

ANALISI DELL'EVOLUZIONE TETTONICO-SEDIMENTARIA DEI "BACINI MINORI" TORBIDITICI DEL MIOCENE MEDIO-SUPERIORE NELL'APPENNINO UMBRO-MARCHIGIANO E LAZIALE-ABRUZZESE: 3) LE ARENARIE DI M. VICINO, UN MODELLO DI CONOIDE SOTTOMARINA AFFOGATA (MARCHE SETTENTRIONALI)

## INDICE

RIASSUNTO	pag.	7
ABSTRACT	"	8
1. INTRODUZIONE	"	9
2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO	"	9
3. LITOSTRATIGRAFIA DELLA SUCCESSIONE MIOCENICA	"	9
3.1. Bisciario	"	11
3.2. Schlier	"	11
3.3. Formazione marnoso-arenacea	"	11
3.4. Arenarie di M. Vicino	"	15
3.4.1. Associazione pelitico-arenacea I	"	15
3.4.2. Associazione arenaceo-pelitica I	"	15
3.4.3. Associazione pelitico-arenacea II	"	18
3.4.4. Litofacies arenacea laminata	"	21
3.4.5. Associazione arenaceo-pelitica II	"	21
3.4.6. Associazione pelitico-arenacea III	"	24
3.4.7. Spessore dei corpi arenacei	"	26
3.4.8. Dati petrografici preliminari	"	26
3.4.9. Considerazioni biostratigrafiche e cronostratigrafiche	"	33
4. FACIES, MEGASEQUENZE E PALEOCORRENTI	"	36
4.1. Caratteri generali	"	36
4.2. Cicli nei depositi canalizzati	"	37
4.3. Cicli nei depositi non canalizzati	"	39
4.4. Paleocorrenti	"	42
5. FISIOGRAFIA DEL BACINO DELLE ARENARIE DI M. VICINO E DISTRIBUZIONE DEI CORPI ARENACEI	"	44
6. LA DEPOSIZIONE DELLE ARENARIE DI M. VICINO NEL QUADRO DELL'EVOLUZIONE TETTONICO-SEDIMENTARIA DEL BACINO UMBRO. CONCLUSIONI	"	47

## RIASSUNTO

Le Arenarie di M. Vicino costituiscono un corpo torbido lenticolare (circa 84 Km<sup>3</sup>), che si sviluppa con lunghezza di circa 38 Km e larghezza massima di circa 4 Km in direzione NW-SE immediatamente a ridosso del bordo occidentale della dorsale umbro-marchigiana ed al

(\*) - Servizio Geologico d'Italia e Università di Camerino

(\*\*) - Università di Camerino

tetto della *Formazione marnoso-arenacea* ("sequenza umbro-marchigiana"). Sono state distinte sei associazioni litologiche corrispondenti ad altrettanti corpi torbido depositati in ambiente di conoide sottomarina: una pelitico-arenacea I che rappresenta depositi di piana e di frangia basali; una arenaceo-pelitica I attribuita a depositi di lobi sabbiosi inferiori; una pelitico-arenacea II che rappresenta i sedimenti della frangia laterale della conoide; una arenacea laminata, corrispondente alle facies canalizzate; una arenaceo-pelitica II indicativa ancora di facies di lobo (lobi superiori); una pelitico-arenacea III attribuita a depositi di piana.

L'analisi sequenziale ha consentito di riconoscere cicli positivi nei depositi canalizzati (litofacies arenacea laminata), negativi nei depositi non canalizzati (rimanenti associazioni). Da rilevare la presenza di cicli negativi di spessore notevolmente ridotto (< 2 m) nei depositi di frangia, in accordo con Mutti (1977).

Lo schema di distribuzione delle paleocorrenti indica che i clasti provenivano da SW, con immissione laterale nel bacino; successivamente si verificava una doppia deflessione con diramazione delle paleocorrenti stesse, che scorrevano verso NW e SE, con conseguente accrescimento frontale dei lobi sabbiosi in direzioni opposte e simmetriche rispetto alla direzione di apporto.

