

LE SUCCESSIONI «TRIPOLACEE» PLIO-QUATERNARIE DEL VERSANTE IONICO DELL'APPENNINO: UNA POSSIBILE INTERPRETAZIONE DEI PROCESSI VULCANO-TETTONICI E SEDIMENTARI

LUCIANO CORTESOGNO

Istituto di Petrografia dell'Università, corso Europa, 16123 Genova

FRANCESCO GUERRERA

Istituto di Geologia dell'Università, via S. Chiara 27, 61029 Urbino

ROBERTO FRANCHI, RICCARDO VANNUCCI, SERGIO VANNUCCI

Istituto di Mineralogia e Petrografia dell'Università, via M. Oddi 14, 61029 Urbino

RIASSUNTO. — I caratteri lito-sedimentologici di alcune sequenze plio-quadernarie lucane (log 29, T. Fiumarella, F. Agri; log 30, loc. Gannano, F. Agri) e calabre (log 26, Le Castella; log 28, Vrica; log 27, Rositello) indicano una marcata ritmicità della sedimentazione, probabilmente legata ad una tettonica di tipo « pulsante » che si manifesta all'interno di ampi cicli a tendenza regressiva.

Lo studio petrografico dei sedimenti indica la diffusa presenza areale e verticale di materiale vulcanoclastico (prevalentemente vetro con subordinata presenza di fasi cristalline e frammenti di roccia) ad affinità calcocalina e caratterizzazione orogenica (« arc-type magmatism »). Le composizioni originarie sembrano riferibili a termini riolitici-riodacitici, prevalentemente, e dacitico-andesitici, subordinati.

L'insieme dei caratteri lito-sedimentologici e dei dati petrografici e chimici indica come probabile un'ubicazione degli originari apparati nell'area tirrenica meridionale.

Le successioni « tripolacee » (vulcanoclastiche s.l.) vengono interpretate come manifestazioni di fasi tettoniche distensive in un regime di tipo tafrogenico responsabile della concomitante attività vulcanica.

ABSTRACT. — Several « tripolaceous » strata characterize the Plio-Quaternary marine sequences outcropping in the Southern Apennines (Ionian side). The litho-sedimentological characters are indicative of a common regressive trend and point out a marked rhythmicity of the sedimentation, probably related to a « pulsing » tectonics.

The mineralogical and petrographical data allow to recognize the widespread areal and vertical distribution of vulcanoclastic materials, consisting of dominant glass (showing a variable degree of alteration to clay minerals), crystals and volcanic rock fragments. The chemical data are representative

of calc-alkaline orogenic volcanism (insular arc-type activity) with prevalent rhyolitic-rhyodacitic products. Dacitic-andesitic composition are present in the upper-Pliocene/lower-Pleistocene rocks, mainly of Calabrian successions. In dacitic-andesitic cineritic layers volcanic crystals are rather frequent: plagioclase (bytownite-labradorite), augite, hornblende and biotite occur.

On the basis of the litho-sedimentological, petrographic and chemical data the volcanic apparatus might be hypothetically located in the Southern Thyrrenian Sea (Eolian arc?) or in the same area of the present Calabria.

The « tripolaceous » (or vulcanoclastic) successions are related to distensive tectonic phases in a taphrogenetic regime responsible of the concurrent volcanism.

Premessa

Questo studio si inquadra in un programma di ricerca sistematica relativo ai depositi tipo « tripoli » e/o vulcanoclastici del Neogene appenninico sviluppato, da alcuni anni, prevalentemente da uno degli autori (GUERRERA, 1979, 1981 a, 1981 b, 1983; GUERRERA & COCCIONI, 1984).

Si riportano i principali risultati conseguiti mediante: (a) studi lito-sedimentologici e biostratigrafici, (b) studi mineralogico-petrografici di diverse successioni plio-quadernarie del versante ionico dell'Appennino (bacini esterni lucani e calabresi).

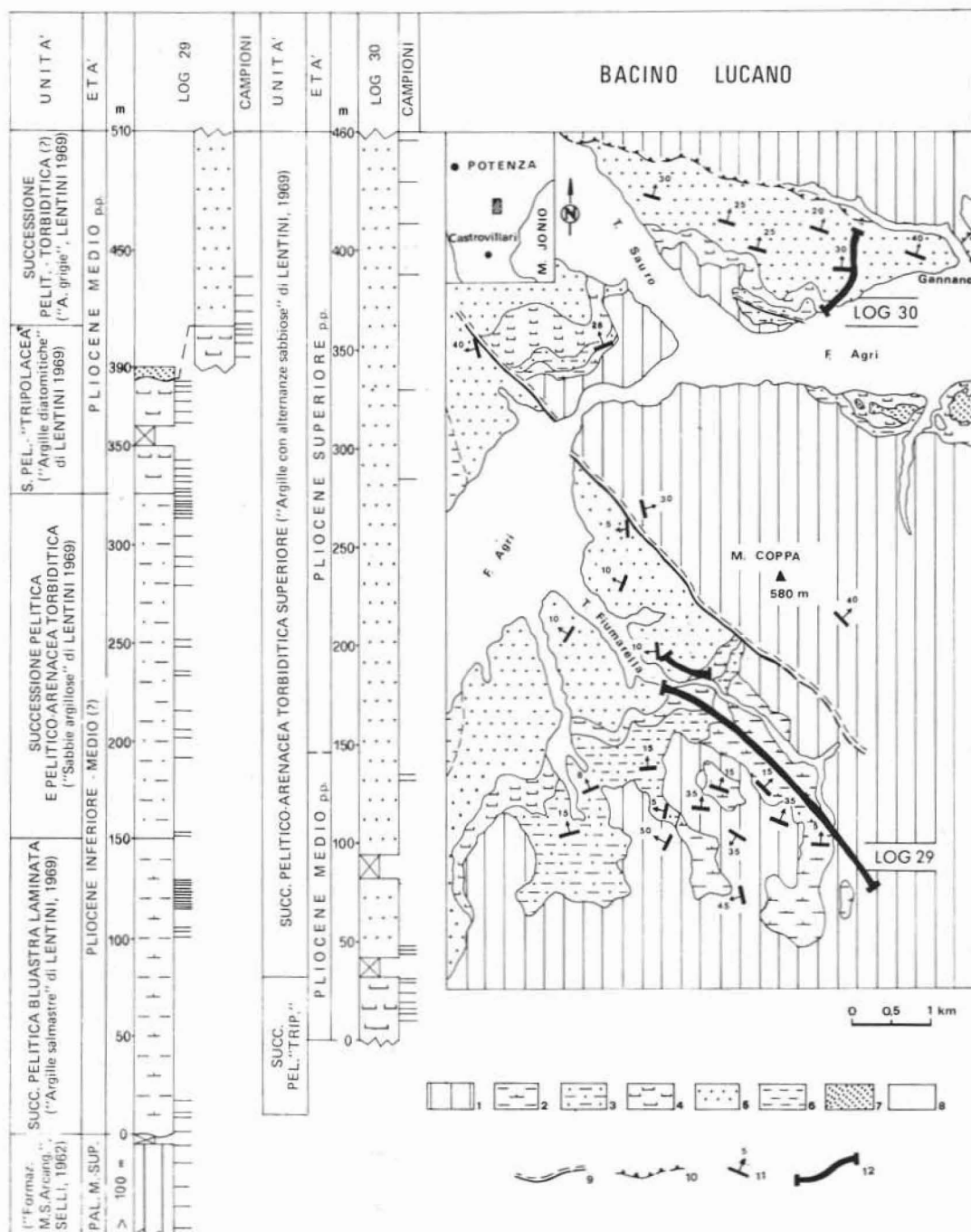


Fig. 1. — Carta geologica (da LENTINI, 1969, modificata) del settore mediano della Val d'Agri (Matera) con l'ubicazione delle sezioni stratigrafiche misurate (logs 29 e 30) e schema relativo delle principali caratteristiche litostratigrafiche. - 1 = substrato pre-pleiocenico (flysch pelitico-calcarenitico varicolore) della « dorsale Nocera-Colobraro » (Formazione di M. S. Arcangelo di SELLI, 1962) e « Formazioni pre-pleioceniche » di LENTINI (1969); 2 = successione pelitica bluastra-marroncina, laminata, con intercalazioni are.

La colonna sedimentaria esaminata è di circa 2.400 m, di cui 1.070 m sono stati misurati nella zona di transizione tra il Bacino di Sant'Arcangelo e la Fossa Bradanica (Lucania) e 1.330 m nel Bacino Crotonese (Calabria).

Cenni geologico-strutturali

Le successioni plio-pleistoceniche in esame fanno parte: (a) di una coltre tettonica affiorante in una zona compresa fra il Bacino di Sant'Arcangelo e il bordo occidentale della Fossa Bradanica (Lucania), (b) del complesso post-orogeno affiorante nell'area centro-settentrionale del Bacino Crotonese (Calabria).

Nell'area lucana i principali elementi strutturali (fig. 1) sono dati dalla « dorsale Nocera-Colobraro » (LENTINI, 1967) che separa la Fossa Bradanica dal più occidentale Bacino di Sant'Arcangelo (VEZZANI, 1967; LENTINI, 1968). Tale dispositivo strutturale trova continuità nelle strutture sommerse del Golfo di Taranto (FINETTI & MORELLI, 1973; SELLI & ROSSI, 1975; ROSSI & BORSETTI, 1977; ROSSI & GABBIANELLI, 1979). La « dorsale Nocera-Colobraro », sollevata da una fase tettonica verso la fine del Pliocene (VEZZANI, 1967), è costituita da terreni flyschoidi pre-pliocenici ed è allungata in senso appenninico. Essa è interrotta verso NW (confluenza Fiumi Agri e Sauro) da una fascia di sedimenti plio-pleistocenici interposti tra il bacino di Sant'Arcangelo e la Fossa Bradanica (LENTINI, 1969). In questa zona precedenti studi (CARISSIMO et al., 1963; GHEZZI & MARCHETTI, 1964; MOSTARDINI et al., 1966; LENTINI, 1967 e 1969; AUTORI VARI, 1969; OGNIBEN, 1969; AGIP, 1977) hanno messo in evidenza la presenza di una coltre tettonica, dislocata verso NE, sovrapposta a terreni pliocenici.

Le due sezioni stratigrafiche lucane (logs 29 e 30) sono state misurate nella porzione pliocenica di tale coltre, segnata dalla pre-

senza di caratteristici intervalli « tripolacei » (GUERRERA & COCCIONI, 1984). La porzione pliocenica della coltre è trasgressiva e solidale con la sottostante unità flyschoidale paleocenica e corrispondente alla Formazione M. S. Arcangelo di SELLI (1962) che costituisce la base stessa della coltre.

