).

I dati presentati in questo lavoro sono incentrati sui depositi di flusso piroclastico ricchi in pomici (EU3pf) intercalati tra il tetto del livello di caduta delle pomici grigie (EU3f) ed il deposito freatomagmatico, ricco in litici di derivazione profonda, relativo alla EU4 (Cioni *et al.*, 1996). Questi depositi sono stati attribuiti alla fase finale di collasso totale della colonna pliniana delle pomici grigie (Sigurdsson *et al.*, 1985; Barberi *et al.*, 1989).

Lo studio delle caratteristiche sedimentologiche di questa unità è particolarmente interessante in quanto essa si ritrova dispersa intorno al vulcano su un areale con morfologia variabile (Fig. 1), permettendo così di studiare le diverse modalità di trasporto e deposizione in funzione del substrato. A questo scopo, le osservazioni granulometriche e tessiturali sui depositi sono state sistematizzate attraverso una loro analisi di facies, ed interpretate in termini di processi di trasporto e deposizione. Sono state così descritte e discusse le varie associazioni di facies verticali e laterali osservate, ed è stato proposto un modello vulcanologico capace di interpretare le diverse facies deposizionali in funzione delle caratteristiche della nube di flusso, del substrato, della distanza dalla bocca e dell'energia eruttiva.

(\*) Dipartimento di Scienze della Terra - Via S. Maria, 53 - 56126 Pisa.

(\*\*) Dipartimento di Scienze della Terra - Via Trentino, 51 - 09127 Cagliari.

## DISPERSIONE DEI DEPOSITI

I depositi di flusso piroclastico legati al collasso totale della colonna pliniana sono dispersi radialmente intorno al centro eruttivo, raggiungendo distanze di 10 km nel settore meridionale (Fig. 1). I depositi mostrano spessori medi di circa 100 cm su tutto il vulcano, ad esclusione delle zone tra S. Giuseppe Vesuviano ed Ottaviano, e tra Torre del Greco e Torre Annunziata, dove questi mostrano spessori più ridotti. Nel settore meridionale, in presenza di incisioni del substrato più blande rispetto a quelle dei versanti settentrionali del Monte Somma, i depositi presentano una maggiore regolarità nell'andamento degli spessori e variazioni tessiturali minori. In generale si osserva che nel settore occidentale le quote di prima deposizione dei flussi

ziando quattro settori: un settore meridionale, a morfologia del substrato abbastanza regolare; un settore orientale, a valle di una parete calderica preesistente l'eruzione del 79 d.C. e con un substrato debolmente inciso; un settore settentrionale, a valle anch'esso della parete calderica ma caratterizzato dalla presenza di profonde incisioni vallive; un settore occidentale, caratterizzato dalla presenza di una precedente depressione calderica che determina una ripida rottura di pendio nelle ultime propaggini del vulcano (Fig. 1).

## CARATTERI SEDIMENTOLOGICI E FACIES SEDIMENTARIE

In generale i depositi della EU3pf sono poco sortiti e costituiti da lapilli pomicei e litici immersi in una matrice cineritica (Fig. 2). A differenza dei classici depositi di flusso piroclastico, presentano spesso stratificazione ondulata o incrociata a basso angolo, anche se facies più massive, talvolta caratterizzate da «normal coarse-tail density grading», si trovano associate in transizione verticale o laterale a queste facies più stratificate. Questi depositi sono caratterizzati da una granulometria media ed una classazione molto variabili ( $Md\phi$  tra -1 e 2.5;  $\delta\phi$ , tra 1.5 e 3.5). Nel classico diagramma  $Md\phi$ - $\delta\phi$  i campioni coprono per intero il campo relativo ai flussi piroclastici (Fig. 2a), e sono mediamente più poveri in fini rispetto alla media dei depositi di flusso, occupando nel diagramma F1-F2 proposto da Walker (1983) un campo compreso tra i due massimi individuati per i depositi di flusso e di surge piroclastico (Fig. 2b). Questi depositi mostrano una diminuzione evidente di granulometria dai settori più prossimi a quelli più distali, e tendono ad essere più grossolani nei bassi topografici. Il rapporto tra pomici e litici (P/L) indica per alcuni campioni valori prossimi ad 1 e per altri valori molto più alti (Fig. 2c), in accordo con il carattere magmatico dei depositi (Barberi *et al.*, 1989).

Le facies dei depositi sono state evidenziate e descritte attraverso osservazioni di terreno sulle strutture sedimentarie, integrate con dati granulometrici e analisi dei componenti (Fig. 2d), e rappresentano chiaramente dei termini estremi tra i quali esiste uno spettro continuo di tipologie intermedie (Sohn e Chough, 1989). Le diverse facies osservate sono state descritte in dettaglio nei diversi settori, e sono riportate nelle Tab. 1, 2 e 3, mentre la loro ubicazione è riportata in Fig. 3. Le variazioni di facies sono state osservate sia a scala locale, individuando le variazioni laterali e verticali in funzione della paleotopografia, che a grande scala, confrontando le facies dalle esposizioni prossimali a quelle distali. Per ciascuna delle facies descritte vengono anche proposti dei criteri che sono utili per l'interpretazione delle associazioni laterali e verticali di facies riconoscibili all'interno di un singolo deposito.

*I depositi del settore meridionale*

Nel settore meridionale è stato possibile osservare le variazioni di facies verticali e laterali (Fig. 3) dei depo-

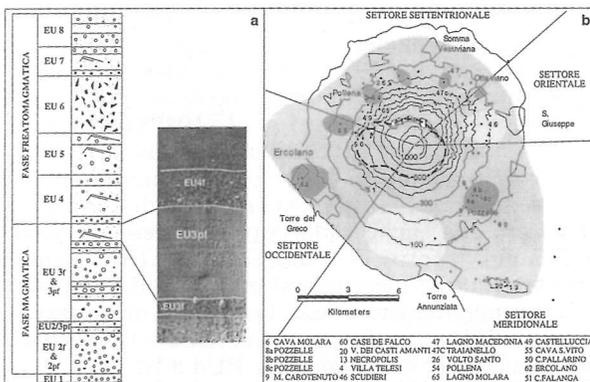


Fig. 1 - a) Sezione stratigrafica composta dei depositi piroclastici dell'eruzione di Pompei affiorante nel settore meridionale ed orientale, da Cioni *et al.* (1992). Nella foto è riportato un particolare del deposito EU3pf, affiorante nella grande Cava di Pozzelle, intercalato tra il livello di caduta magmatico della EU3 e quello freatomagmatico della EU4. A destra è riportata l'ubicazione delle sezioni studiate, la dispersione dei depositi e la suddivisione dell'area vesuviana nei settori considerati. I depositi sono radialmente distribuiti intorno al vulcano con spessori medi intorno ai cento centimetri (vedi area in grigio chiaro). Le aree in grigio scuro rappresentano le zone di maggior ispessimento, (fino a 5 m nella località di Pozzelle ed Ercolano), mentre quelle in grigio più chiaro rappresentano le aree di spessore minore al metro. La linea tratteggiata rappresenta il bordo calderico dedotto, da Cioni *et al.*, 1999).

sono più elevate rispetto al settore orientale, così come nel settore settentrionale, dove le quote più alte corrispondono anche ad una maggiore pendenza media del substrato. Lungo la linea di costa i depositi tendono ad ispessirsi formando dei veri e propri conoidi, che sono d'altra parte visibili anche allo sbocco delle principali paleovalle del settore settentrionale (Fig. 1). La presenza di una paleocaldera preesistente all'eruzione del 79 d.C., suggerita da Cioni *et al.*, (1999), giustifica in parte queste osservazioni, in quanto la deposizione a quote elevate e su pendii ripidi (> 15°) che caratterizza il settore settentrionale, avviene a valle della parete calderica i cui effetti in termini sedimentologici sui flussi saranno discussi in seguito.