Dalla forma stretta ed allungata dell'originario bacino si evince che l'apparato deposizionale delle Arenarie di M. Vicino rappresenta un tipico modello di "conoide affogata" in una stretta depressione sottomarina. Inoltre il passaggio laterale tra le facies di lobo inferiore e quelle di frangia laterale, presente solo nella parte sud-orientale del bacino, nonché il maggiore sviluppo delle facies di lobo inferiore e superiore nella parte nord-occidentale del bacino stesso, suggeriscono una notevole asimmetria del profilo longitudinale di quest'ultimo, che era caratterizzato da un gradiente batimetrico positivo nella porzione sud-orientale, negativo in quella nord-occidentale.

Il rinvenimento di alcune *Helminthoida crassa* Schafhautil, sia nelle facies di lobo inferiore che in quelle canalizzate, indicherebbe, per confronto con situazioni attuali, che la profondità del bacino era compresa tra 1000 e 3000 m.

L'intera sequenza delle Arenarie di M. Vicino costituisce un ciclo sedimentario del primo ordine simmetrico, con carattere regressivo nella parte inferiore, trasgressivo in quella superiore (dal basso: depositi di piana + frangia → lobi inferiori → depositi canalizzati → lobi superiori → depositi di piana).

La deposizione torbiditica è avvenuta nel Tortoniano inferiore-medio (zona a *Globorotalia acostaensis acostaensis* di D'Onofrio ed altri, 1975: subzona a *Globorotalia continua* e parte della subzona a *Globigerinoides obliquus extremus* dei medesimi Autori) per una durata di poco più di un milione di anni. La velocità di sedimentazione è stata di circa 70 cm/1000 anni.

Per quanto riguarda la composizione delle arenarie, sono stati rilevati due fatti importanti: a) mancanza di dolomite detritica; b) presenza di frammenti di rocce esclusivamente sedimentarie, con netta prevalenza di micriti. Si esclude, pertanto, una provenienza delle *Arenarie di M. Vicino* dalla *Formazione marnoso-arenacea*, benché il canale alimentatore, nel quale passavano i flussi gravitativi provenienti da SW, incidesse detta formazione per tutta la sua estensione. L'area di alimentazione deve essere ricercata nelle zone di affioramento della "sequenza toscana" e delle unità inframioceniche toscane situate

più a W o SW, che all'inizio del Tortoniano erano probabilmente in fase di emersione.

I materiali delle *Arenarie di M. Vicino* avrebbero formato un primo accumulo in acque poco profonde (*delta-conoide*) nell'area di Torgiano-Pontefelcino (ESE di Perugia). Successivamente, a causa dello sbarramento rappresentato dalle strutture positive di Assisi-Gualdo Tadino ad E e di Gubbio a S, i flussi gravitativi erano costretti a scorrere sul margine occidentale di quest'ultima fino all'altezza di Montecorona, da dove si dipartiva una depressione ad andamento trasversale che comunicava con il bacino di M. Vicino. In tal modo detti flussi avrebbero scavalcato il bacino delle *Formazione marnoso-arenacea* senza provocare vistosi fenomeni erosivi, seguendo una valle sottomarina poco sinuosa e profonda, probabilmente delimitata da faglie trasversali, che confluiva nella parte centrale del bacino di M. Vicino.

### ANALYSIS OF THE TECTONIC - SEDIMENTARY EVOLUTION OF THE MIDDLE-UPPER MIOCENE TURBIDITE "MINOR BASINS" IN THE UMBRO-MARCHEAN AND LATIUM-ABRUZZI APENNINES: 3) THE MONTE VICINO SANDSTONE, A SUBMARINE CHOKED FAN MODEL (NORTHERN MARCHE)