Il Bacino Crotonese rappresenta la porzione settentrionale di un truogolo allungato in direzione N-S per circa 250 km, denominato Bacino Crotonese-Spartivento. Il Bacino Crotonese è delimitato: a W dai massicci granitici e metamorfici ercinici silani, a N da estese masse caotiche (Argille Scagliose), a S e SE da depositi pliocenici (EMILIANI et al., 1961). Esso, inoltre, si assottiglia verso NE e poggia sulla piattaforma carbonatica pugliese (AGIP, 1977). Due principali rilievi sepolti (monoclinali sbarrate per faglia), allungati in direzione N-S, sono presenti al largo di Capo Cimiti-Capo Colonne (a SSE di Crotona) e poco più a W, lungo l'allineamento Le Castella - S. Leonardo di Cutro (BRONZINI, 1959).

Le tre sezioni stratigrafiche calabre (logs 26, 27 e 28) sono state misurate in successioni prevalentemente « tripolacee » (EMILIANI et al., 1961; PASINI et al., 1975, 1977a, 1977b; GUERRERA, 1981b) le quali fanno parte del ciclo medio-pliocenico (Complesso postorogeno) discordante sui terreni del ciclo sottostante (RODA, 1964). Nella parte più settentrionale del bacino (regione offshore), invece, il Plio-pleistocene è trasgressivo sull'allochtono (AGIP, 1977).

Caratteri lito-sedimentologici

Sono state prese in considerazione: (a) la diversa associazione delle litofacies; (b) le strutture sedimentologiche; (c) il contenuto paleontologico analizzato anche in senso statistico; (d) le osservazioni mineralogiche della frazione $> 63 \mu$ dei residui di lavaggio.

La terminologia utilizzata fa riferimento ai termini descrittivi (basati sulla granulometria) di PETTIJHON (1975, p. 28) tenendo

nacce torbiditiche lenticolari (« Argille salmastre » di LENTINI, 1969); **3** = successione pelitica e pelitico-arenacea torbiditica inferiore (« Sabbie argillose » di LENTINI, 1969); **4** = successione pelitico-«tripolacea» generalmente laminata (« Argille diatomitiche » di LENTINI, 1969); **5** = successione pelitico-torbiditica (?) e pelitico-arenacea torbiditica superiore (« Argille grigie » e « Argille con alternanze sabbiose » di LENTINI, 1969); **6** = « Argille grigio-azzurro » di LENTINI (1969); **7** = terrazzi fluviali; **8** = alluvioni recenti ed attuali; **9** = faglie (i trattini indicano il labbro rialzato); **10** = contatti tettonici; **11** = giacitura degli strati; **12** = traccia delle sezioni stratigrafiche misurate.

anche conto delle descrizioni di GARY et al. (1972) e di FAIRBRIDGE & BOURGEOIS (1978).

Particolare attenzione è stata rivolta alla ricostruzione delle facies e dei ritmi sedimentologici in relazione agli intervalli « tripolacei ». Il termine « tripoli », usato informalmente, esprime alcune caratteristiche osservabili all'affioramento: depositi fini, incoerenti, fissili e biancastri, spesso simili ai tipici tripoli messiniani. Il termine inoltre, comprende differenti litofacies (spesso vulcanoclastiche, v. oltre) e un contenuto organogeno (foraminiferi, radiolari, spicole di spugne, diatomee, ecc.) molto variabile.

La ritmicità e la tendenza della sedimentazione tipo « fining and thinning-upward sequence » (« trasgressivo ») e tipo « coarsening and thickening-upward sequence » (« regressivo ») sono state messe in evidenza dal rapporto sabbia/pelite, dall'andamento granulometrico e dalle relazioni esistenti tra lo spessore delle arenarie e quello delle peliti (KIMURA, 1966) considerato per ogni 10 m di colonna. È stato tenuto conto, inoltre, dell'evoluzione di tutti gli altri parametri osservati, specialmente di quelli sedimentologici. La ritmicità e la tendenza della sedimentazione qui dedotte si inquadrano in parte nelle « unités séquentielles » (positive e negative) di MUTTI & RICCI LUCCHI (1974). Tuttavia queste ultime tengono conto in maniera più rigorosa dello spessore degli strati in stretta connessione con l'evoluzione delle facies (definite nel senso di MUTTI & RICCI LUCCHI, 1972) e sono meglio applicabili a tipici depositi torbiditici di conoide sottomarina, differenti dalle sequenze in esame.

La sequenza *lucana* (fig. 1) presenta marcate e diffuse eteropie di facies; la ricostruzione ottenuta con la misura delle due sezioni stratigrafiche (logs 29 e 30) è pertanto rappresentativa di un'area limitata. La sequenza è trasgressiva sulla formazione di M. S. Ar-

cangelo (SELLI, 1962) che rappresenta il substrato paleocenico e la base della coltre tettonica.

L'intervallo basale (*successione pelitico bluastra laminata*) è caratterizzato da intercalazioni arenacee lenticolari torbiditiche e da marcati episodi di tipo sapropelitico. Questi corrispondono a peliti brunastre e bluastronerastre, laminate, plastiche, di spessore variabile con presenza di sostanze organiche. Non disponendo della percentuale di carbonio organico presente in questi strati, non è possibile una precisa attribuzione terminologica nel senso di KIDD et al. (1978, p. 422). Le altre caratteristiche sembrano tuttavia in gran parte corrispondenti con quelle dei « sapropelitic layers » di questi Autori e quindi riferibili ad eventi stagnanti.

Il secondo intervallo (*successione pelitica e pelitico-arenacea torbiditica*) comprende peliti omogenee con isolati episodi « tripolacei » (parte inferiore) e peliti arenacee torbiditiche (parte superiore). Il terzo intervallo è costituito dalla *successione pelitico-tripolacea*, generalmente laminata. Segue un quarto intervallo (*successione pelitico-torbiditica?*) piuttosto omogeneo (con assenza di episodi sapropelitici) e un quinto (*successione pelitico-arenacea torbiditica superiore*) con caratteri sostanzialmente simili a quelli del secondo intervallo e totalmente privo di episodi sapropelitici.

Da un bacino periodicamente semi-stagnante (facies lagunari, episodi soprapelitici e periodiche riduzioni della sedimentazione) si passerebbe quindi a condizioni via via più aperte.

La ritmicità rappresenta una caratteristica diffusa in tutta la successione. Sono stati riconosciuti 13 ritmi minori (da 12 a 136 m di spessore, con 55 m di media) e due megaritmi rispettivamente, dal basso, di 154 e 344 m. I ritmi mostrano sequenze del tipo

niano-Pliocene inferiore); *b* = calcareniti, sabbie, argille e conglomerati (Pliocene medio-Pleistocene inferiore); *c* = depositi prevalentemente clastici, terrazzati e non (Pliocene medio-Pleistocene inferiore); *d* = ubicazione dei logs.

1 = successione argilloso-marnoso-arenacea (Formazione S. Leonardo di PASINI et al., 1977 a) con vulcanoclastiti, più frequenti nei cento metri inferiori; **2** = successione argillosa (Formazione Semaforo di PASINI et al., 1977 b); **3 a, b** = orizzonte di cenere vulcanica (EMILIANI et al., 1961); **4** = successione argilloso-marnoso-siltosa con frequenti strati « tripolacei » e di tipo sapropelitico (Formazione tripolacea p.p. di EMILIANI et al., 1961 e di PASINI et al., 1975, 1977 b; Membro di Rositello di RODA, 1964); **5** = successione argilloso-marnoso-siltosa talora con strati « tripolacei » (Formazione Papanice p.p. di EMILIANI et al., 1961); **6** = depositi prevalentemente calcarenitici terrazzati milazziani; **7** = depositi prevalentemente bioclastici e terrazzati tirreniani; **8** = depositi alluvionali recenti; **9** = faglie; **10** = giaciture; **11** = traccia delle sezioni misurate.

«fining and thinning-up», con tendenza pertanto «trasgressiva». Lo spessore dei ritmi minori decresce verso l'alto nell'ambito di ciascun megaritmo (per maggiori dettagli v. GUERRERA & COCCIONI, 1984). La granulometria decresce verso l'alto in ciascun ritmo; il rapporto sabbia/pelite è variabile, ma decresce nel megaritmo superiore ed è minimo durante la deposizione dei sedimenti «tripolacei». L'associazione delle strutture interne delle torbiditi sembra indicare un progressivo ampliamento dell'ambiente deposizionale in connessione con consistenti modificazioni del bacino.

Le interrelazioni esistenti tra ritmicità sedimentaria, rapporto sabbia/pelite, evoluzione granulometrica, strutture sedimentologiche sembrano riferibili a un controllo più generale di tipo tettonico. La tendenza «trasgressiva» della sedimentazione e l'evoluzione via via più distale delle facies sedimentologiche indicano che il rapporto subsidenza/sedimentazione è in favore della subsidenza e che quindi la successione in esame potrebbe rappresentare l'emiciclo trasgressivo di un più completo ciclo sedimentario. I rapporti tra subsidenza del bacino e apporto clastico appaiono controllati da un tale regime tettonico, che da un lato determina la strutturazione e l'evoluzione del bacino, dall'altro innesca (o almeno favorisce) l'erosione delle aree continentali nei periodi di sollevamento.

Sulla base di precedenti datazioni biostratigrafiche la successione pelitico-«tripolacea» è riferibile alla parte alta del Pliocene medio: subzona a «*Globorotalia crassaformis*» di COLALONGO & SARTONI, 1979).

La sequenza calabra più completa (fig. 2) è stata ricostruita nei logs 26 (Le Castella) e 28 (Vrica). Nel log 27 (Rositello) non affiorano la parte inferiore e gli intervalli incassanti della successione «tripolacea».

A Le Castella la successione «tripolacea» poggia sopra peliti arenacee a diffuse vulcanoclastiti (più frequenti e meglio caratterizzate nella porzione inferiore) corrispondenti alla F. di S. Leonardo di PASINI et al. (1977 a). È sovrastata da peliti via via più siltose (F. Papanice di EMILIANI et al., 1961), caratterizzate da marcati spessori di peliti plastiche, bluaste, omogenee, ricche in noduli ferro-manganesiferi (sapropeliti) e con un unico strato «tripolaceo» affiorante nella parte alta. In questa zona la successione

«tripolacea» è caratterizzata da almeno 25 strati «tripolacei» (generalmente sovrapposti) per uno spessore cumulativo non inferiore a 145 m. Questi strati sono caratteristicamente laminati (laminazione piano-parallela mm-ritmica), con lamine sapropelitiche scure ricche in frustoli carboniosi e lamine carbonatiche chiare ricche in resti di pesci fossili e piccoli molluschi a guscio sottile; sono presenti anche lamine gessose e sottili veli vulcanici già segnalati da EMILIANI et al. (1961).