La descrizione dei depositi è stata effettuata differen-

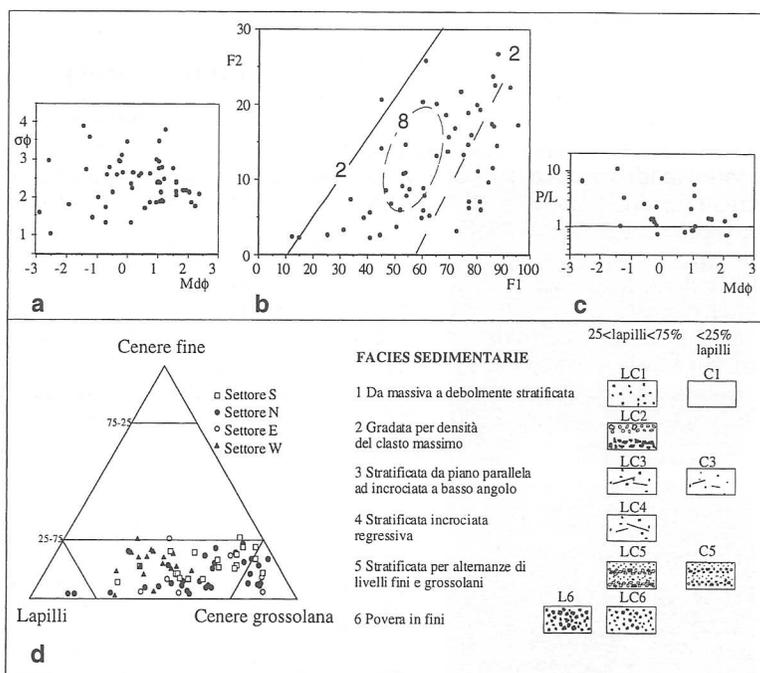


Fig. 2 - a, b, c: diagramma  $Mdf-s\phi$ ,  $F1-F2$  e  $Mdf-P/L$  ( $P$  = pomici,  $L$  = litici). d: Variazione granulometrica a tre componenti dei depositi di collasso totale della EU3pf e schema classificativo delle varie facies sedimentarie individuate nei depositi in base alla granulometria ed alle strutture sedimentarie.

siti della EU3pf dai siti più prossimali, ubicati a circa 4 Km dal centro eruttivo, (cava Molarà, Fig. 1) a quelli più distali, a circa 10 Km di distanza (Pompei, Fig. 1). In questo settore i depositi si trovano al tetto del banco di pomici di caduta della fase Pliniana dell'eruzione (che sono disperse verso SE, Lirer *et al.*, 1973) e sono mantellati dai prodotti freatomagmatici della Unità Eruttiva 4. In Figura 4 sono riportate le sezioni principali studiate. I depositi raggiungono i valori mas-

simi di spessore nella parte più meridionale della cava di Pozzelle, per poi assottigliarsi rapidamente nelle sezioni più distali.

Nella sezione più prossimale (sez. 6, Fig. 4) il deposito della EU3pf, spesso fino a 150 cm, è caratterizzato alla base da una stratificazione per alternanza di livelli decimetrici pomicei e litici e livelli cineritici (facies LC5), che sfuma verso l'alto in una porzione massiva o debolmente stratificata (facies LC1).

Immediatamente a valle di Cava Molarà, nella cava di Pozzelle, i depositi della EU3pf affiorano estesamente sia su pareti trasversali che longitudinali rispetto alla direzione di flusso. Lungo le pareti della cava, da monte verso valle (sez. 8b-8c, Fig. 4) i depositi hanno spessore fortemente variabile (da 25 a 500 cm) e presentano una variazione verticale di facies più complessa rispetto a quella osservata a monte, a cava Molarà. Il deposito mostra tre subunità principali, ciascuna caratterizzata da facies differenti in transizione laterale e verticale, separate da superfici di discontinuità erosive. La subunità alla base (I, in Fig. 4) mostra spessore variabile da 0 a 30 cm nella porzione a monte della cava (sez. 8b, Fig. 4), dove presenta una stratificazione da piano parallela ad incrociata a basso angolo associata ad una granulometria fine (facies C3), e si ispessisce verso valle (sez. 8c, Fig. 4) passando ad un deposito a granulometria più grossolana, ricco in frammenti litici e cristalli e povero in fini (facies L6), interpretabile come un mega «lee-side» di una duna di ampiezza fino a 150-200 cm e lunghezza d'onda maggiore di 10 metri. Alla base è presente, in maniera discontinua, una porzione a granulometria più fine e a stratificazione incrociata (facies C3), molto simile a quella presente nella sezione più a monte, suggerendo che la deposizione della facies L6, povera in fini, sia un fenomeno

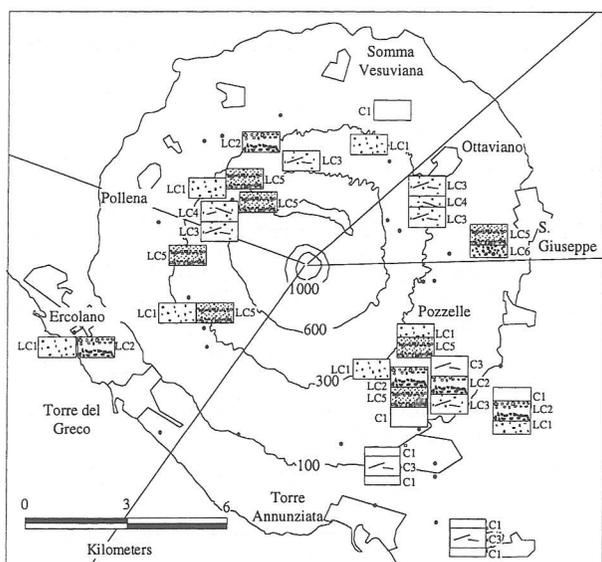
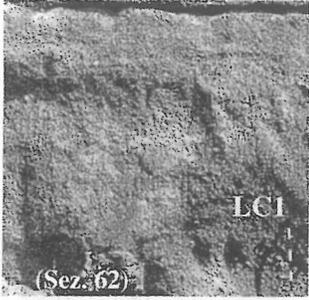
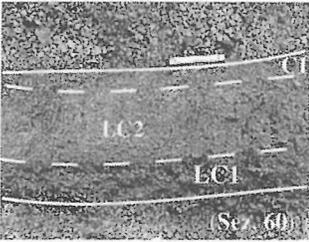
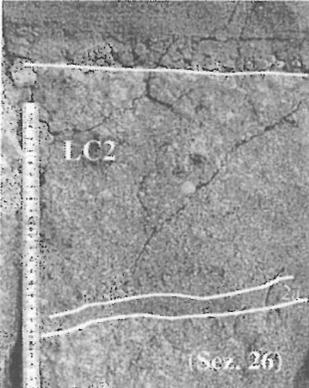


Fig. 3 - Distribuzione delle facies principali osservate nei depositi della EU3pf intorno al vulcano. Per la legenda riguardante le facies sedimentarie vedi Fig. 2.

Tab.1. Descrizione ed interpretazione delle facies massive

FACIES MASSIVE		
Facies	Descrizione	Interpretazione
<b>Da massiva a debolmente stratificata LC1</b>		
 	<p>Presente in depositi spessi e molto spessi affioranti prevalentemente nei bassi topografici del settore meridionale (dove poggia su un livello sottile in facies C1 o su un livello spesso in facies LC5), e di quello settentrionale, (dove è la facies dominante, insieme alla LC2, nei depositi spessi e molto spessi che costituiscono il fan deposizionale ubicato a valle della rottura di pendio, Sez. 62). È assente nel settore orientale. La facies è caratterizzata da coarse tail grading sia dei lapilli pomicei che litici, dispersi in una matrice di cenere fine e grossolana. La classazione è bassa. A volte la facies è caratterizzata da coarse tail grading multipli o semplici.</p> <p>Questa facies risulta essere debolmente stratificata sia nei depositi più prossimali del settore meridionale, quando si trova a tetto della facies LC5 o intercalata tra la facies LC2, LC3 o C3, sia in quelli intermedio distali dove è sempre presente alla base di depositi sottili, seguita dalla facies LC2 (Sez. 60). La debole stratificazione è data da allineamenti discontinui di lapilli pomicei fini (dimensioni massime 0,5-1 cm) e soprattutto alla base, da letti di lapilli pomicei, centimetrici, povere in fini. Questi hanno uno spessore massimo di 2-3 cm, lunghezza di circa 100 cm e forma irregolare con superfici superiori ed inferiori ondulate. Talvolta la facies si sviluppa in presenza di una più accentuata inclinazione del substrato. La stratificazione, è in questo caso leggermente più marcata, ed è data da lenti ondulate, non parallele, aventi ampiezza massima di due centimetri e lunghezza decimetrica, costituite da lapilli fini pomicei (dimensioni massime &lt; 0,5 cm) immersi in una matrice di cenere fine.</p>	<p>Nel settore meridionale questa facies deriva dalla sedimentazione di uno strato limite basale nel quale la turbolenza è soppressa per la concentrazione alta di particelle e prevale l'interazione tra i granuli ed il sostegno della matrice. Nel settore settentrionale questa facies deriva dalla deposizione di un under flow denso dove la turbolenza è soppressa. In entrambi i casi la presenza di treni di litici e pomici può suggerire non stazionarietà di un flusso aggradazionale o livelli di shear sotto gradienti verticali di velocità. In entrambi i casi viene esclusa una deposizione tipo plug di flusso. La debole stratificazione osservata in alcune sezioni evidenzia una sedimentazione rapida per fall-out da una sospensione densa con debole rielaborazione trattiva.</p>
<b>Massiva con coarse tail grading LC2</b>		
	<p>Nel settore meridionale questa facies è presente nei depositi con spessore medio, intercalati tra facies stratificate della EU3pf, mentre in quello settentrionale (Sez. 26) ed occidentale è presente in depositi medi e spessi, massivi, affioranti nelle sezioni relativamente più distali. La facies è caratterizzata da una gradazione inversa delle pomici massime e diretta dei litici, immersi in una matrice di cenere fine e grossolana. Pomici e litici presentano diametri massimi da 20 (nel settore meridionale e occidentale) fino a 4 cm (in quello settentrionale). Alla base la facies è caratterizzata da un livello cineritico di pochi cm con lapilli pomicei e litici gradati inversi (liv. 2a di Sparks <i>et al.</i>, 1973). La classazione è bassa.</p>	<p>Nel settore meridionale questa facies indica sedimentazione rapida nella parte basale, ad alta concentrazione di particelle di un flusso stratificato. La gradazione inversa delle pomici è dovuta ad effetti di galleggiamento nello strato limite deposizionale. Nel settore settentrionale questa facies indica deposizione da un «under-flow» denso, laminare, formatosi in seguito ai rapidi tassi di sedimentazione dalla nube turbolenta. Nel settore occidentale infine rappresenta la deposizione rapida, indotta dalla rottura di pendio, delle particelle che quindi, aumentando di concentrazione, formano un sistema deposizionale in cui la turbolenza è soppressa.</p>