#### ABSTRACT

The *Monte Vicino Sandstone* constitutes a lenticular turbidite body (about 84 Km<sup>3</sup>), about 38 Km in length and 4 Km in width at most, which develops in the NW-SE direction immediately behind the western edge of the *Umbro-Marchean Ridge* and at the top of the *Marnoso-arenacea Formation* ("Umbro-Marchean sequence"). Six lithologic associations have been distinguished; they correspond to as many turbidite bodies deposited in submarine fan environments: a first type of pelitic-arenaceous (I) which represents basal basin plain and fringe deposits; a first type of arenaceous-pelitic (I) referred to as lower sandy lobe deposits; a second type of pelitic-arenaceous (II) which indicates sediments of the lateral fan fringe; a laminated arenaceous type corresponding to channelized facies; a second type of arenaceous-pelitic (II) which indicates upper sandy lobes; a third type of pelitic-arenaceous (III) referred to as basin plain deposits.

By means of *sequential analysis* it has been possible to recognize thinning upward cycles in channelized deposits (laminated arenaceous lithofacies) and thickening upward cycles in non-channelized deposits (remaining associations). The presence of negative cycles less than 2 m thick in fringe deposits, in agreement with Mutti (1977), is noteworthy.

The paleocurrent pattern indicates that the clastics provenance was from SW, with a lateral input into the basin. Immediately after, a paleocurrents double deflection occurred; they flowed toward NW and SE so that sandy lobes grew in opposite directions, symmetrically to the provenance direction.

From the narrow elongated shape of the original basin, it follows that the *Monte Vicino Sandstone* represen-

ts a typical model of "choked fan" dumped in a narrow submarine depression. Moreover, the lateral relationships between the lower lobe facies and the lateral fringe facies, represented only in the south-eastern part of the basin, and the larger development of the lower and upper lobe facies in the north-western part of the basin, suggest a considerable asymmetry of the longitudinal profile, which was characterized by a positive bathymetric gradient in the south-eastern portion and by a negative one in the north-western part.

The occurrence of a few *Helminthoida crassa* Schafhautil, both in the lower lobe facies and in the channelized one, suggests that the original water depth was probably between 1000 and 3000 m.

The entire sequence of *Monte Vicino Sandstone* constitutes a symmetrical *turbidite suite*, which is progradational in the lower part and recessional in the upper one (from the bottom: basin plain + fringe deposits → lower lobes → channelized deposits → upper lobes → basin plain deposits).

The turbidite deposition happened during the Lower-Middle Tortonian (*Globorotalia acostaensis acostaensis* zone of D'Onofrio and other, 1975: *Globorotalia continua* subzone and part of *Globigerinoides obliquus extremus* subzone of the same Authors); its duration was a little over than one million years. The mean sedimentation rate was about 70 cm/1000 years.

As concerns the sandstone composition, two important facts have been pointed out: (a) detrital dolomite, which is a typical element of the *Marnoso-arenacea Formation*, is completely lacking; (b) rock fragments are solely sedimentary and micrites decidedly predominate. Therefore, a provenance of the *Monte Vicino Sandstone* from the *Marnoso-arenacea Formation* is to be excluded,

although the feeding channel, through which the gravity flows from SW were carried, cut the *Marnoso-arenacea Formation* over its whole extension.

The source area is to be identified with the outcrop areas of the "Tuscan sequence" and of the Tuscan Lower Miocene units, placed more W or SW, which at the beginning of the Tortonian were probably emerging.

It is likely that the materials of the *Monte Vicino Sandstone* first accumulated under shallow water to from a *fan-delta* in the Torgiano-Pontefelcino area (ESE of Perugia). Later, because of the barrage represented by the positive structures of Assisi-Gualdo Tadino to E and of Gubbio to S, the gravity flows were forced to flow on the western edge of the latter structure as far as Montecorona, from which a transversal-trend depression departed to connect with the Monte Vicino basin. In this way the gravity flows would by-pass the *Marnoso-arenacea Formation* basin without causing evident erosional processes, following a shallow and almost rectilinear submarine valley, probably bounded by transversal faults, that met the central part of the Monte Vicino basin.