Alla Vrica la successione «tripolacea» poggia invece sopra un intervallo prevalentemente pelitico corrispondente alla F. Semaforo di PASINI et al. (1977 b) e il limite è marcato da un caratteristico strato di cenere vulcanica (da 5 a 40 cm di spessore), la cui età radiometrica di $3,4-3,6 \pm 0,4$ M.a. (SELLI, 1970) è stata recentemente ridatata $2,22 \pm 0,05$ da OBRADOVICH et al. (1982). L'intervallo sovrastante è rappresentato dalla parte inferiore della F. Papanice di EMILIANI et al. (1961) le cui caratteristiche, in questa zona, non sembrano differire molto da quelle della sottostante successione «tripolacea» se si eccettua l'assenza delle sapropeliti.

A Rositello (così come alla Vrica) la successione «tripolacea» è caratterizzata da tre particolari litofacies: marne → sapropeliti → «tripoli». Per il loro ripetersi sistematicamente nella colonna sempre con lo stesso ordine queste conferiscono una particolare ritmicità alla sedimentazione.

Tali litofacies, molto diffuse, rispecchiano differenti condizioni deposizionali: (a) gli strati marnosi indicherebbero una sedimentazione da emipelagica a torbiditica (apporto clastico e dei frammenti litici in particolare, laminazione piano-parallela, cattiva conservazione di una parte delle microfaune, ecc.); (b) gli strati sapropelitici indicherebbero condizioni riducenti in bacini confinanti, più o meno stagnanti (forte concentrazione di pirite, frequenti faune nane e piritizzate, ecc.); (c) gli strati «tripolacei» rispecchierebbero un ambiente a bassa energia, con effetti di stagnazione ancora presenti e con un sostanziale mutamento del contenuto microfaunistico (drastica riduzione dell'apporto clastico, scomparsa quasi totale del benthos calcareo, notevole potenziamento dei gusci silicei e maggiore frequenza di una parte del plancton).

TABELLA 1

Composizione mineralogica principale dei campioni prelevati nelle due successioni lucane

Camp. (m)	litotipo	Q	F-K	P	C	D	G	F
Log 29								
1,10	arenaria carbonatica	28	12	12	23	-	-	25
10,10	arenaria carbonatica	34	16	7	32	-	-	11
104,00	arenaria carbonatica	27	15	9	36	-	-	13
192,00	argillite	21	2	8	14	2	-	53
201,50	calcare	-	-	-	90 ⁽⁺⁾	-	-	10
236,40	arenaria carbonatica	27	7	6	30	1	-	29
326,10	argillite	18	2	4	18	2	-	56
368,00	argillite	22	2	4	15	3	-	54
380,00	argillite	15	1	4	17	3	-	60
384,50	argillite	15	1	2	16	-	-	66
Log 30								
10,00	argillite	16	1	3	19	1	tr	60
17,00	argillite	14	2	3	15	tr	-	66
19,00	marna	12	2	4	20	2	-	60
30,80	argillite	16	2	4	12	1	-	65
45,80	argillite-marna	23	2	5	18	2	tr	50
47,30	argillite	18	2	4	17	2	-	57
135,00	argillite	25	3	4	14	2	-	52
135,50	arenaria	40	9	11	17	-	-	23

Q = quarzo; F-K = feldspato potassico; P = plagioclasti; C = calcite; D = dolomite; G = gesso; F = fillosilicati + accessori, calcolato come differenza a 100; nel caso presente, per tutte le successioni studiate, vi sono compresi tutti gli eventuali prodotti vetrosi vulcanoclastici. (+): è presente dell'aragonite biogenica in tenori valutabili attorno al 5%.

Risulta pertanto evidente che la componente organogena è influenzata da queste tre litofacies. La distribuzione di almeno una parte dei microorganismi, infatti, sembra esprimere una certa ritmicità che ben si accorda con quella lito-sedimentologica.

Più in generale, la ritmicità si esprime con numerosi « ritmi minori » (generalmente di alcune decine di metri di spessore) con sequenze del tipo « fining-upward », compresi in meno evidenti megaritmi (alcune centinaia di metri di spessore) indicativi di sequenze del tipo « coarsening-upward ».

In altre parole i processi sedimentari dei depositi calabresi esprimono una ritmicità lito-logica a cui sembra corrispondere una ritmicità dell'apporto clastico il quale decresce nell'ambito dei ritmi minori e cresce nell'ambito dei megaritmi, particolarmente dopo la deposizione degli intervalli « tripolacei ».

Questa evoluzione potrebbe corrispondere, così come per i precedenti depositi lucani,

ad un'attività tettonica che si manifesta sia come influenza sul margine del continente alimentatore (ritmicità ed evoluzione degli apporti), sia come variazione della subsidenza del bacino.

Per spiegare l'influenza sugli organismi si è ricorso, da parte di numerosi Autori, a diversi fattori: (a) catena alimentare; (b) eventi paleogeografico-climatici (alta produttività biologica, condizioni aberranti sul fondo, upweelling, ecc.); (c) aumento periodico del « run-off »; (d) dissoluzione sul fondo; (e) influenza dell'attività vulcanica; (f) influenza topografica e movimenti tettonici. L'ipotesi qui prospettata di una marcata interferenza dei processi vulcano-tettonici e sedimentari non esclude affatto l'importanza dei fattori sopra elencati. Si può infatti facilmente ipotizzare una interdipendenza per cui, di volta in volta, uno o più fattori possono avere una spiccata predominanza.

Precedenti dati biostratigrafici (GUERRERA, 1981 b) avevano permesso di riferire gli intervalli « tripolacei » studiati ad alcune Zone biostratigrafiche di COLALONGO & SARTONI (1979) in sostanziale accordo con gli Autori precedenti. Secondo questi dati l'intervallo « tripolaceo » a Le Castella comprende tutta la zona a « *Globorotalia inflata* » e parte della zona a « *Globigerina cariacensis* » (Pliocene superiore-Pleistocene inferiore); anche a Rositello l'intervallo esaminato comprende la parte a cavallo delle zone « *G. inflata* » e « *G. cariacensis* ». Alla Vrica nuovi dati radiometrici, biostratigrafici e paleomagnetici (COLALONGO et al., 1982; OBRADOVICH et al., 1982; PASINI & COLALONGO, 1982; BACKMAN et al., 1983; TAUXIE et al., 1983) hanno portato ad una più precisa calibratura della sequenza: il livello cineritico basale è ridatato a $2,2 \pm 0,05$ M.a. ed il livello « *m* » non sarebbe più vecchio di 1,99 M.a., vicino cioè al tetto dell'Olduvai (1,68 M.a.). Sulla base di tali nuove acquisizioni l'intervallo « tripolaceo » della Vrica è riferibile al Pliocene superiore p.p. - Pleistocene inferiore come a Le Castella e Rositello.

Caratteri mineralogici e petrografici

La sequenza lucana

È costituita essenzialmente da: (a) argilliti, più o meno marnose, (b) siltiti carbonatiche con subordinati livelli di (c) arenarie carbonatiche e calcareniti spesso a evidente carattere torbiditico.

Nelle tabb. 1 e 2 sono riportate le composizioni mineralogiche, principale e della frazione argillosa ($< 4 \mu\text{m}$) determinate per diffrattometria a raggi X (CIPRIANI & MALESANI, 1972; SFALANGA & VANNUCCI, 1975) sulle serie di campioni riferibili alle due sezioni stratigrafiche studiate (log 29, T. Fiumarella, F. Agri e log 30, Loc. Gannano F. Agri, fig. 1).

La composizione della frazione argillosa dei diversi litotipi risulta qualitativamente uguale a quella di tutte le altre successioni studiate ed è caratterizzata dalla costante presenza (con l'eccezione di un unico campione di arenaria del log 30, cfr. tabb. 1 e 2) di montmorillonite ed illite-montmorillonite. Tale associazione appare interpretabile come

TABELLA 2

Composizione mineralogica della frazione argillosa ($< 4 \mu\text{m}$) dei campioni relativi alle successioni lucane

Camp. (m)	M	Cl	I-M	Cl-V	I	K
Log 29						
10.10	25	10	15	5	5	40
104.00	30	-	20	10	10	30
236.40	15	15	10	10	5	45
326.10	35	15	20	15	5	10
384.50	35	15	20	tr	10	20
Log 30						
10.00	20	10	15	tr	20	35
19.00	15	10	15	10	20	30
45.80	20	10	10	10	20	35
47.30	15	10	10	10	20	35
135.50	-	15	15	tr	20	50

M = montmorillonite; Cl = clorite; I-M = illite-montmorillonite; Cl-V = clorite-vermiculite; I = illite; K = kaolinite.

prodotto della trasformazione dei materiali vetrosi più fini (VANNUCCI S. et al., 1981 a, 1981 b).

Per i caratteri strutturali sono invece da ritenersi detritiche la clorite (notevole rafforzamento della riflessione basale a 14 \AA a seguito di trattamenti termici) e la caolinite (costantemente di tipo ordinato).

Caratteri diversi presentano i litotipi arenacei presenti nei due logs 29 e 30. Le arenarie carbonatiche di origine torbiditica presenti nella successione pelitica *bluistra laminata* (log 29, Pliocene inferiore-medio?, fig. 1) sono caratterizzate da un rapporto K-F/P > 1) mediamente $\approx 1,47$) e da una bassissima maturità mineralogica (Q/F $\approx 1,30$). Ciò dimostra un apporto clastico sostanzialmente diverso da quello presente in tutti gli altri litotipi delle due serie stratigrafiche esaminate.

Le arenarie torbiditiche presenti nella successione pelitico-arenacea torbiditica superiore (log 30) mostrano invece un minore contenuto in carbonati (tab. 1) e un rapporto K-F/P < 1 .