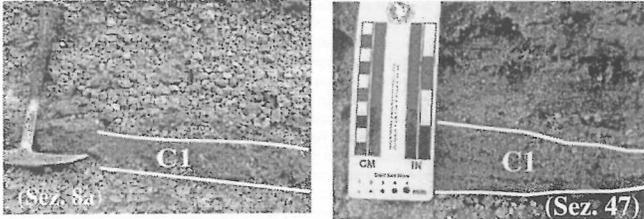
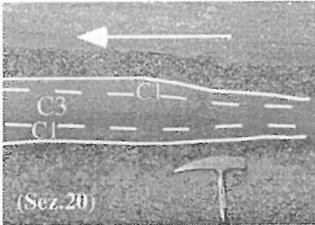
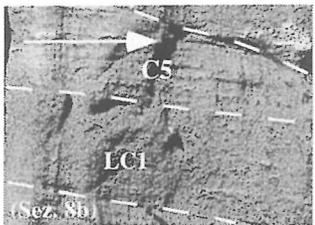
meno localizzato. La subunità successiva (II, in Fig. 4), mostra una forte variazione di spessore e di facies lungo le pareti della cava. Alla sez. 8b la subunità II si presenta nel complesso gradata diretta, mostra spessori variabili da 10 a 90 cm, ed è caratterizzata da un deposito debolmente stratificato (facies LC1) passante verso l'alto a livelli a granulometria più fine e stratificazione nettamente più marcata (facies C5, Tab. 3). Alla sezione 8c questa subunità, spessa fino a 3 m, è ancora più complessa, presentando una sequenza di livelli caratterizzati da «coarse-tail grading» normale per densità (facies LC2), intercalati a depositi decimetrici con una debole stratificazione data da allineamenti monogranulari di lapilli pomicei (facies LC1). La terza subunità mostra una diminuzione generale della granulometria ed una corrispondente minore laminazione interna allontanandosi lungo la direzione di flusso,

mantenendo al contrario uno spessore abbastanza costante (circa 1 metro). Alla sez. 8b essa presenta strutture a duna caratterizzate da lunghezze d'onda maggiori di 5 m ed ampiezze di circa 1 m, che passano verso l'alto ad un livello fine, di spessore limitato (da 0 a 20 cm di spessore) caratterizzato da stratificazione incrociata a basso angolo (facies C3, Tab. 2). Questa facies più fine diventa predominante a valle della cava, nella sez. 8c. Nel complesso, la EU3pf appare poco classata, e con una frazione grossolana (> 2 mm) che, soprattutto alla base di ogni singolo livello, presenta un contenuto elevato in litici e cristalli (Fig. 4). Solo nella porzione di tetto della terza subunità la frazione juvenile aumenta, divenendo predominante su quella litica e cristallina (Fig. 4, sez. 8b). Immediatamente a valle di Cava Pozzelle i depositi

Tab. 2 - Descrizione ed interpretazione delle facies stratificate (la freccia indica la direzione di flusso).

Facies	Descrizione	Interpretazione
<b>Stratificata da piano parallela ad incrociata a basso angolo LC3</b>	<p>Questa facies è presente in quasi tutti i settori prossimali del cono. Nel settore meridionale caratterizza depositi medi e spessi, affioranti nelle aree prossimali a morfologia più regolare (Sez. 8b), alternandosi a livelli più massivi, in facies LC1 e LC2. Nel settore orientale (Sez. 46) la facies è sempre presente in depositi medi, e verso l'alto, dove la granulometria è più fine, passa alla facies LC4. Analogamente nel settore nord-occidentale questa facies caratterizza depositi spessi e molto spessi al tetto dei quali si osservano facies tipo LC4. Nel settore settentrionale la facies LC3 è visibile solo in depositi medi e spessi affioranti sugli alti topografici (Sez. 26). La facies è duniforme e presenta una stratificazione interna che varia da piano parallela ad incrociata a basso angolo. Le dune hanno lunghezza d'onda maggiore di 5 m, raggiungendo i 10 m nel settore nord-occidentale, ed ampiezza variabile da 1 m a 20,30 cm (nel settore orientale). Sono generalmente asimmetriche con lee-side concave verso l'alto, immergenti dolcemente e stoss-side erosi. Le creste migrano nella direzione di flusso e sembrano arrotondate. La deposizione nel lee-side è data da lenti da centimetriche, nei depositi più sottili, a metriche (fino a 3 m), con spessore decimetrico (10-20 cm), aventi una inclinazione da 16° a 10°. Le lenti sono costituite da lapilli pomicei e più rari litici (dimensioni massime 4 cm) gradati diretti, e ben classificati. Le lenti presentano superfici piano-concave. La stratificazione piano parallela, presente alla base dei corpi duniformi, è comunemente definita dall'alternanza di lamine e strati centimetrici (da 4 a 10 cm) di cenere fine e grossolana con lapilli pomicei arrotondati e più rari litici (per entrambi le dimensioni massime sono di 1 cm) e livelli più ricchi in cenere fine con lapilli pomicei fini. I singoli livelli della facies possono essere gradati inversi o non gradati, mentre nel complesso la facies è gradata diretta.</p>	<p>La stratificazione incrociata a basso angolo è tipica di sedimentazione in regime trattivo, ad alta energia. Le particelle vengono deposte da flussi energetici e veloci su un substrato leggermente ondulato a causa dello sforzo di taglio elevato del flusso stesso. La tessitura granulo sostenuta e ben classificata della stratificazione interna indica un sorting ed una elutriazione molto efficienti, controllati essenzialmente dalla elevata turbolenza della nube.</p>
<b>Stratificata ad incrociata regressiva LC4</b>	<p>Questa facies è intercalata tra i depositi caratterizzati dalla facies LC3 osservati nel settore orientale. Comprende depositi medi, a granulometria minore di quelli sottostanti, duniformi, con dune aventi ampiezza di 6 cm e lunghezza d'onda di 60 cm. La stratificazione interna è costituita dall'alternanza di livelli e lenti che immergono sempre contro flusso, con inclinazione di circa 15-18°. Spesso tali lenti formano strutture sigmoidi, appiattite, spesse 12 cm e lunghe 100 cm costituite da lapilli pomicei (dimensioni massime di 3 cm) e litici (dimensioni massime di 1 cm). Anche nelle sezioni affioranti nel settore nord-occidentale (Sez. 49) si è potuto notare la presenza, all'interno di corpi duniformi di deposizione in stoss-side con immersione intorno a 11° e la formazione di strutture sigmoidi.</p>	<p>Sedimentazione da un flusso turbolento in regime supercritico. Le strutture sigmoidali sono dovute a variazioni del regime di flusso legate ad ondulazioni del substrato che nel caso specifico determinano uno chute molto ridotto ed un pool molto esteso.</p>
<b>Stratificata per alternanza di livelli fini e grossolani LC5</b>	<p>Questa facies è presente in tutti i depositi affioranti sulle pendici del vulcano. Sia nel settore meridionale che in quello occidentale è presente in depositi spessi o molto spessi, affioranti alla base delle paleodepressioni o nelle sezioni più prossimali. In questi settori generalmente poggia su un livello massivo, sottile ed è seguita da depositi massivi spessi e molto spessi in facies LC1 o LC2. Nel settore orientale si alterna lateralmente con la facies LC3. Localmente poggia su un livello fine, povero in fine, facies LC6, ed è mantellata da un livello fine massivo, facies C1 (Sez. 4). Nel settore settentrionale è presente in depositi medi e spessi, ricchi in pomici, affioranti nelle porzioni più prossimali del vulcano o sugli alti stratigrafici. La facies è caratterizzata dalla presenza di numerosi strati e lenti che variano da uno spessore di pochi mm a più di 20 cm. La stratificazione è comunemente data da alternanze di livelli cineritici a granulometria fine e lenti di lapilli grossolani in alcuni punti clasto-sostenute. Le lenti hanno uno spessore che varia da 5 a 25 cm ed una estensione laterale che può raggiungere 400 cm. Sono comunemente composte da lapilli pomicei grossolani (dimensioni massime fino a 5 cm) e da più rari litici (dimensioni massime fino a 4 cm), il grado di selezione è buono e presentano, al loro interno, gradazione diretta o inversa dei lapilli pomicei. Le lenti possono avere sia forma irregolare, con superfici inferiori e superiori sia ondulate, che piano-concave e piano-convexe. I livelli cineritici sono spessi da 10 a 30 cm, possono essere sia massivi che debolmente laminati. Sono costituiti essenzialmente da cenere fine e grossolana con lapilli pomicei e litici sparsi privi di gradazione (dimensioni massime 4 cm). Possono essere presenti inoltre blocchi litici e clasti fuori taglia di dimensioni decimetriche (max 30 cm).</p>	<p>Sedimentazione da un flusso turbolento a bassa concentrazione di particelle non stazionario, in cui la deposizione avviene principalmente in regime trattivo. La presenza occasionale di lenti discontinue a gradazione inversa, indica comunque che la concentrazione del bedload è in certi momenti alta tanto da formare dei livelli tipo traction carpets.</p>
<b>Povera in fini LC6</b>	<p>Questa facies è stata osservata solamente alla base del deposito presente nella sez. 4. È povera in cenere e ricca in lapilli litici fini e cristalli, priva di stratificazione interna e lentiforme con spessore da 0 a 6 cm.</p>	<p>Sedimentazione rapida dalla porzione basale o frontale del flusso dove per inglobamento d'aria o rugosità del terreno aumenta la turbolenza con sedimentazione del materiale più pesante e allontanamento di quello più fine.</p>