## 1. INTRODUZIONE

Il presente lavoro si inquadra nel programma delle ricerche che il Servizio Geologico d'Italia sta svolgendo da diversi anni sui depositi terrigeni miocenici dell'Appennino umbro-marchigiano e laziale-abruzzese. Tali studi sono effettuati con la collaborazione dell'Istituto di Geologia dell'Università di Camerino e con quello di Mineralogia e Petrografia dell'Università di Firenze. Particolare attenzione è stata dedicata all'analisi dei sedimenti del Miocene medio-superiore (Bergomi ed altri, 1975; Centamore ed altri, 1976) che si sono depositati generalmente in "bacini minori" (rispetto a quelli del *Macigno* s.l. e della *Formazione marnoso-arenacea*), di solito piuttosto stretti ed allungati secondo gli assi strutturali appenninici e la cui fisiografia è controllata dall'evoluzione tettonico-sedimentaria delle suindicate parti dell'Appennino (Fig. 1). Inoltre i sedimenti in questione sono caratterizzati da due fatti importanti: chiudono la locale successione stratigrafica miocenica e sono in genere torbiditici.

Data la notevole estensione areale ed il volume che occupano i sedimenti dei "bacini minori", particolare importanza assumono gli studi petrografici per stabilire le aree di provenienza e di alimentazione. Si tratta infatti di accertare se essi derivino dallo smantellamento diretto di uno o più massicci cristallini ovvero se provengano da preesistenti depositi sabbiosi torbiditici o non, mobilitati da successivi flussi gravitativi, (fenomeni di "cannibalismo" tra bacini sedimentari

secondo Krumbein & Sloss, 1963; Ricci Lucchi, 1975 b).

In particolare nel presente lavoro vengono illustrati gli studi eseguiti nel bacino delle *Arenarie di M. Vicino* (1), che occupa una posizione più interna rispetto a tutti gli altri (Fig. 1).

La cartografia delle facies, l'inquadramento geologico e l'evoluzione strutturale dell'area esaminata sono stati esaminati da E. Centamore sulla base dei rilevamenti svolti nell'ambito dei Fogli 115 "Città di Castello" in scala 1:100.000, 290 "Cagli", 300 "Gubbio" e 301 "Fabriano" in scala 1:50.000 da E. Centamore, A. Jacobacci, N. Malferrari e G. Martelli.

La suddivisione cartografica di alcune litofacies nonché lo studio sedimentologico e petrografico delle arenarie sono stati effettuati da U. Chiocchini. Le ricerche petrografiche compiute in collaborazione con N. Cipriani dell'Istituto di Mineralogia e Petrografia dell'Università di Firenze saranno oggetto di un lavoro specifico. A. Micarelli ha definito i caratteri biostratigrafici delle varie unità esaminate.

## 2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il bacino delle *Arenarie di M. Vicino* è ubicato nell'estrema porzione nord-orientale del *bacino umbro*, immediatamente a ridosso della *dorsale umbro-marchigiana* (Foglio 290 "Cagli"; Centamore ed altri, 1973; 1975; Jacobacci ed altri, 1974).

La sequenza stratigrafica fa parte della "successione umbro-marchigiana", il cui ciclo sedimentario continuo dal Giurassico al Miocene medio-superiore e perfino al Pliocene, si chiude localmente con la deposizione delle *Arenarie di M. Vicino*.

In questa nota vengono esaminati in dettaglio solo la successione miocenica ed i rapporti intercorrenti tra le varie unità che la costituiscono.

## 3. LITOSTRATIGRAFIA DELLA SUCCESSIONE MIOCENICA

La sedimentazione miocenica inizia nel *bacino umbro-marchigiano* di cui fa parte l'area esaminata, con la deposizione del *Bisciario*, cui seguono lo *Schlier* e la *Formazione marnoso-arenacea* e, in chiusura, le *Arenarie di M. Vicino*.

(1) - In questa sede viene adottata per comodità la denominazione di *Arenarie di M. Vicino* al posto di quella formazionale usata nel Foglio 290 "Cagli" e nelle relative Note esplicative.