TABELLA 3

Composizione mineralogica principale dei campioni prelevati nelle tre successioni calabre

Camp. (m)	litotipo	Q	F-K	P	C	D	G	F
Log 26								
2,00	siltite	25	6	10	14	3	2	40
5,00	argillite	21	4	5	15	3	1	51
45,30	arenaria carbonatica	35	8	14	18	4	3	18
76,00	arenaria carbonatica	30	3	9	23	15	tr	20
159,00	arenaria carbonatica	25	7	10	26	6	-	26
302,30	argillite	15	1	3	11	tr	20	50
316,00	argillite	23	3	4	14	2	tr	54
330,00	argillite	18	3	7	14	3	-	55
333,00	argillite	22	2	6	15	1	tr	54
436,00	argillite	18	3	4	14	1	-	60
443,70	dolomia	4	-	-	-	86	-	10
473,00	argillite	18	2	5	17	1	-	57
525,50	argillite	18	2	5	12	2	4	57
619,00	siltite carbonatica	24	4	6	19	2	2	43
630,00	argillite	16	1	3	16	1	-	63
670,05	marna	20	3	6	17	5	1	48
689,00	argillite	14	1	4	14	2	-	65
Log 28								
26,00	argillite	18	2	5	18	2	tr	55
28,00	argillite	16	2	4	13	tr	tr	65
87,50	argillite	19	3	5	16	tr	8	49
94,50	siltite	21	7	8	16	1	2	45
305,50	argillite	16	2	3	19	tr	-	60
336,50	argillite	18	1	3	17	1	tr	60
339,50	argillite	18	2	3	14	1	-	62
351,00	argillite	18	2	3	15	2	-	60
359,00	argillite	17	1	4	14	tr	-	64
386,01	argillite	18	2	6	14	1	-	59
391,80	argillite	20	2	3	16	1	2	56
395,20	siltite carbonatica	25	5	7	22	tr	-	41
397,50	argillite	18	3	4	15	1	3	56
438,90	siltite carbonatica	27	3	5	25	1	-	39
439,70	argillite	20	2	4	16	2	-	56
448,70	argillite	18	2	4	14	-	tr	62
Log 27								
2,00	argillite	18	5	5	14	-	-	58
3,50	argillite	18	2	8	15	tr	tr	57
125,20	argillite	18	5	4	16	2	-	55
133,60	argillite	16	2	3	17	1	-	61
140,35	argillite	18	2	4	14	tr	1	61
141,00	argillite	18	2	3	12	1	2	62

TABELLA 4

Composizione mineralogica della frazione argillosa ($< 4 \mu m$) dei campioni relativi alle successioni calabre

Camp. (m)	M	Cl	I-M	Cl-V	I	K
Log 26						
5.00	25	15	15	tr	25	20
45.30	35	20	20	tr	10	15
76.00	25	15	15	15	15	15
159.00	25	15	15	10	15	20
302.30	35	15	20	tr	10	20
330.00	30	15	20	15	10	10
436.00	30	15	20	15	10	10
525.50	35	15	20	tr	15	15
619.00	20	10	15	10	15	30
670.05	15	10	15	-	20	40
Log 28						
87.50	20	15	15	tr	15	35
94.50	15	15	15	10	15	30
336.50	25	10	15	5	15	30
339.50	20	15	10	-	20	35
331.00	30	10	20	tr	15	25
360.61	25	5	20	tr	20	30
386.01	40	tr	20	tr	10	30
391.80	25	10	20	5	15	25
438.90	20	10	15	10	15	30
439.70	25	10	20	tr	15	30
497.50	20	15	15	-	15	35
Log 27						
18.02	75	tr	25	-	-	tr
125.20	15	10	15	10	20	30
133.60	15	10	15	10	20	30
140.35	15	15	10	10	20	30
141.00	20	10	15	tr	20	35

M = montmorillonite; Cl = clorite; I-M = illite-montmorillonite; Cl-V = clorite-vermiculite; I = illite; K = kaolinite.

La dolomite, assente nei litotipi arenacei, viene costantemente segnalata, anche se in tenori minimi, nei litotipi pelitici. Questi presentano sporadicamente piccolissime quantità di gesso.

Lo studio petrografico delle frazioni detritiche a granulometria sabbiosa dei due logs

mostra una generale prevalenza di quarzo, plagioclasio, miche bianche e biotite.

Nel log 29 si rinvencono quarzo, plagioclasio e microclino derivati da rocce metamorfiche e/o di tipo granitoidi, peraltro rappresentate anche da frequenti frammenti presenti assieme a clasti di arenarie quarzoso-micacee e quarzoso-feldspatiche, calcareniti e calcari marnosi.

Nel log 30 la frazione detritica è costituita prevalentemente da quarzo (0,05-0,15 mm) caratterizzato da basso grado di arrotondamento, plagioclasio (essenzialmente oligoclasio), miche bianche, epidoti, biotite alterata e scarso zircone. Sono inoltre presenti frammenti di rocce metamorfiche di basso grado (quarzo-miche bianche \pm epidoto) e rocce sedimentarie, anche carbonatiche.

Il materiale di sicura provenienza vulcanoclastica è, nel complesso, generalmente scarso ed è rappresentato, in prevalenza da vetro, spesso a spigoli vivi e interessato da fenomeni talora profondi di argillificazione, e, subordinatamente, da quarzo e plagioclasio acido. Nelle due sezioni stratigrafiche i prodotti vulcanoclastici sembrano riferibili essenzialmente al livello del Pliocene medio e sono occasionalmente testimoniati anche da piccoli frammenti di vulcanite a composizione verosimilmente riodacitica (log 29, *successione pelitica bluastro laminata*) e da rari clinopiroseni (log 29, base della *successione pelitico-«tripolacea»*).

La sequenza calabra

I litotipi prevalenti sono costituiti da: (a) argilliti marnose, (b) siltiti carbonatiche, talora ricche in diatomee (ad es. log 26, Le Castella, *successione «tripolacea»*, fig. 2) e, subordinatamente, da (c) arenarie carbonatiche, talora glauconitiche.

La frazione argillosa dei diversi litotipi rivela, sulla base dei tenori di montmorillonite e illite-montmorillonite (tab. 4), un maggiore apporto vulcanoclastico rispetto alle successioni lucane. Nel log 28 (Vrica, fig. 2), montmorillonite e illite-montmorillonite costituiscono in media il 40% della frazione argillosa evidenziando la diffusa presenza di materiale vulcanoclastico, almeno per quanto concerne la componente cineritica, nell'intera sezione stratigrafica. Si osser-

TABELLA 5

Composizioni mineralogiche medie, e relative deviazioni standard, dei principali litotipi presenti nelle cinque successioni indagate

LITOTIPI		Q%	F-K%	P%	C%	D%	F%	F-K/P	Q/F
ARGILLITI + MARNE									
LOG 26	\bar{x}	18,8	2,3	4,8	14,8	1,9	57,4	0,48	2,64
	σ	2,6	1,0	1,2	1,3	1,4	5,1		
LOG 28	\bar{x}	18,3	2,0	3,9	15,5	0,8	59,5	0,51	3,01
	σ	1,6	0,6	2,3	1,8	0,8	3,4		
LOG 27	\bar{x}	17,8	3,0	4,5	14,7	0,7	59,3	0,67	2,37
	σ	1,0	1,5	1,9	1,8	0,8	3,1		
LOG 29	\bar{x}	18,2	1,6	4,4	16,0	2,0	57,8	0,36	3,03
	σ	3,3	0,5	2,2	1,6	1,2	5,3		
LOG 30	\bar{x}	17,7	2,0	3,9	16,4	1,4	58,6	0,51	3,00
	σ	4,7	0,6	0,7	2,9	0,8	6,1		
SILTITI									
LOG 26	\bar{x}	25,5	5,0	8,0	16,5	2,5	42,5	0,63	1,96
	σ	0,7	1,4	2,8	3,5	0,7	2,1		
LOG 28	\bar{x}	24,6	5,0	6,7	21,0	0,7	42,0	0,75	2,10
	σ	2,5	2,0	1,5	4,6	0,6	3,6		
ARENARIE									
LOG 26	\bar{x}	30,3	6,0	11,0	22,7	8,3	21,7	0,55	1,78
	σ	5,5	2,6	2,6	3,5	5,9	3,8		
LOG 29	\bar{x}	29,0	12,5	8,5	30,3	0,2	19,5	1,47	1,30
	σ	3,4	4,0	2,6	5,4	0,5	8,9		

Q = quarzo; F-K = feldspato potassico; P = plagioclasti; C = calcite; D = dolomite; F = fillosilicati + accessori; Q/F = rapporto quarzo/totale feldspati.

vano inoltre tenori mediamente inferiori di caolinite, mentre i restanti componenti argillosi (clorite, clorite-vermiculite e illite) non presentano sensibili differenze.

Per quanto concerne i livelli arenacei è da segnalare, a differenza di quanto riscontrato nelle successioni lucane, la costante presenza di dolomite clastica. Questa, presente in tutti i litotipi, raggiunge in quelli arenacei i massimi tenori. Pure frequente la presenza di gesso. Le quantità di dolomite e di gesso, maggiormente significative nel log 26 (Le Castella), dove si rinviene anche un livello di dolomia praticamente pura (443,70 m, tab. 3), divengono progressivamente meno frequenti nel log 28 (Vrica) e quindi nel log 27 (Rositello, fig. 2).

Va inoltre segnalato che le arenarie carbonatiche del log 26, a differenza di quelle del log 29 del bacino lucano, sono caratterizzate da un basso rapporto F-K/P (mediamente 0,55, tab. 5), comparabile con quello degli altri litotipi presenti.

La frazione detritica psammitica dei due diversi litotipi comprende generalmente quarzo, feldspati, miche bianche, biotite talora parzialmente cloritizzata \pm epidoto \pm zircone \pm tormalina \pm glauconite provenienti da rocce sedimentarie (arenarie quarzoso-micacee e/o feldspatiche), metamorfiche e granitoidi.

Nel log 26 (Le Castella) tale frazione è particolarmente abbondante in corrispondenza della *successione argilloso-marnoso-arenacea* (Formazione S. Leonardo medio-pliocenica di PASINI et al., 1977 a) dove si segnala, inoltre, la presenza di orneblenda, di frammenti di calcari e di rocce femiche alterate.

Come evidenziato anche dalla composizione argillosa dei diversi litotipi, nelle successioni calabre si osserva una diffusa presenza di prodotti vulcanoclastici.

Nel log 26 il materiale vulcanoclastico, rappresentato da quarzo, plagioclasio, sanidino e vetro talora cloritizzato, è particolar-

mente diffuso nei primi 100 m della sezione (*successione argilloso-marnoso-arenacea*), mentre diventa in genere meno evidente, e comunque di più difficile valutazione quantitativa, in corrispondenza della *successione « tripolacea »* e della *successione argilloso-marnoso-siltosa* (fig. 2).

Il materiale vulcanoclastico torna ad aumentare alla base degli strati « tripolacei » pleistocenici (oltre 630 m dalla base della serie) dove si osserva anche la presenza di pirosseno.

Nel log 28 (Vrica), oltre alla diffusa presenza della componente cineritica, si osservano localizzate concentrazioni di prodotti vulcanoclastici più grossolani. Nella *successione argilloso-marnoso siltosa* suprapliocenica, in corrispondenza degli strati « tripolacei », si rinvencono quarzo, talora con evidenti figure di corrosione, plagioclasti spesso zonati, orneblenda e biotite, associati a raro vetro molto alterato \pm titanite \pm fasi opache (100 m dalla base).

A 360,61 m si incontra un livello di siltite sabbiosa (non riportato in tab. 3) a prevalente componente vulcanoclastica, la cui composizione mineralogica, in ordine di abbondanza, è data da plagioclasio, sanidino, pirosseni, anfiboli e, inoltre subordinatamente, da calcite, accompagnata da materiale vetroso a granulometria fine.