Tab. 3 - Descrizione ed interpretazione delle facies a granulometria fine (la freccia indica la direzione di flusso).

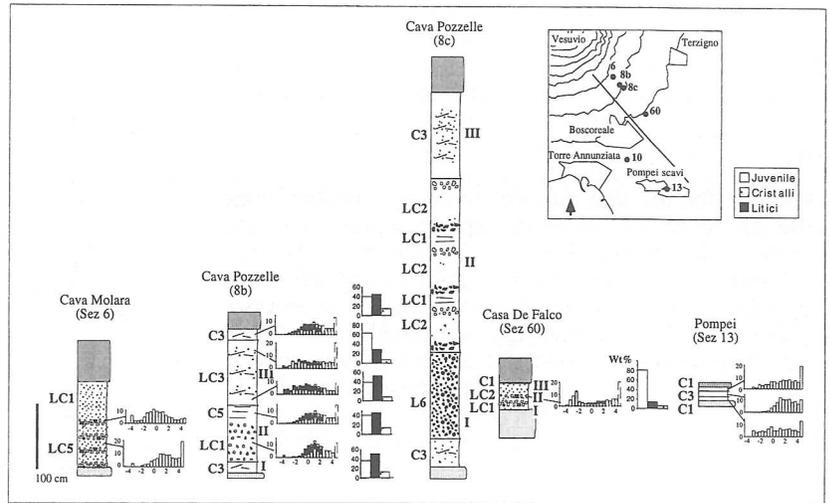
FACIES A GRANULOMETRIA FINE		
Facies	Descrizione	Interpretazione
<p><b>Da massiva a debolmente stratificata C1</b></p> 	<p>Nel settore meridionale questa facies è presente in depositi sottili o molto sottili affioranti sugli alti ed alla base delle facies massiva (LC2), o stratificata (LC6), affiorante nei bassi topografici. Nelle aree intermedio distali di questo settore è la facies dominante di depositi sottili, presenti alla base e al tetto della facies C4 (Sez. 20). La facies è costituita da lapilli fini litici e pomice dispersi in una matrice di cenere fine e grossolana. La gradazione è assente e la classazione è bassa.</p> <p>Nel settore settentrionale la facies massiva è presente in depositi di spessore da medio a sottile affioranti sugli alti topografici. Spesso in questo settore è visibile una debole stratificazione dovuta alla presenza di lenti, da millimetriche a centimetriche, di lapilli fini pomice. La matrice è costituita da cenere fine e grossolana contenente in minor misura lapilli pomice (dimensioni massime 1-3 cm) e più rari litici (dimensioni massime 4,5 cm), talvolta sono presenti blocchi litici.</p>	<p>Sedimentazione per fall-out rapido da una sospensione ad alta concentrazione di particelle, in assenza di regime trattivo (Sez. 8a) o con debole rielaborazione trattiva (Sez. 47).</p>
<p><b>Stratificata da piano parallela ad incrociata a basso angolo C3</b></p> 	<p>Presente localmente alla base o al tetto dei depositi stratificati prossimali del settore meridionale e più diffusamente nei depositi sottili più distali dove è sempre intercalata tra facies massive. La stratificazione è data da megaripples molto allungate, costituite da lapilli fini.</p>	<p>Sedimentazione in regime trattivo.</p>
<p><b>Stratificata per alternanze di livelli fini e grossolani C5</b></p> 	<p>Presente localmente a tetto di livelli massivi affioranti nel settore prossimale, meridionale. La laminazione è data da sottili livelli monogranulari di lapilli fini, alternati a livelli centimetrici cineritici.</p>	<p>Sedimentazione in regime trattivo della porzione della nube più diluita.</p>

della EU3pf subiscono una drastica diminuzione dello spessore, passando ai 10-40 cm totali della sezione di Case de Falco (sez. 60, Fig. 4), dove mostrano anche una granulometria media minore ed una classazione peggiore rispetto alle sezioni ubicate più a monte. Anche in questa sezione è possibile individuare le tre diverse subunità prima descritte: la subunità I, spessa fino a 15 cm, appare debolmente stratificata per alternanza di lenti discontinue di lapilli arrondati, poveri in fini, e livelli cineritici poco classati, (facies LC1, Tab. 1); la subunità II è qui spessa solo 20 cm pur mostrando una facies massiva caratterizzata da gradazione inversa per le pomice (facies LC2, Tab. 1); la subunità III, che raggiunge al massimo solo 5 cm di spessore, mantiene una granulometria fine ed è caratterizzata da una facies a gradazione diretta, massiva o solo debolmente stratificata (facies C1, Tab. 1). Nelle sezioni ancora più distali (sez. 13, Fig. 4) i depositi della EU3pf mostrano sempre una sequenza peculiare

caratterizzata da tre livelli cineritici di pochi centimetri di spessore, il primo e l'ultimo dei quali in facies massiva (C1) mentre quello intermedio presenta sempre una stratificazione incrociata a basso angolo (facies C3, Tab. 3) ed una maggiore dimensione media dei granuli.

Nella sezione 8a (Fig. 1 e 5), ubicata a fianco della cava di Pozzelle, i depositi del 79 d.C. riempiono una paleovalle, (con asse avente direzione circa N 155) e risultano ben esposti in una sezione trasversale, orientata SW-NE (disposta perpendicolarmente all'asse della valle). Il deposito di caduta EU2f evidenzia la paleomorfologia, inclinata di circa 20° verso SW. In questo sito è possibile osservare in dettaglio le variazioni laterali di facies dagli alti ai bassi topografici. Sugli alti topografici il deposito è molto sottile ed a granulometria più fine e la facies dominante è quella massiva o debolmente stratificata (C1, sez. 8a in Tab. 3). Dove il deposito tende ad essere più spesso, si osserva un

Fig. 4 - Sezioni misurate e mappa di ubicazione del deposito EU3pf di collasso totale, sigillato alla base e al tetto rispettivamente dal deposito di caduta delle pomici grigie ed il deposito di caduta della EU4. Per alcune sezioni sono riportate le variazioni granulometriche e sedimentarie osservate dalla base al tetto del deposito ed il nome delle facies ad esse associate, gli istogrammi granulometrici dei campioni analizzati e quelli dei componenti individuati nella porzione maggiore di 2 mm di alcuni di questi.



aumento della granulometria, e la facies C1 sempre presente alla base, è seguita da un livello massivo con «coarse-tail grading», (facies LC2 in Fig. 5). In corrispondenza dell'asse della valle, dove il deposito raggiunge il massimo di spessore, alla base affiora sempre il livello sottile in facies C1, al di sopra del quale si ha lo sviluppo di una facies intermedia ben stratificata, (facies LC5, in Fig. 5), a granulometria maggiore, seguita a tetto dalla facies massiva LC1, sempre a granulometria più grossolana (Fig. 5).