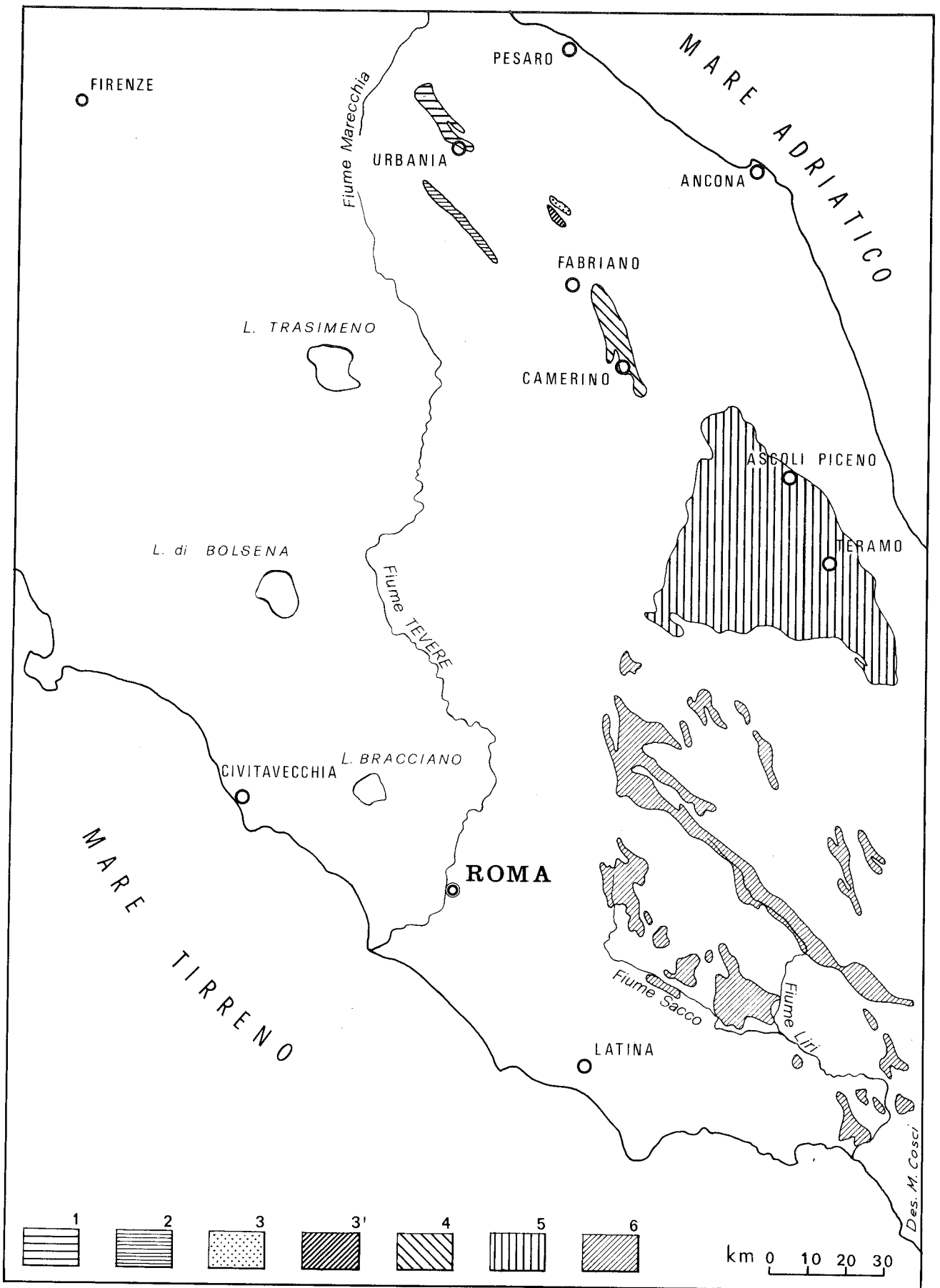


Fig. 1 - Distribuzione geografica dei "bacini minori" torbiditici del Miocene medio-superiore nel Lazio e nelle Marche.  
 1) Bacino di Urbania; 2) Bacino di M. Vicino; 3) Bacino di Serraspinoso; 3') Bacino di M. Turrino; 4) Bacino di Camerino; 5) Bacino della Laga; 6) Bacini del Sacco e del Liri.