Questo livello pleistocenico è in posizione stratigrafica corrispondente a quella del livello « m », la cui età, precedentemente valutata tra $2,2 \pm 0,2$ M.a. e $2,07 \pm 0,33$ M.a. (SAVELLI & MEZZETTI, 1977; SELLI et al., 1977 b) è stata recentemente considerata non superiore a 1,99 M.a. (OBRADOVICH et al., 1982) su basi radiometriche e compresa tra 1,4 e 1,68 M.a. su basi biostratigrafiche e paleomagnetiche (TAUXE et al., 1982; BACKMAN et al., 1983).

Anche nel log 27 (Rositello) si osserva una diffusa presenza di prodotti vulcanoclastici costituiti, nella parte inferiore (da 0 a 30 m), da feldspati idiomorfi e frammenti di vetro generalmente poco alterati.

A 18,02 m dalla base è presente un livello tuffitico (non riportato in tab. 3) composto prevalentemente da plagioclasio, biotite, pirosseno e anfibolo in un'abbondante componente vetrosa, con presenza di piccoli tenori di quarzo e di gesso.

La frazione argillosa risulta interamente costituita da montmorillonite e illite-montmorillonite (tab. 4). L'assenza degli altri componenti di origine clastica dimostra un rimaneggiamento nullo, o comunque minimo, di questo materiale.

Localmente sono pure riscontrabili frammenti di rocce porfiriche a composizione verosimilmente di andesite basaltica con fenocristalli di plagioclasio zonato (labradorite-bytownite), orneblenda verde ($\gamma_c = 23^\circ$) e biotite in una matrice vetrosa profondamente alterata in prodotti montmorillonitici e zeolitici.

Verso l'alto (oltre 100 m dalla base), in corrispondenza degli strati « tripolacei », si osservano granuli di biotite e di clinopirosseno, associati a frammenti di vetro molto alterato e a piccoli granuli di sanidino; le testimonianze di prodotti vulcanoclastici diventano sempre più rare nelle litofacies diverse da quelle « tripolacee ».

Da quanto osservato in precedenti si possono trarre le seguenti conclusioni circa la natura e la provenienza del materiale clastico.

- Il confronto tra i singoli litotipi, sulla base delle composizioni medie e della relativa classificazione (tab. 5 e fig. 3), evidenzia, in prima approssimazione, una notevolissima omogeneità particolarmente accentuata nei litotipi a granulometria argillosa. In tutti i litotipi pelitici e nelle arenarie del log 26 delle successioni calabre il materiale clastico, a parte le locali concentrazioni di prodotti vulcanoclastici, presenta caratteristiche analoghe evidenziate, oltre che dalle osservazioni petrografiche, dai valori sostanzialmente simili dei rapporti F-K/P e Q/F (cfr. tab. 5). L'aumento dei carbonati con la granulometria (cfr. fig. 3) risulta in accordo con la loro natura essenzialmente clastica o bioclastica.

- Il materiale clastico risulta di origine sedimentaria, metamorfica (per lo più di basso grado) e magmatico intrusiva, con provenienza dallo smantellamento delle coperture flyschoidi e, subordinatamente, dei massicci silani.

- Le arenarie delle successioni lucane si distinguono nettamente da quelle calabre per l'assenza di dolomite e per un più alto rapporto F-K/P (tabb. 1 e 5). In particolare, in quelle del log 29, l'alto rapporto F-K/P

(mediamente 1,47) e il bassissimo valore della « maturità mineralogica » ($Q/F = 1,30$) evidenziano un prevalente e diretto apporto clastico dalle rocce granitoidi dei massicci silani.

• Il materiale vulcanico, in base alla composizione mineralogica delle frazioni argillose, appare sempre presente, almeno nella sua componente più fine, in senso sia areale che verticale. La sua composizione (fig. 4) risulta da riolitica ad andesitico-basaltica ed è notevolmente più abbondante, specie come frazione più grossolana, nelle sezioni stratigrafiche calabre dove talora diviene prevalente fino a formare veri e propri depositi vulcanoclastici (cfr. anche CELLO et al., 1983). La frazione vulcanoclastica è per lo più costituita, come già osservato, da cineriti, con variabile presenza di fenocristalli e più rari frammenti lavici.

Il materiale vulcanoclastico e ipotesi di provenienza

Nelle successioni lucane e calabre il materiale vulcanoclastico, strettamente associato agli strati « tripolacei », risulta per lo più costituito da vetro, parzialmente trasformato in prodotti montmorillonitici, accanto al quale si rinvencono fenocristalli di quarzo, sanidino, plagioclasio acido, biotite e subordinata orneblenda.

Le composizioni originarie sono riferibili prevalentemente a termini riodacitici e riolitici, in accordo con i caratteri dei livelli cineritici della sezione di Vrica (SELLI, 1970; SAVELLI & MEZZETTI, 1977, SELLI et al., 1977; OBRADOVICH et al., 1982) e con il ritrovamento di frammenti di vulcaniti a composizione riodacitica (log 30 del bacino lucano).

La presenza del materiale vulcanoclastico si rinviene, sia nelle successioni lucane che in quelle calabre, a partire almeno dal Pliocene medio.

Composizioni più femiche (dacitico-andesitiche) sono state invece riscontrate in alcuni livelli del Pliocene superiore-Pleistocene inferiore delle successioni calabre (log 28, Vrica; log 27, Rositello).

In questi livelli il materiale vulcanoclastico risulta di particolare interesse sia per l'ab-

TABELLA 6
Composizioni chimiche rappresentative e relative norme C.I.P.W. di vetri vulcanici

	1	2	3	4	5	6	7
SiO ₂	55.54	55.11	55.40	54.20	57.89	56.94	49.91
TiO ₂	.95	.81	.78	.70	.85	.08	2.91
Al ₂ O ₃	13.82	14.91	17.22	19.75	13.59	20.95	19.32
FeO*	6.32	5.88	5.19	7.32	6.66	2.78	9.75
MgO	1.64	2.23	1.60	1.01	1.85	.60	7.56
CaO	4.24	4.87	5.43	6.85	4.67	1.05	.54
Na ₂ O	1.80	2.36	2.70	2.78	1.60	2.25	1.00
K ₂ O	3.59	3.23	2.88	2.39	3.54	.76	4.62
NORME C.I.P.W.							
Qz	18.13	13.93	13.16	9.73	20.59	36.71	12.12
Or	21.21	19.08	17.02	14.12	20.91	4.49	27.23
Ab	15.22	19.96	22.84	23.51	13.53	19.03	8.46
An	19.03	20.55	26.37	33.97	19.45	5.21	2.68
Di	1.66	2.95	.47		3.08		
Hy	7.78	8.51	7.29	9.08	8.32	3.91	22.96
Mt	3.39	3.16	2.80	2.17	3.58	1.49	5.25
Il	1.80	1.54	1.48	1.33	1.61	.15	5.53

* Colonne 1-5 = log 28, 360,61; colonne 6 e 7 = log 27, 18,02.

bondanza (spesso prevale sulla frazione terrigena) che per lo stato di conservazione del vetro e dei numerosi cristalli presenti.

Vetri e fasi minerali

Il vetro si presenta generalmente incolore o, più raramente, bruno-giallastro. La composizione chimica (tab. 6) può essere considerata rappresentativa di originari prodotti andesitico-dacitici (DE LA ROCHE et al., 1980) ad affinità calcicalina (RINGWOOD, 1974; PECCERILLO & TAYLOR, 1976; MIYASHIRO, 1975) a carattere orogenico (PEARCE et al., 1977).

Occorre tuttavia tener presente che, dove associato ad originari fenocristalli (prevalentemente pirosseno e plagioclasici calcici), il vetro rappresenta, rispetto a questi, un termine di differenziazione. Tale considerazione, che va tenuta presente nel procedere a confronti diretti con analisi di roccia totale, porta a ritenere plausibile anche l'esistenza di prodotti vulcanici a composizione più basica.

Va inoltre segnalata la quasi totale assenza di manganese, non solo nella frazione vetroso, ma anche nelle diverse fasi presenti (pirosseno, anfibolo, biotite).

TABELLA 7

Analisi chimiche rappresentative dei principali fenocristalli associati a vetro vulcanico

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SiO ₂	45.50	55.21	42.48	46.32	41.27	44.39	36.84	37.43	38.57	50.20	48.70	49.00
TiO ₂			1.70	1.68	1.52	2.00	4.02	4.42	4.67	.50	.60	.26
Al ₂ O ₃	32.20	28.26	11.14	8.69	15.53	10.52	15.57	13.93	14.53	3.55	4.66	5.02
FeO ⁺	.48	.35	14.36	13.62	12.01	14.45	10.67	15.32	15.82	8.32	7.20	11.54
MgO	.05	.03	12.18	12.82	11.54	13.15	17.63	14.26	14.64	14.94	14.33	9.44
CaO	17.70	11.05	11.46	11.28	10.54	11.51	.06			20.38	20.31	20.00
Na ₂ O	1.05	4.55	1.62	1.59	2.86	2.36	.52	.53	.57	.25	.29	.65
K ₂ O	.06	.31	1.03	.61	.79	.63	9.59	9.28	9.28			.39
Cr ₂ O ₃						.32						.25
Si	2.165	2.510	6.341	6.817	6.099	6.396	2.760	2.872	2.864	1.890	1.866	1.918
Al ^{IV}	.835	.490	1.659	1.183	1.901	1.604	1.240	1.128	1.136	.110	.134	.082
Al ^{VI}	.972	1.025	.301	.325	.804	.182	.135	.132	.136	.048	.076	.149
Ti			.191	.186	.169	.217	.226	.255	.261	.014	.017	.008
Fe ²⁺	.019	.013	1.114	1.316	1.032	1.116	.669	.983	.985	.200	.185	.378
Fe ³⁺			.655	.360	.452	.625				.062	.046	
Mg	.003	.002	2.710	2.813	2.542	2.824	1.969	1.631	1.621	.839	.820	.551
Ca	.903	.539	1.833	1.779	1.669	1.776	.005			.823	.834	.839
Na	.097	.401	.469	.454	.819	.659	.075	.079	.082		.022	.049
K	.004	.018	.196	.115	.149	.116	.917	.908	.879			.019
Cr						.036						.008

Colonne 1 e 2 = plagioclasti, rispettivamente log 28, 360,61 e log 27, 18,02. Colonne 3-6 = orneblende, log 28, 360,61 (colonna 3) e log 27, 18,02 (colonne 4, 5 e 6). Colonne 7-9 = biotiti, log 28, 360,61 (colonna 7) e log 27, 18,02 (colonne 8 e 9). Colonne 10-12 = pirosseni, log 28, 360,61. Per i metodi di analisi dei minerali ed il calcolo delle formule vedi CORTESOGNO & LUCCHETTI (1982).

Le analisi chimiche delle fasi mineralogiche presenti come fenocristalli (plagioclasti, clinopirosseni, anfiboli e biotite) sono riportate in tab. 7.

I plagioclasti, in genere zonati, mostrano composizioni da bytownite (nucleo) a labradorite (bordo).