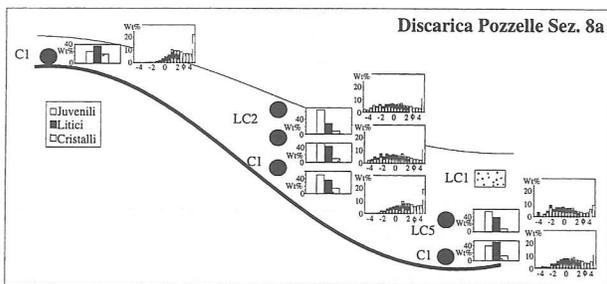


Fig. 5 - Variazione laterale delle granulometrie e dei componenti osservata nei depositi affioranti nel basso e nell'alto topografico di Discarica Pozzelle, Sez. 8a. Lo schema, non in scala, rappresenta la parete trasversale alla direzione di flusso, orientata SW-NE, di una paleovalle con asse avente direzione N 155.

### Discussione

La presenza di tre diverse subunità nei depositi della EU3pf, marcate da nette superfici di discontinuità erosiva, associata ad una forte variabilità laterale e verticale di facies, rende l'interpretazione di queste variazioni non sempre univoca. Tali sequenze possono infatti suggerire sia la deposizione successiva di più unità di flusso, sia processi di aggradazione da una corrente alimentata, fortemente non-stazionaria. La generale assenza di depositi di ceneri fini associati alle diverse

discontinuità, che indicherebbero stasi di una certa importanza nell'attività eruttiva, e di depositi di caduta intercalati, indicatori di una ripresa dell'attività convettiva della colonna (o anche soltanto di livelli contenenti frammenti balistici) suggeriscono che i depositi di questa unità derivano da una singola nube piroclastica, alimentata da una fontana collassante caratterizzata da importanti variazioni nell'alimentazione. Le associazioni verticali di facies osservate indicano una corrente con deposizione aggradazionale, caratterizzata da un sistema deposizionale in regime variabile da turbolento a non turbolento. Il carattere aggradazionale e le differenti facies individuate indicano una variazione nel tempo del regime deposizionale, principalmente legata a fluttuazioni della colonna collassante. Le tre subunità sembrano così registrare ondate successive caratterizzate da flussi di massa variabili, che potrebbero rispecchiare momenti di non stazionarietà della fontana collassante, evidenziati anche dai risultati delle simulazioni numeriche e non necessariamente legati ad instabilità nell'alimentazione (Neri e Dobran, 1994). Il carattere aggradazionale della deposizione si riflette nella continua diminuzione di spessore e granulometria media dei depositi con la distanza, che indica una corrente in continua decelerazione e sedimentazione (per diminuzione di competenza e capacità della nube piroclastica).

La subunità I (Fig. 4), osservata alla base dei depositi, è legata al passaggio di una corrente inizialmente turbolenta e diluita, (facies C3 nella sez. 8b, Fig. 4), sempre più energetica man mano che aggrada (associazione di facies verticale C3 e L6, sez. 8c di cava Pozzelle in Fig. 4), che decelera e sedimenta allontanandosi dalla sorgente, perdendo capacità e competenza, come suggerito dalle facies dei siti più distali (LC1 e C1, sez. 60 e 13, Fig. 4), dove le caratteristiche sedimentarie e la classazione bassa evidenziano una turbolenza sempre meno efficiente e tassi di «fall-out» dalla sospensione sempre più alti. Questa subunità, legata allo scorrimento iniziale della corrente, registra la fase iniziale di collasso della colonna, durante la quale la miscela

subisce una forte interazione con l'atmosfera, è capace di inglobare aria e diluirsi. La corrente mentre scorre e deposita continua ad essere alimentata, ed il sistema deposizionale cambia quindi nello spazio e nel tempo. La porzione intermedia osservata nei depositi (subunità II in Fig. 4), indica un aumento nel tasso di alimentazione della corrente (e quindi nella massa trasportata), che tende a far aumentare la concentrazione delle particelle nel sistema deposizionale. Si hanno quindi regimi deposizionali da debolmente turbolenti, con tassi di «fall-out» molto rapidi (associazione di facies LC1 e C5, sez. 8b Pozzelle, Fig. 4), a non turbolenti, con deposizione aggradazionale tipo «step-wise» di porzioni laminari che aggradano con successive deposizioni in massa di «traction plugs» basali (Branney e Kokelaar, 1992), (facies LC2 sez. 8c a cava Pozzelle, Fig. 4). L'intercalazione di livelli debolmente stratificati, in facies LC1, osservati sempre nella porzione II della sez. 8b (Fig. 4) sottolinea la non stazionarietà di questa corrente e la presenza di fluttuazioni rapide che determinano passaggi da regimi turbolenti a non turbolenti, in un intervallo di tempo breve. Le associazioni di facies osservate nella subunità II potrebbero essere legate alla fase di fontanamento vero e proprio della colonna, caratterizzata da un maggior apporto di massa e da una minore interazione con l'atmosfera (la fontana ormai in regime di collasso tende ad isolarsi dall'esterno), che si traduce nello scorrimento e nella deposizione di una nube più densa. Questa fase sembra corrispondere alla massima energia eruttiva (massimo flusso di massa), come suggerito dalle facies indicanti deposizione di materiale in regime trattivo (facies C3, sez. 20, Fig. 4), nei depositi distali. La capacità di sviluppare forme trattive è legata ad una progressiva diluizione della corrente, che pur sedimentando e rallentando rimane però sufficientemente energetica da sviluppare «ripples» molto allungati. In questo quadro interpretativo la terza subunità può essere spiegata con la continua deposizione di materiale durante le fasi finali di collasso, da una nube sempre più diluita (facies LC3 e C3 alla sez. 8b, Fig. 4). La corrente sviluppa chiare forme trattive nei depositi più prossimali, ma tende a perdere velocemente competenza verso i siti via via più distali, dove la sedimentazione del materiale fine avviene con tassi alti di «fall-out» direttamente dalla sospensione (come indicato dalla gradazione diretta, dalla bassa classazione e dal contenuto alto in cenere fine, osservati nella facies C1 delle sezioni 60 e 13, Fig. 4).

Le variazioni laterali osservate nella sez. 8a sono coerenti con un modello deposizionale simile a quello sviluppato da Schumacher e Schmincke (1990) delle «overbank» facies e delle «valley» facies, dove per «overbank» facies si intende la parte di deposito sottile, a granulometria fine, da massiva a debolmente stratificata, deposta sugli alti contemporaneamente alle «valley» facies, che rappresentano il materiale segregato nella parte basale del flusso (Fig. 6).

In realtà per i depositi da noi osservati, il modello risulta troppo semplificato in quanto la deposizione contemporanea, nell'alto e nel basso, si ha solo per il primo livello sottile in facies C1, che grada in LC2 e LC5

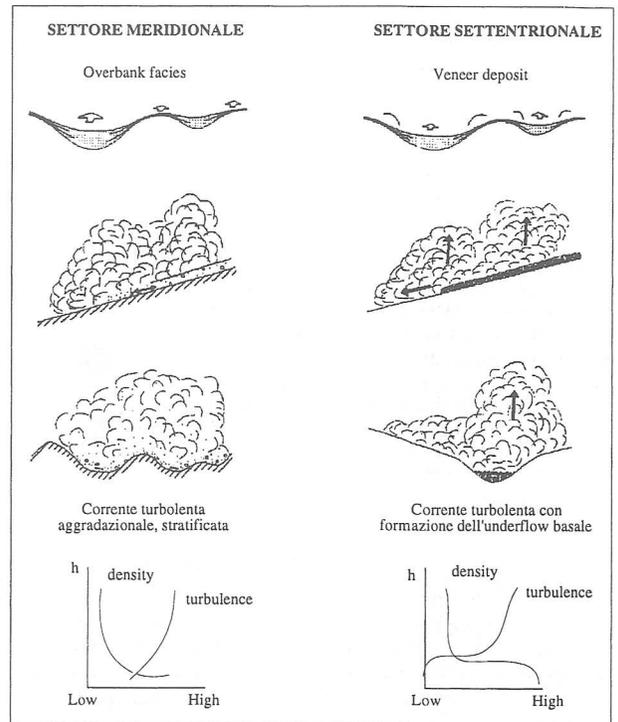


Fig. 6 - a) Modello proposto per il settore meridionale circa le variazioni di facies osservate ai passaggi tra gli alti ed i bassi topografici. In alto è riportato il modello proposto da Schumacher & Schmincke (1990), sotto è riportato quello da noi proposto ed il profilo di concentrazione e densità supposto per la corrente che ha depositato l'EU3pf in questo settore. b) Modello proposto per il settore settentrionale. In alto è riportato il modello di Wilson & Walker (1982), sotto il modello da noi proposto ed il profilo di concentrazione e densità supposto per la corrente che ha depositato l'EU3pf in questo settore.

e che rappresenta quindi la parte frontale della corrente corrispondente alla subunità I. Il progressivo aumento di concentrazione nel sistema deposizionale, che caratterizza la subunità II, porta ad una prevalente aggradazione di materiale all'interno della valle, che presenta le stesse associazioni di facies osservate in zone più pianeggianti (LC1, LC2), continuando a registrare le variazioni che avvengono alla sorgente.

#### *I depositi del settore orientale*

I depositi della EU3pf osservabili nel settore orientale mostrano mediamente spessori molto ridotti (Fig. 1) rispetto a quelli presenti negli altri settori. In tutta l'area i depositi sono caratterizzati dalla presenza di importanti strutture trattive (Fig. 3), che danno una alternanza di facies a stratificazione incrociata progressiva, (facies LC3, sez. 46 in Tab. 2), e facies a stratificazione incrociata regressiva, (facies LC4, sez. 46 in Tab. 2). Nello stesso settore, in località Villa Telesi (sez. 4, in Tab. 2), l'unità eruttiva EU3pf, con spessore variabile da 7 a 30 cm, è stratificata per alternanza di livelli cineritici e lenti di lapilli fini, (facies LC5), e

mostra alla base un livello discontinuo con spessore massimo di 6 cm costituito da lapilli fini litici e da cristalli, (facies LC6, sez. 4 in Tab. 2), interpretabile come un classico «ground layer» (Wilson e Walker, 1982). A tetto è presente un livello di cenere fine, spesso 2-4 cm, che tende a mantellare il deposito sottostante.

Una associazione verticale di facies del tutto simile a quella riconosciuta nel settore orientale è presente anche in alcune sezioni del settore nord-occidentale (sez. 49, in Fig. 1), poste in una situazione morfologica analoga a quelle del settore orientale, ma in posizione più prossimale rispetto al centro di emissione. In queste sezioni i depositi della EU3pf sono costituiti da alternanze di livelli in facies LC3 e LC4, talvolta a granulometria maggiore e con dune caratterizzate da lunghezze d'onda fino a 10 metri ed ampiezze metriche, suggerendo quindi una maggiore energia associata alla nube piroclastica.

#### *Discussione*

Le associazioni di facies osservate riflettono la particolare situazione morfologica del settore orientale, posto a monte di una parete calderica preesistente all'eruzione del 79 d.C. (Cioni *et al.*, 1999). Tale parete ha probabilmente schermato parzialmente lo scorrimento dei flussi riducendo, al momento dell'impatto con la parete stessa, la loro capacità e competenza (spessore e granulometria dei depositi molto ridotti), ma favorendo una forte incorporazione di aria che provoca una diluizione importante della nube ed un regime sempre turbolento (facies LC3 e LC4 osservate nella sez. 46, Tab. 2), sviluppando flussi diluiti, ad alta velocità, aggradazionali e con alimentazione non stazionaria. La presenza locale di depositi tipo «ground layer» alla base di una unità di flusso stratificata riflette la turbolenza elevata del flusso che può sviluppare talvolta una porzione di testa molto diluita nella quale l'incorporazione efficiente di aria permette un aumento della velocità di sospensione per turbolenza che porta all'allontanamento del materiale più leggero e più fine e ad una conseguente diminuzione della concentrazione. L'assenza di importanti incisioni vallive nel settore, che avrebbero potuto influenzare localmente i percorsi e la concentrazione interna della nube piroclastica, si riflette nella omogeneità degli spessori e delle facies sedimentarie mostrate dal deposito all'interno di tutto il settore.

#### *I depositi del settore occidentale*

Nel settore occidentale è stato possibile osservare le variazioni di facies dai settori più prossimali, sulle pendici del cono, a quelli più distali situati in corrispondenza di una rottura di pendio importante delle ultime propaggini del vulcano.

In generale in questo settore si osservano due tipi di facies principali (Fig. 3). Sulle pendici i depositi, caratterizzati da spessori decimetrici, sono generalmente stratificati per alternanza di livelli cineritici e lenti di lapilli fini, (facies LC5). A queste quote non sempre le

sezioni sono di facile lettura in quanto si osservano sequenze di lenti pomicee più o meno povere in fini, a gradazione inversa, che registrano la sedimentazione sia di depositi di flusso, sia di livelli di caduta successivamente rielaborati in «grain flow» (sez. 50, Fig. 1 e Fig. 3). Alle minime rotture di pendio, dove la morfologia tende ad essere più regolare, si passa dalla facies stratificata, LC5, a quella massiva LC1 (sez. 51, Fig. 1 e Fig. 3).

A valle, nelle sezioni affioranti ad Ercolano, i depositi raggiungono spessori molto maggiori (fino a 5 m) e sono massivi, facies LC1 (sez. 62, Tab. 1), o presentano la classica gradazione inversa per le pomici e diretta per i litici (facies LC2). Spesso sono presenti anche gradazioni simmetriche da inverse a normali.

#### *Discussione*

In questo settore si osserva un fan deposizionale nel complesso molto potente, legato probabilmente al drenaggio preferenziale verso questa zona delle principali unità di flusso, che sulle pendici a monte depositano tutte spessori molto sottili di materiale, fittamente stratificato, mentre a valle lasciano depositi massivi, molto potenti. Le associazioni di facies osservate registrano il passaggio di una corrente turbolenta (LC5 sulle pendici) che alle minime rotture di pendio, sia a monte, e soprattutto verso valle, depone rapidamente il materiale in maniera aggradazionale, formando continuamente una zona basale in cui la turbolenza è soppressa (facies LC1 e LC2), a causa della concentrazione elevata delle particelle. La natura aggradazionale del sistema deposizionale viene evidenziata dalla presenza di gradazioni multiple o allineamenti di pomici o blocchi litici, osservati all'interno dei depositi massivi.

#### *I depositi del settore settentrionale*

Nel settore settentrionale la presenza di una paleomorfologia fortemente accidentata, con alcune importanti incisioni vallive, è evidenziata dalla distribuzione dei depositi della EU3pf in diversi lobi separati tra loro (Fig. 1). Le associazioni di facies descritte si riferiscono quindi ai singoli lobi individuati nel settore di Traianello e in quello di Pollena, dove è inoltre possibile osservare variazioni laterali di facies nel passaggio dall'alto al basso morfologico (Fig. 3 e 7). Nella sezione di Pollena, a circa 4 Km dal cono attuale (Fig. 1 e 7) si osserva in generale il passaggio da facies stratificate presenti sugli alti (LC5) a facies più massive nei bassi, (LC1, sez. 54), talvolta con deboli stratificazioni alla base. La stessa situazione si osserva ad est di Somma Vesuviana, nelle sezioni di Traianello (sez. 47 e 47c, Fig. 1 e 3), dove nel basso i depositi sono massivi (LC1) mentre sull'alto è presente una facies più fine, debolmente stratificata (C1, sez. 47, Tab. 3). Tutto il settore è quindi caratterizzato da depositi pomiceo, sottili, fortemente stratificati (facies LC3 e LC5) che drappeggiano gli alti morfologici (sez. 26 e 65), mentre le paleovalli principali sono riempite da depositi da