I clinopirosseni risultano in genere composizionalmente omogenei con prevalenza di termini augitici e subordinati termini salitici, i cui punti rappresentativi nel diagramma Ca-Mg-Fe si situano in prossimità del limite augite-salite-diopside (fig. 5).

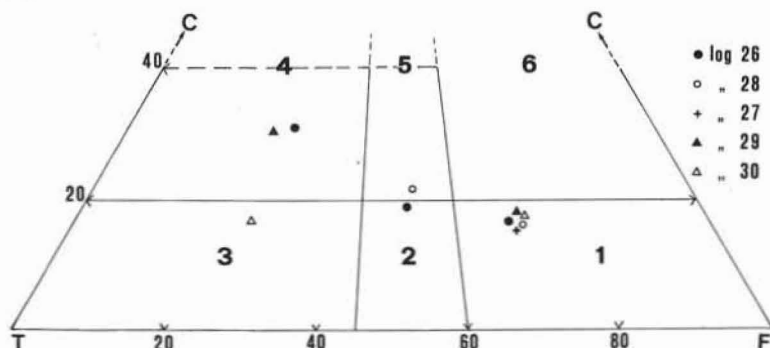


Fig. 3. — Diagramma T (quarzo + feldspati), C (carbonati), F (fillosilicati + accessori), secondo MALESANI & MANETTI (1970), nel quale sono riportate le composizioni medie (tab. 5) relative ai vari litotipi riscontrati. I campi indicati individuano i seguenti litotipi: 1 = argilliti; 2 = siltiti; 3 = arenarie; 4 = arenarie carbonatiche; 5 = siltiti carbonatiche; 6 = marne.

Gli anfiboli mostrano invece notevole variabilità composizionale, con presenza di Mg-orneblende, orneblende tschermakitiche, orneblende magnesio-hastingsitiche e pargasiti (LEAKE, 1978).

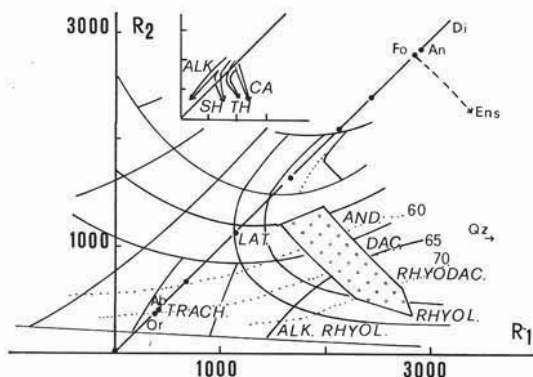


Fig. 4. — Diagramma R_1 - R_2 (DE LA ROCHE et al., 1980). L'area tratteggiata esprime il trend composizionale del materiale vulcanoclastico esaminato.

Le biotiti possono essere classificate come Mg-biotiti con relativo deficit in alcali. Le composizioni risultano analoghe a quelle di biotiti di rocce vulcaniche (daciti, trachiti) note in letteratura (BROUSSE, 1961; CARMICHAEL, 1967; WILKINSON, 1971).

Confronti e provenienze

Le composizioni chimiche dei vetri presenti nei livelli del Pliocene superiore-Pleistocene inferiore dei logs 28 e 27 delle successioni calabre sono state confrontate (fig. 6) con quelle dei coevi depositi vulcanoclastici della Calabria e della Fossa Bradanica (CELLO et al., 1983; SPADEA, 1983 e comunicazione personale a L.C.) e delle vulcaniti del Tirreno sud-orientale, con particolare riferimento a quelle eoliane (KELLER, 1980 a, b; PICHLER, 1980; ROSI, 1980; VILLARI, 1980 a, b).

Pur tenendo presente che il confronto è stato in qualche caso effettuato fra mesostasi vetrosa e roccia totale, sono notevoli le analogie esistenti fra i prodotti del vulcanismo eoliano e di quello testimoniato dai depositi vulcanoclastici delle successioni lucane e calabre.

Notevoli analogie esistono inoltre tra le composizioni dei fenocristalli (in particolare quelli dei clinopirosseni, cfr. fig. 5) presenti nei livelli vulcanoclastici delle sezioni esami-

nate e quelle dei fenocristalli presenti nelle lave più rappresentative del magmatismo eoliano (KELLER, 1980 a, b; ROSI, 1980; CLOCCHIATTI, 1981).

Nel complesso i prodotti vulcanoclastici sembrano ben inserirsi nel contesto del vulcanismo calcocalcino tipico e ricco in potassio (« arc-type magmatism ») riconosciuto nelle isole Eolie (BARBERI et al., 1974; KELLER, 1974; BECCALUVA et al., 1982).

Alcune considerazioni sembrano peraltro limitare all'area tirrenica meridionale la provenienza del materiale vulcanoclastico e l'ubicazione degli originari apparati escludendo origini più lontane.

Benchè presente nell'area egea un'attività calcocalcina negli ultimi 5 M.a. (BELLON et al., 1979; INNOCENTI et al., 1981), questa sembra troppo remota per giustificare gli enormi volumi e i caratteri fisici del materiale vulcanoclastico interessato, in genere, da limitati fenomeni di trasporto (GUERRERA, 1983).

Una provenienza ionica del materiale vulcanoclastico, sia pure accettabile in linea teorica (GUERRERA et al., 1983), non può essere attualmente valutata per mancanza di sufficienti dati relativi all'ubicazione, entità e natura degli apparati.

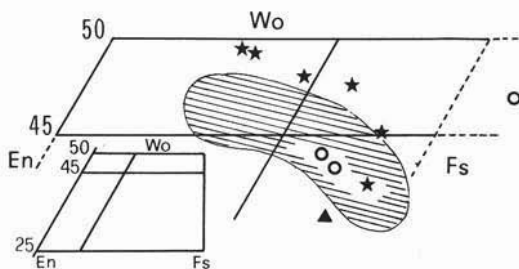


Fig. 5. — Diagramma Wo - En - Fs . Accanto ai punti rappresentativi dei campioni analizzati (O) sono riportate per confronto le composizioni di pirosseni appartenenti all'attività vulcanica eoliana: ★ = Stromboli (KOZU & WASHINGTON, 1918; GIROD, 1975; ROSI, 1980); ▲ = Salina (KELLER, 1980); area tratteggiata = Stromboli (CLOCCHIATTI, 1981).

Tali considerazioni, unitamente ai caratteri lito-sedimentologici dei depositi vulcanoclastici e alle notevoli analogie con il magmatismo presente nell'area tirrenica meridionale, inducono a ritenere come maggiormente probabile un'ubicazione degli originari apparati o nell'area tirrenica sud-orientale (attuale

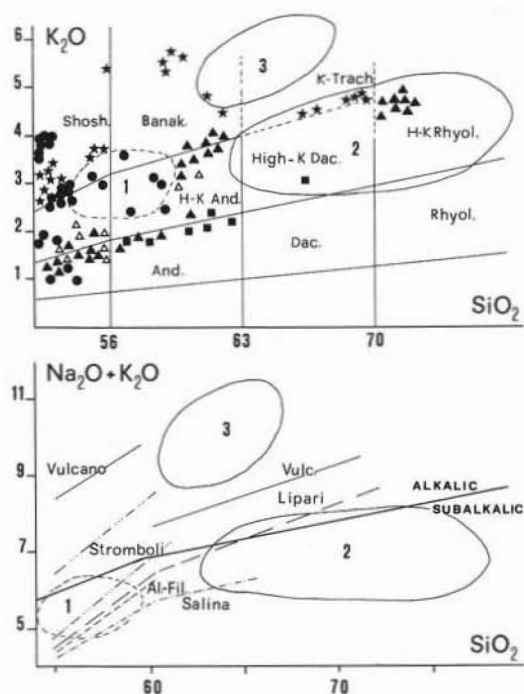


Fig. 6. — Diagramma K_2O/SiO_2 e Na_2O+K_2O/SiO_2 . Accanto ai punti rappresentativi dei campioni analizzati (area 1) sono riportati per confronto i dati relativi al materiale vulcanoclastico pliocenico (area 2) presente in Calabria e nella Fossa Bradanica, al vulcanismo eoliano (\bullet = Stromboli; \star = Vulcano; \blacktriangle = Lipari; \triangle = Alicudi-Filicudi; \blacksquare = Salina). Per i riferimenti bibliografici si veda il testo.

arco eoliano) o in corrispondenza delle aree esaminate e quindi dell'attuale Calabria.

Una provenienza dall'arco eoliano contrasta tuttavia con le datazioni radiometriche che ne limitano l'inizio dell'attività al Quaternario (MARINELLI, 1975). Nelle successioni lucane e calabre si rinvennero invece prodotti vulcanoclastici a partire almeno dal Pliocene medio, mentre i livelli più femici dacitico-andesitici datano Pliocene superiore-Pleistocene inferiore, se riferiti al livello cineritico pliocenico (SELLI, 1970) e al livello « m » (SAVELLI & MEZZETTI, 1977; SELLI et al., 1977 b) della sezione di Vrica, recentemente ridatati rispettivamente $\approx 2,2$ M.a. e $< 1,99$ M.a. (OBRADOVICH et al., 1982).

È tuttavia possibile che la prima attività eoliana inizi a partire dal Pliocene medio, come già ipotizzato da SELLI et al. (1977 a) e successivamente da BACINI SEDIMENTARI

(1980) e da WEZEL (1982). Nel Tirreno sud-orientale è inoltre presente un apparato vulcanico (Marsili Smt.) caratterizzato da una base ad affinità tholeiitica e una parte superiore ad affinità calcalkalina (BECCALUVA et al., 1982); l'inizio dell'attività sarebbe compreso tra 4 e 2 M.a., con proseguimento fino a 0,1-0,2 M.a. (SELLI et al., 1977 a). Tali età mostrano una generale corrispondenza con quelle dei prodotti vulcanoclastici delle sezioni lucane e calabre, presenti almeno dal Pliocene medio.

Si ricorda infine che la presenza di un vulcanismo calcalkalino di arco insulare e dei relativi apparati in corrispondenza dell'attuale Calabria occidentale (lungo il bordo tirrenico) durante il Pliocene-Pleistocene è stata recentemente sostenuta da CELLO et al. (1983).

Conclusioni

a) I caratteri litostratigrafici e sedimentologici delle sequenze « tripolacee » in esame suggeriscono ritmicità della sedimentazione. La distribuzione di almeno una parte dei microorganismi osservati lungo le colonne stratigrafiche appare influenzata da processi vulcano-tettonici e sedimentari. Rispetto a un più completo ciclo sedimentario le successioni « tripolacee » plio-quaternarie si inquadrano sistematicamente nella parte alta dell'emiciclo trasgressivo precedendo, così, la fase regressiva di riempimento dei bacini.

b) Le successioni « tripolacee » e/o vulcanoclastiche esaminate vengono interpretate come manifestazioni di fasi tettoniche distensive in un regime di tipo tafrogenico, cioè a horst e graben.