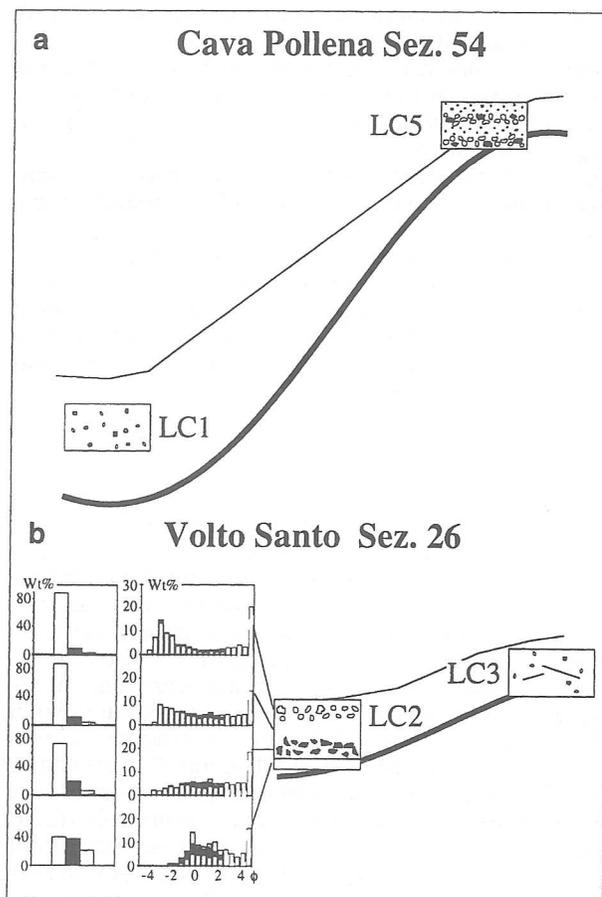


Fig 7 - a) Schema della Cava di Pollena con le facies affioranti sull'alto e nel basso morfologico. Lo schema non è in scala. b) Profilo longitudinale alla direzione di flusso relativo alle sezioni del Volto Santo. Le facies prossimali sono stratificate (facies LC3), mentre quelle relativamente più distali presentano la tipica sequenza di Sparks *et al.* (1973), ben visibile anche dalle analisi granulometriche e composizionali.

spessi a molto spessi che sono per lo più in facies massiva (LC1). I depositi della EU3pf si chiudono alle pendici del vulcano, allo sbocco delle principali incisioni. Nel vallone del Volto Santo, poco ad est di Pollena (sez. 26 in Fig. 1 e Fig. 7) è possibile seguire i depositi della EU3pf per alcune centinaia di metri longitudinalmente alla direzione di flusso. Il deposito presente in queste sezioni è ben controllato dal punto di vista stratigrafico, essendo compreso tra prodotti di flusso correlabili alle fasi di collasso parziale della colonna Pliniana ed il deposito della EU4. La EU3pf mostra in questa località i caratteri tipici dei depositi di flusso piroclastico, con una sequenza verticale di facies che rispecchia esattamente la sequenza tipica proposta da Sparks *et al.* (1973) (vedi Tab. 1, sez. 26), con un livello basale cineritico debolmente stratificato (livello 2a, facies C1), seguito da un banco massivo (facies LC2) ricco in pomice, con matrice cineritica, con «coarse-tail grading» diretto per i litici (2bl) e inverso per le pomice (2bp), chiuso a tetto da ceneri fini (facies C1),

come si osserva chiaramente anche dai dati granulometrici e composizionali riportati in Figura 7. Nelle sezioni più prossimali il deposito passa a facies stratificate per alternanza di livelli fini e grossolani, facies LC5, o facies a stratificazione incrociata progressiva (facies LC3, sez. 26 in Tab. 2).

### Discussione

Nel settore settentrionale le associazioni di facies osservate sono diverse da quelle che caratterizzano gli altri settori: i depositi presenti sugli alti morfologici sono ben stratificati e localmente presentano strutture a duna con lenti pomicee ben classate nel «lee side» (sez. 26 in Tab. 2). Nei bassi morfologici il deposito appare massivo o debolmente stratificato alla base, con gradazione inversa per le pomice (Fig. 7). Le caratteristiche di questi depositi suggeriscono una deposizione da una nube ad elevata fluidizzazione, analogamente a quanto osservato da Wilson & Walker (1985) per l'ignimbrite di Taupo. In questo modello, il deposito di copertura sottile, lasciato sugli alti morfologici (ignimbrite vee-ner deposit, IVD) rappresenterebbe la aggradazione successiva di materiale presente nella parte basale, diluita, della coda di un flusso piroclastico ad alta velocità e lasciato indietro per attrito con il suolo, mentre il deposito di riempimento delle valli (valley ponded ignimbrite, VPI) rappresenta il risultato di un processo di deposizione in massa, preceduta talvolta dalla deposizione di livelli stratificati direttamente dalla parte frontale della nube (Wilson e Walker, 1982) (Fig. 6). Inoltre, a differenza del settore meridionale, dove la deposizione avviene in regime turbolento fino alle zone più distali, nelle porzioni marginali dei depositi di flusso del settore settentrionale si osserva la tipica sequenza di Sparks *et al.* (1973), con livelli tipo 2a e 2b, gradazione inversa delle pomice e formazione di una «pumice concentration zone» a tetto del deposito con diminuzione della frazione fine (facies LC2, sez. 26 in Tab. 1 e Fig. 7), suggerendo una deposizione da una corrente più densa, in regime laminare, più concentrata a causa del forte controllo topografico.

### CONCLUSIONI

I depositi di collasso totale della colonna Pliniana dell'eruzione del 79 d.C. del Vesuvio sono costituiti da una unità molto complessa, dispersa radialmente intorno al centro eruttivo, con spessori variabili da pochi centimetri ad alcuni metri. I depositi mostrano al loro interno delle evidenti superfici di discontinuità erosiva, che sono spesso associate a importanti variazioni di facies. L'assenza di depositi fini associati alle diverse discontinuità (che indicherebbero stasi di una certa importanza nell'attività eruttiva), e di livelli di caduta intercalati o frammenti balistici (che indicherebbero ripresa di attività convettiva della colonna), suggerisce una interpretazione dei depositi di questa unità come derivanti da una singola nube piroclastica, alimentata da una fontana collassante caratterizzata da importanti

variazioni nell'alimentazione. Un modello di questo genere appare perfettamente compatibile con i risultati delle simulazioni numeriche di Dobran *et al.* (1993), che evidenziano una forte instabilità nella alimentazione di flussi piroclastici anche nel caso di fontane collassanti con alimentazione stazionaria.

Le associazioni verticali e laterali di facies osservate sono interpretabili come il prodotto della sedimentazione aggradazionale da una singola corrente piroclastica, alimentata, non stazionaria (come suggerito dalle variazioni verticali di facies), e non uniforme (come indicato dalle variazioni di facies dai depositi prossimali a quelli distali), caratterizzata da un sistema deposizionale in cui il regime di trasporto può variare da turbolento a non turbolento. Le variazioni osservate sia all'interno delle singole facies che tra le diverse facies, sono quindi correlabili di volta in volta a fluttuazioni nel tasso di alimentazione, alla decelerazione globale della nube (che riduce la competenza della corrente), alla progressiva diminuzione di concentrazione del flusso (conseguente alla sedimentazione) ed a trasformazioni del flusso legate all'interazione con la topografia.

In particolare, lo studio dei depositi di questa unità nei diversi settori del vulcano ha permesso di distinguere modalità di trasporto e deposizione differenti in funzione della topografia incontrata, che possono essere ricondotti ai due modelli classici di trasporto e deposizione (Fig. 6) discussi in Druitt (1992) e Wilson e Houghton (2000).

Nel settore meridionale, caratterizzato da un substrato con incisioni generalmente poco accentuate, la nube piroclastica non sviluppa un importante livello basale di alta concentrazione, ma il materiale si distribuisce verticalmente nella nube con un gradiente di concentrazione continuo (Fig. 6). Questo risulta in una aggradazione continua, livello su livello, del materiale dalla nube al sistema deposizionale, che solo localmente può sviluppare «traction plugs» o «traction carpets» a concentrazione elevata che depositano in massa in modo intermittente secondo un processo tipo «step-wise aggradation» (Branney e Kokelaar, 1992). Nel settore meridionale si assiste quindi allo scorrimento di una corrente la cui concentrazione varia nel tempo, poco condizionata dalla scarsa rugosità del substrato, ed in cui il sistema deposizionale cambia nello spazio e nel tempo, alternando momenti dominati da un regime turbolento a momenti in cui il carico globale trasportato nella nube è maggiore per cui si possono sviluppare sottili porzioni basali (carpet) dense in cui il moto delle particelle può essere inerziale (di tipo grain-flow), laminare o di tipo «plug».

Nelle sezioni ubicate sulle pendici orientali del M.te Somma, invece, le associazioni di facies osservate riflettono la particolare situazione morfologica complicata dalla presenza di una parete calderica preesistente all'eruzione del 79 d.C. (Cioni *et al.*, 1999). Tale parete nel settore orientale ha probabilmente schermato parzialmente lo scorrimento dei flussi riducendo, al momento dell'impatto con la parete stessa, la loro capacità e competenza (spessore e granulometria dei depositi molto ridotti), ma aumentando l'incorporamento di

aria e la turbolenza interna, sviluppando così una nube diluita, ad alta velocità, turbolenta, in deposizione aggradazionale e con alimentazione non stazionaria, capace di sviluppare localmente una porzione di testa estremamente fluidizzata (formazione di livelli tipo «ground layer»).

Nel settore occidentale invece, dove i depositi affiorano in corrispondenza della parte morfologicamente più bassa della paleocaldera del Somma e su un pendio caratterizzato da brusche variazioni di pendenza per la presenza della struttura del Piano delle Ginestre, le caratteristiche dei depositi suggeriscono lo scorrimento di un flusso ad elevata velocità che permette la formazione di un sistema deposizionale sempre in regime turbolento (facies LC5 nelle sezioni più prossimali). In questo settore, in corrispondenza di una rottura di pendio delle ultime propaggini del vulcano, si osserva un deposito nel complesso molto potente legato al drenaggio preferenziale verso questa zona della nube di flusso, che depone rapidamente il materiale da una zona basale in cui la turbolenza è soppressa (facies LC1 e LC2).

Negli affioramenti ubicati nel settore settentrionale infine, dove i flussi sono al contrario confinati nelle profonde incisioni presenti sui versanti del M.te Somma, la forte rugosità del substrato porta ad una maggiore stratificazione interna della corrente, con formazione di un «underflow» più denso che drena nelle valli e di una porzione più diluita e più lenta che riesce a depositare anche sugli alti morfologici (Fig. 6). Si verifica in questo caso una separazione tra il sistema deposizionale più denso e quello più diluito, con velocità minore e con capacità di trasporto ridotta. Questo modello è supportato anche dalla osservazione della porzione relativamente più distale del deposito, che mostra evidenze di deposizione da una concentrazione elevata, in regime laminare. Tali differenze si riflettono anche nella variazione di facies sedimentarie tra bassi ed alti morfologici. In sostanza dunque, mentre nel settore meridionale il passaggio della corrente sugli alti e sui bassi topografici è coevo ed il riempimento della valle avviene in maniera aggradazionale, nel tempo, dalla deposizione di un sistema deposizionale, nel settore settentrionale la stratificazione per densità del flusso è più netta, trasformando il sistema deposizionale in un vero e proprio underflow denso che precede la deposizione sulle spalle delle valli, che avviene invece dalle porzioni finali del flusso.

#### RINGRAZIAMENTI

Lavoro eseguito con contributi CNR-GNV (responsabili R. Santacroce e A. Sbrana).

#### BIBLIOGRAFIA

- Arnò, V., Principe, C., Rosi, M., Santacroce, R., Sbrana, A., Sheridan, M.F., 1987. Eruptive history. In: Santacroce R. (ed.) Somma Vesuvius Quaderni de La Ricerca Scientifica 114, CNR Roma, 8: 53-104.
- Barberi, F., Cioni, R., Rosi, M., Santacroce, R., Sbrana, A., Vecchi, R., 1989. Magmatic and phreatomagmatic phases in explosive eruptions of Vesuvius as deduced by grain-size and compositional

- nal analysis of pyroclastic deposits. *J. Volcanol. Geoth. Res.*, 38: 287-307.
- Branney, M.J., Kokelaar, P., 1992. A reappraisal of ignimbrite emplacement: progressive aggradation and changes from particulate to non-particulate flow during emplacement of high-grade ignimbrite. *Bull. Volcanol.*, 54: 504-520.
- Carey, S., Sigurdsson, H., 1987. Temporal variations in column high and magma discharge rate during the AD 79 eruption of Vesuvius. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 99: 303-314.
- Cioni, R., Marianelli, P., Sbrana, A., 1992a. Dynamics of the AD 79 eruption: stratigraphic, sedimentologic and geochemical data on the successions of the Somma-Vesuvius southern and eastern sector. *Acta Vulcanologica*, Marinelli, 2: 109-124.
- Cioni, R., Sbrana A., Vecchi, R., 1992b. Morphologic features of juvenile pyroclasts from magmatic and phreatomagmatic deposits of Vesuvius. *J. Volcanol Geotherm. Res.*, 51: 61-78.
- Cioni, R., Civetta, L., Marianelli, P., Metrich, N., Santacroce, R., Sbrana, A., 1995. Compositional layering and syneruptive mixing of a periodically refilled shallow magma chamber: the AD 79 Plinian eruption of Vesuvius. *J. Petrol.*, 36: 739-776.
- Cioni, R., Sbrana, A., Gurioli, L., 1996. The deposits of AD 79 eruption. In: Santacroce, R., Rosi, M., Sbrana, A., Cioni, R., Civetta, L. (eds), *Vesuvius decade Volcano Workshop Handbook*. Int CEV-CMVD workshop on Vesuvius, Sept 1996. Consiglio Nazionale delle Ricerche, Italy.
- Cioni, R., Santacroce, R., Sbrana, A., 1999. Pyroclastic deposits as guide for reconstructing the multi-stage evolution of the Somma-Vesuvius Caldera. *Bull. Volcanol.*, 60: 207-222.
- Cioni, R., Gurioli, L., Sbrana, A., Vougioukalakis, G., 2000. Precursory phenomena and destructive events related to the Late Bronze Age Minoan (Thera, Greece) and AD 79 (Vesuvius, Italy) plinian eruptions; interferences from the stratigraphy in the archeological areas. *Geol. Soc. London, Spec. Pubbl.*, 171: 123-141.
- Dobran, F., Neri, A., Macedonio, G., 1993. Numerical simulation of collapsing columns. *J. Geophys. Res.*, 98: 4231-4259.
- Druitt, T.H., 1992. Emplacement of the 18 May 1980 lateral blast deposits ENE of Mount St. Helens, Washington. *Bull. Volcanol.*, 54: 554-572.
- Lirer, L., Pescatore T., Booth, B., Walker, G.P.L., 1973. Two Plinian pumice-fall deposits from Somma-Vesuvius, Italy. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 84: 759-772.
- Lirer, R., Munno, R., Petrosino, P., Vinci, A., 1993. Tephrostratigraphy of the A.D. 79 pyroclastic deposits in perivolcanic area of Mt. Vesuvio (Italy). *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 58: 133-139.
- Neri, A., Dobran, F., 1994. Influence of eruptions parameters of the thermo-fluid dynamics of collapsing volcanic columns. *J. Geophys. Res.*, 99: 11833-11857.
- Schumacher, R., Schmincke, H.U., 1990. The lateral facies of ignimbrite at Laacher See Volcano. *Bull. Volcanol.*, 52: 271-285.
- Sheridan, M.F., Barberi, F., Rosi, M., Santacroce, R., 1981. A model for Plinian eruptions of Vesuvius. *Nature*, 289: 282-285.
- Sigurdsson, H., Cashdollar, S., Sparks, R.S.J., 1982. The eruption of Vesuvius in AD 79: reconstruction from historical and volcanologic evidence. *American J. Archaeol.*, 86: 39-51.
- Sigurdsson, H., Carey, S., Cornell, W., Pescatore, T., 1985. The eruption of Vesuvius in 79 AD. *National Geographic Res.*, 1: 332-387.
- Sohn, Y.K., Chough, S.K., 1989. Depositional processes of the Suwolbong tuff ring, Cheju Island (Korea). *Sedimentology*, 36: 837-855.
- Sparks, R.S.J., Self, S., Walker, G.P.L., 1973a. Products of ignimbrite eruptions. *Geology*, 1: 115-118.
- Walker, J.P.L., 1983. Ignimbrite types and ignimbrite problems. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 17: 65-88.
- Wilson, C.J.N., Houghton, B.F., 2000. Pyroclastic transport and deposition. In: Sigurdsson H., (ed), *Encyclopedia of volcanoes*, 1417 pp., 545-554.
- Wilson, C.J.N., Walker, J.P.L., 1982. Ignimbrite depositional facies: the anatomy of pyroclastic flow. *J. geol. Soc. London*, 139: 581-592.
- Wohletz, K.H., Sheridan, M.F., Brown, W.K., 1989. Particle size distributions and the sequential fragmentation/transport theory applied to volcanic ash. *J. Geophys. Res.*, 94: 15703-15721.

(ms. pres. il 5 settembre 2000; ult. bozze il 19 dicembre 2000)