Queste fasi sarebbero connesse con una contemporanea attività vulcanica prevalentemente esplosiva. In altre parole, gli episodi « tripolacei » e l'attività vulcanica sembrano controllati, in maniera concomitante, da una attività tettonica di tipo « pulsante » a carattere distensivo.

c) Le successioni « tripolacee » plio-quaternarie del versante ionico dell'Appennino risultano caratterizzate da una notevole distribuzione areale e verticale di materiale vulcanoclastico, costituito prevalentemente

da vetro con subordinati frammenti di roccia e fasi cristalline, testimoniato in tutte le sezioni esaminate dai suoi prodotti di trasformazione (montmorillonite, illite-montmorillonite). I caratteri petrografici e chimici indicano composizioni riferibili a originari prodotti riolitici-riodacitici, prevalenti, e dacitico-andesitici, subordinati, tutti rappresentativi di un vulcanismo calcocalino di arco insulare.

d) Sulla base dei dati analitici e di diverse considerazioni il materiale vulcanoclastico viene riferito all'attività presente nell'area tirrenica sud-orientale le cui maggiori testimonianze, a partire dal Pliocene medio, sono rappresentate dal Marsili Smt. e, probabilmente, dallo stesso arco eoliano (SELLI et al., 1977 a; WEZEL, 1982).

e) La corrispondenza tra fasi tettoniche distensive nel bacino e vulcanoclastiti riferibili all'attività vulcanica contemporaneamente in atto nel Tirreno sud-orientale (anch'essa legata ad una attività di tipo distensivo) sembra favorire quei modelli che presuppongono, piuttosto che processi collisionali, movimenti essenzialmente verticali responsabili del vulcanismo e dello stile della sedimentazione. Un sistema tipo arco vulcanico potrebbe pertanto rappresentare il contesto geotettonico favorevole allo sviluppo di successioni « tripolacee » s.l. (GUERRERA, 1983).

Uno degli esempi più significativi, fuori dell'area mediterranea, del legame esistente tra attività vulcanica esplosiva e depositi si-

licei (e/o diatomitici) è rappresentato dalla potente successione vulcanoclastica neogenica dell'Akta Basin dell'Arco delle Aleutine (STEWART, 1978). I forti accumuli (da 180 a 300 m/M.a.) di materiali prevalentemente vulcanoclastici sono attribuiti dall'Autore all'erosione (torbiditi) sullo shelf di potenti depositi associati ad aperture distensive e vulcanismo.

f) Alla luce dei risultati acquisiti le successioni « tripolacee » e/o vulcanoclastiche sembrano costituire una chiave di non secondaria importanza nella ricostruzione e nell'interpretazione di processi vulcano-tettonici e sedimentari delle aree connesse ad archi insulari caratterizzati da tipico vulcanismo calcocalino e, più in particolare, nella ricostruzione paleogeografica e geodinamica del Tirreno meridionale.

Ringraziamenti. — Si ringrazia la Prof.ssa G. LUCCHETTI (Istituto di Mineralogia dell'Università di Genova) per le analisi chimiche del vetro e dei minerali eseguite con le apparecchiature del Laboratorio di Analisi in Microsonda istituito con il contributo finanziario del C.N.R. presso l'Istituto di Mineralogia e Petrologia dell'Università di Modena.

Il rilevamento, lo studio lito-sedimentologico e biostratigrafico sono stati svolti da F.G., quello mineralogico-petrografico da L.C., R.F., R.V., S.V.; le conclusioni sono frutto di discussione collegiale dei vari autori.

Lavoro eseguito con Fondi M.P.I. (resp. F. GUERRERA) e C.N.R., C.S. per la Mineralogia e la Geochimica dei Sedimenti (Firenze).

BIBLIOGRAFIA

- AGIP (1977) - *Agip in Calabria*. Centro Stampa Agip, 1-28.
- AMODIO-MORELLI L., BONARDI G., COLONNA V., DIETRICH D., GIUNTA G., IPPOLITO F., LIGUORI V., LORENZONI S., PAGLIONICO A., PERRONE V., PICCARRETTA G., RUSSO M., SCANDONE P., ZANETTIN-LORENZONI E., ZUPPETTA A. (1979) - *L'Arco Calabro-Peloritano nell'orogene penninico-magbrenide*. Mem. Soc. Geol. It., 17, 1-60.
- AUTORI VARI (1969) - *Carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000, Foglio «Matera» N. 201, II ed.*, Serv. Geol. d'It., Roma.
- BACINI SEDIMENTARI (1980) - *Dati geologici preliminari sul Bacino di Cefalù (Mar Tirreno)*. Ateneo Parmense, Acta Nat., 16, 3-18.
- BACKMAN J., SHACKLETON N.J., TAUXE L. (1983) - *Quantitative nannofossil correlation to open ocean deep-sea sections from Plio-Pleistocene boundary at Vrica, Italy*. Nature, 304, 156-158.
- BARBERI F., INNOCENTI F., FERRARA G., KELLER J., VILLARI L. (1974) - *Evolution of Eolian arc Volcanism (Southern Tyrrhenian Sea)*. Earth Planet. Sci. Lett., 21, 269-276.
- BECCALUVA L., ROSSI P.L., SERRI G. (1983) - *Neogene to recent volcanism of the southern Tyrrhenian-Sicilian Area: implications for the geodynamic evolution of the Calabrian Arc*. Earth Evolution Sciences, 3, 222-238.
- BELLON H., JARRIGE J.J., SOREL D. (1979) - *Les activités magmatiques égéennes de l'Oligocène à*

- nos jours et leurs cadres géodynamiques. Données nouvelles et synthèse. Rev. Géol. Dyn. Géogr. Phys., 21, 41-55.
- BRONZINI S. (1959) - Note sulle ricerche di gas in alcune zone del litorale jonico. Acc. Naz. Lincei, « I giacimenti gassiferi dell'Europa Occidentale », 1, 399-405.
- BROUSSE R. (1961) - *Minéralogie et pétrographie des roches volcaniques du massif du Mont-Dore (Auvergne)*. Bull. Soc. Franç. Mineral. Crist., 84, 131-186.
- CARISSIMO L., D'AGOSTINO O., LODDO C., PIERI M. (1963) - *Petroleum exploration by Agip Minervaria and new geological information in central and southern Italy from the Abruzzi to the Taranto gulf*. Atti VI Conv. Petrolio, Francoforte, sez. I, 1-26.
- CARMICHAEL I.S.E. (1967) - *The iron-titanium oxides of salic volcanic rocks and their associated ferromagnesian silicates*. Contr. Mineral. Petrol., 14, 36-64.
- CELLO G., SPADEA P., TORTORICI L., TURCO E. (1983) - *Plio-Pleistocene volcanoclastic deposits of southern Calabria*. Boll. Soc. Geol. It., 102, 87-93.
- CIPRIANI C., MALESANI P. (1972) - *Composizione mineralogica delle frazioni pelitiche delle formazioni del Macigno e marnoso-arenacea (Appennino settentrionale)*. Mem. Ist. Geol. e Min. Univ. Padova, 29, 1-25.
- CLOCCHIATI R. (1981) - *La transition augite-diopside et les liquides silicatés intra-cristallins dans les pyroclastes de l'activité actuelle du Stromboli: témoignages de la réinjection et du mélange magmatique*. Bull. Volcanol., 44, 339-357.
- COLALONGO M.L., SARTONI S. (1979) - *Schema biostratigrafico per il Pliocene ed il basso Pleistocene in Italia*. C.N.R., P.F. Geodinamica - Sottoprogetto Neotettonica, Pubbl. n. 251, 645-654.
- COLALONGO M.L., PASINI G., PELOSIO G., RAFFI S., RIO D., RUGGIERI G., SARTONI S., SELLI R., SPROVIERI R. (1982) - *The Neogene/Quaternary boundary definition: a review and a proposal*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 5, 59-68.
- CORTESOGNO L., LUCCHETTI G. (1982) - *Il metamorfismo oceanico nei gabbri ofiolitici dell'Appennino ligure: aspetti mineralogici e paragenetici*. Rend. Soc. It. Min. Petr., 38 (2), 561-579.
- DE LA ROCHE H., LETERRIER J., GRANCLAUDE P., MARCHAL M. (1980) - *A classification of volcanic and plutonic rocks using R₁R₂-diagram and major element analyses. Its relationships with the current nomenclature*. Chemical Geology, 29, 183-210.
- EMILIANI C., MAYEDA T., SELLI R. (1961) - *Paleo-temperature analysis of the Plio-Pleistocene section at Le Castella, Calabria, Southern Italy*. Geol. Soc. Am. Bull., 72, 679-688.
- FAIRBRIDGE R. W., BOURGEOIS J. (1978) - *The Encyclopedia of Sedimentology*. Dowden Hutchinson & Ross, Inc. Stroudsburg, Pa 18360, 901 p.
- FINETTI I., MORELLI C. (1973) - *Geophysical exploration of the Mediterranean Sea*. Boll. Geofis. teor. appl., 15 (60), 263-341.
- GARY M., MCAFEE R. Jr., CAROL L.W. (1972) - *Glossary of Geology*. Amer. Geol. Inst., Washington D.C. 20073, 857 p.
- GHEZZI G., MARCHETTI P.M. (1964) - *Contributo alla conoscenza stratigrafica e sedimentaria del Terziario superiore della Calabria e Basilicata*. Mem. Soc. Geol. It., 4 (2), 1-20.
- GIROD M. (1975) - *Données pétrologiques sur une shoshonite de Stromboli (Iles Eoliennes)*. Pétrologie, 1, 189-196.
- GUERRERA F. (1979) - *Stratigrafia e sedimentologia dei livelli « tripolacei » del Miocene inferiore-medio appenninico*. Boll. Serv. Geol. d'It., 96, 233-262.
- GUERRERA F. (1981 a) - *Les successions « tripoli »: expression de processus volcano-tectoniques et sédimentaires rythmiques*. In: « Terra cognita » (special issue). First Meet. European Union of Geosciences (Council of Europe), Strasbourg, 13-16 april, 1981, 36, 69.
- GUERRERA F. (1981 b) - *Caratteristiche sedimentologiche e micropaleontologiche dei depositi tripolacei plio-quaternari del Bacino Crotonese (Calabria)*. Ateneo Parmense, Acta Natur., 17, 113-138.
- GUERRERA F. (1983) - *Sedimentazione ritmica e processi vulcano-tettonici nelle successioni « tripolacee » neogeniche dell'Appennino*. Rend. Soc. Geol. It., 5, 99-104.
- GUERRERA F., COCCIONI R. (1984) - *Caratteristiche sedimentologiche e micropaleontologiche di successioni « tripolacee » plioceniche dell'Appennino Lucano*. Boll. Soc. Geol. It., 103, 205-223.
- GUERRERA F., VANNUCCI S., FRANCHI R. (1983) - *Geological characters of some Plio-Quaternary « tripolaceous » levels from Southern Apennine Chain (Ionian side)*. In « Terra Cognita » (special issue). Second Meet. European Union of Geosciences (Council of Europe), Strasbourg, 28-31 march, 1983, 234, M11.
- INNOCENTI F., MANETTI P., MAZZUOLI R., PASQUARÈ G., VILLARI L. (1981) - *Neogene and Quaternary volcanism in the Eastern Mediterranean. Time-space distribution and geotectonic implication*. In: WEZEL F.C. (Ed.), *Sedimentary Basins of Mediterranean Margins*. Tecnoprint, Bologna, 369-385.
- KELLER J. (1974) - *Petrology of some volcanic rock series of the Eolian Arc, Southern Tyrrhenian Sea: calc-alkaline and shoshonitic associations*. Contr. Mineral. Petrol., 45, 29-47.
- KELLER J. (1980 a) - *The Island of Vulcano*. Rend. Soc. It. Min. Petr., 36 (1), 369-414.
- KELLER J. (1980 b) - *The Island of Salina*. Rend. Soc. It. Min. Petr., 36 (1), 489-524.
- KIDD R.B., CITA M.B., RYAN W.B.F. (1978) - *Studies on sapropels. 13.1 Stratigraphy of Eastern Mediterranean sapropel sequences recovered during DSDP Leg 42A and their paleo-environmental significance*. Init. Rep. D.S.D.P., 42, 1, 421-443.
- KIMURA T. (1966) - *Thickness distributions of sandstone beds and cyclic sedimentations in the turbidite sequences at two localities in Japan*. Bull. Earthqu. Res. Inst., 44, 561-607.
- KOZU S., WASHINGTON H.S. (1918) - *Augite from Stromboli*. Amer. J. Sci., 4, 45, 463.
- LEAKE B.E. (1978) - *Nomenclature of amphiboles*. Can. Min., 16, 501-520.
- LENTINI F. (1967) - *Le successioni stratigrafiche plio-pleistoceniche sui due lati della dorsale No-*

- cura-Colobraro (Matera). Atti Acc. Gioenia Sc. Nat. Catania, s. VI, 18, 181-206.
- LENTINI F. (1968) - *Stratigrafia micropaleontologica dei terreni plio-pleistocenici di Sant'Arcangelo (Potenza)*. Atti Acc. Gioenia Sc. Nat. Catania, s. VI, 19, 255-344.
- LENTINI F. (1969) - *Sezioni stratigrafiche plioceniche nella Val d'Agri presso Gannano (Matera)*. Atti Acc. Gioenia Sc. Nat. Catania, s. VI, 20, 17-19.
- MALESANI P., MANETTI P. (1970) - *Proposta di classificazione dei sedimenti clastici*. Mem. Soc. Geol. It., 9, 55-63.
- MARINELLI G. (1975) - *Magma evolution in Italy*. In: SOUYRES C.H. (Ed.), *Geology of Italy, Earth Sci. Soc. Libyan Arab Republic, Tripoli*, 1, 165-219.
- MIYASHIRO A. (1975) - *Volcanic rock series and tectonic setting*. Ann. Rev. Earth Planet. Sci., 3, 3, 251-269.
- MOSTARDINI F., PIERI M., PIRINI C. (1966) - *Stratigrafia del Foglio 212, Montalbano Jonico*. Boll. Serv. Geol. d'It., 87, 54-143.
- MUTTI E., RICCI LUCCHI F. (1972) - *Le torbiditi dell'Appennino settentrionale: introduzione all'analisi di facies*. Mem. Soc. Geol. It., 11, 161-199.
- MUTTI E., RICCI LUCCHI F. (1974) - *La signification de certaines unités sequentielle dans les séries à turbidites*. Bull. Soc. Geol. Fr., 16 (6), 577-582.
- OBRADOVICH J.D., NAESER C.W., IZETT G.A., PASINI G., BIGAZZI G. (1982) - *Age constraints on the proposed Plio-Pleistocene boundary stratotype at Vrica, Italy*. Nature, 298, 55-59.
- OGNIBEN L. (1969) - *Note illustrative della carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000, Foglio 211 «S. Arcangelo»*. Serv. Geol. d'It., Roma.
- PASINI G., COLALONGO M.L. (1982) - *Status of research on the Vrica Section (Calabria, Italy), the proposed Neogene/Quaternary boundary-stratotype section, in 1982*. Ist. Geol. Ma. C.N.R., Ist. Geol. Paleont. Univ., Bologna, pp. 1-75.
- PASINI G., SELLI R., COLALONGO M.L., D'ONOFRIO S. (1977 a) - *The section of Le Castella (Calabria, Italy)*. Giorn. Geol., 41, 436-440.
- PASINI G., SELLI R., TAMPIERI R., COLALONGO M.L., D'ONOFRIO S., BORSETTI A.M., CATI F. (1975) - *The Vrica Section*. In: SELLI R. (Eds.) - *The Neogene-Quaternary Boundary. II Symposium, Excursion Guide-Book*, 446-458.
- PASINI G., SELLI R., TAMPIERI R., COLALONGO M.L., D'ONOFRIO S., BORSETTI A.M., CATI F. (1977 b) - *The Vrica Section (Calabria, Italy)*. Giorn. Geol., 41, 446-456.
- PEARCE T.H., GORMAN B.E., BIRKETT T.C. (1977) - *The relationships between major element chemistry and tectonic environment of basic and intermediate volcanic rocks*. Earth Planet. Sci. Lett., 36, 121-132.
- PECCERILLO A., TAYLOR S.R. (1976) - *Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kastamonu Area, Northern Turkey*. Contr. Mineral. Petrol., 58, 63-81.
- PICHLER H. (1980) - *The Island of Lipari*. Rend. Soc. It. Min. Petr., 36 (1), 415-440.
- PETTITJON E.J. (1975) - *Sedimentary rocks*. Harper & Row Publ., New York, Evanston, San Francisco and London (third edit.), 628 p.
- RINGWOOD A.E. (1974) - *The petrological evolution of island arc systems*. J. Geol. Soc. London, 130, 183-204.
- RODA C. (1964) - *Distribuzione e facies dei sedimenti neogenici nel bacino crotonese*. Geol. Rom., III, 319-366.
- ROSI M. (1980) - *The Island of Stromboli*. Rend. Soc. It. Min. Petr., 36 (1), 345-468.
- ROSSI S., BORSETTI A.M. (1977) - *Dati preliminari di stratigrafia e di sismica del Mar Jonio settentrionale*. Mem. Soc. Geol. It., 13/2, 251-269.
- ROSSI S., GABBIANELLI G. (1979) - *Geomorfologia del Golfo di Taranto*. Boll. Soc. Geol. It., 97, 423-437.
- SAVELLI C., MEZZETTI R. (1977) - *The Vrica section (Calabria, Italy): IV. K/Ar age and petrographic characters of the «volcanoclastic» layer*. X INQUA Congr., abstract, 400.
- SELLI R. (1962) - *Il Paleogene nel quadro della Geologia dell'Italia Meridionale*. Mem. Soc. Geol. It., 3, 737-789.
- SELLI R. (1970) - *Report on the absolute age. Committee Mediterranean Neogene Stratigraphy, Proc. IV Session (Bologna, 1967)*. Giorn. Geol., 35, 51-59.
- SELLI R., ROSSI S. (1975) - *The main geological features of the Ionian Sea*. Rapp. Comm. Int. Mer Méditerran., 23, 4^e, Monaco, 115-116.
- SELLI R., LUCCHINI F., ROSSI P.L., SAVELLI C., DEL MONTE M. (1977) - *Dati geologici, petrochimici e radiometrici sui vulcani centro-tirrenici*. Giorn. Geol., 42, 221-246.
- SELLI R., ACCORSI C.A., BANDINI MAZZANTI M., BERTOLAMI MARCHETTI D., BIGAZZI G., BONADONNA F.P., BORSETTI A.M., CATI F., COLALONGO M.L., D'ONOFRIO S., LANDINI W., MENESINI E., MEZZETTI R., PASINI G., SAVELLI C., TAMPIERI R. (1977 b) - *The Vrica Section (Calabria, Italy). A potential Neogene/Quaternary Boundary Stratotype*. Giorn. Geol., 42, 181-204.
- SFALANGA M., VANNUCCI S. (1975) - *Ricerche mineralogico-petrografiche sui sedimenti neoaotoceni: II - I sedimenti pliocenici, e i suoli da essi derivati, in due unità a diversa morfologia della Val d'Era (Toscana)*. Annali Ist. Sper. Studio e Difesa del Suolo, Firenze, 6, 111-168.
- SPADEA P. (1983) - *Pliocene and Pleistocene volcanic deposits in the Fossa Bradanica (Southern Italy): record of calc-alkaline and alkaline volcanism*. Soc. It. Min. Petr., Convegno di Padova, giugno 1983, abstract.
- STEWART R.J. (1978) - *Neogene volcanoclastic sediments from Atka Basin, Aleutian Ridge*. Am. Ass. Petr. Geol. Bull., 62 (1), 87-97.
- TAUXE L., OPDYKE N.D., PASINI G., ELMI C. (1983) - *Age of the Plio-Pleistocene boundary in the Vrica Section, Southern Italy*. Nature, 304, 125-129.
- VANNUCCI S., VANNUCCI R., FRANCHI R. (1981 a) - *Clay mineralogy and geochemistry of recent sediments from the Pantelleria and Malta troughs*. F.C. WEZEL (editor), *Sedimentary basins of Mediterranean Margins*, Tecnoprint, Bologna, 325-338.
- VANNUCCI S., VANNUCCI R., FRANCHI R., MAZZUCOTELLI A. (1981 b) - *Presenza di livelli vulcanoclastici al tetto della Scaglia Bianca umbro-*

- marchigiana*. Rend. Soc. It. Min. Petr., 37, 1, 105-131.
- VEZZANI L. (19667) - *Il bacino plio-pleistocenico di S. Arcangelo (Lucania)*. Atti Acc. Gioenia Sc. Nat. Catania, s. VI, 18, 207-227.
- VILLARI L. (1980 a) - *The Island of Alicudi*. Rend. Soc. It. Min. Petr., 36 (1), 441-466.
- VILLARI L. (1980 b) - *The Island of Filicudi*. Rend. Soc. It. Min. Petr., 36 (1), 467-488.
- WEZEL F.C. (1982) - *The structure of the Calabro-Sicilian Arc: result of a post-orogenic intra-plate deformation*. In: LEGGETT J.K. (Ed.) - *Trench-forearc geology: sedimentation and tectonics on modern and ancient active plate margins*. Geol. Soc. Lond. Spec. Publ. No. 10, 345-354.
- WILKINSON J.F.G. (1971) - *The petrology of some vitrophyric calc-alkaline volcanics from the Carboniferous of the New South Wales*. Jour. Petrol., 12, 587-619.