### 3.1. Bisciario (Aquitaniaco-Langhiano p.p.)

Questa unità è costituita da calcari scuri con liste e noduli di selce nerastra; calcari marnosi grigi e biancastri; marne calcaree e marne argillo-siltose grigie. Caratteristica è la presenza di livelli cineritici e di intercalazioni di colore ocraceo per alterazione. Tali litotipi si alternano in maniera non sempre uniforme: a luoghi prevalgono le facies calcaree, a luoghi quelle marnose. Anche lo spessore varia notevolmente: da 15-40 m (in genere dove prevale la componente calcareo-silicea, come tra S. Crescentino e Pontericcioli) a 80-100 m (laddove la componente marnoso-siltosa predomina, come tra Moria e Pianello).

Sulla base delle considerazioni cronostratigrafiche riprese da Jacobacci ed altri, (1974) e da Centamore ed altri, (1975), l'età del *Bisciario* si estende dall'Aquitaniaco al Langhiano p.p.

### 3.2. Schlier (Langhiano p.p. - Serravalliano)

Al di sopra del *Bisciario* ed in continuità di sedimentazione con esso affiora lo *Schlier*, composto da marne, marne argillo-siltose grigie con intercalazioni di sottili strati di marne calcaree biancastre non uniformemente distribuite nella successione. Talvolta queste ultime sono particolarmente addensate, tanto che risulta difficile distinguerle dalle analoghe litofacies del *Bisciario*. Gli strati pelitici sono generalmente sottili e gli elementi stratimetrici non sono sempre molto evidenti, specialmente quando mancano gli interstrati più calcarei. La litologia e l'abbondanza di microfaune planctoniche indicano chiaramente che lo *Schlier* rappresenta un tipico deposito emipelagico (Facies G di Mutti & Ricci Lucchi, 1972; 1975).

Nell'area situata immediatamente a ridosso del margine occidentale della *dorsale-umbro-marchigiana* lo *Schlier* presenta rapporti eteropici con la *Formazione marnoso-arenacea*, con conseguente variabilità degli spessori che sono compresi tra 200 e 300 m.

Le microfaune prevalentemente planctoniche rinvenute nell'intera unità (Jacobacci ed altri, 1974), sono caratteristiche di un intervallo deposizionale che si estende dal Langhiano p.p. al Serravalliano; dove si osservano i già menzionati rapporti di eteropia con la *Formazione marnoso-arenacea*, l'età dello *Schlier* si arresta, a luoghi, al Langhiano p.p., a luoghi al Serravalliano p.p.

### 3.3. Formazione marnoso-arenacea (Langhiano p.p. - Serravalliano p.p.)

Questa unità, i cui sedimenti colmano quasi interamente il *bacino umbro* e quello romagnolo, presenta evidenti caratteri torbiditici. Un'accurata sintesi, basata su precedenti studi di tale unità, è stata presentata da Ricci Lucchi (1975 b), che ne ha proposto una interpretazione moderna nel quadro dell'evoluzione dei bacini interni e dell'avanfossa periadriatica.

Nell'area umbro-marchigiana la *Formazione marnoso-arenacea* è composta in generale dall'alternanza di arenarie a granulometria medio-fine e molto fine, di marne e marne siltose scure, cui si associano anche calcareniti (talora calciruditi) e marne calcaree. Sempre presenti sono gli strati emipelagici marnosi, di colore chiaro o verdolino, con contenuto carbonatico e fossilifero maggiore (Facies G di Mutti & Ricci Lucchi, 1972; 1975) (2). In alcune aree affiorano, intercalati nell'unità in esame e a vari livelli stratigrafici, lembi caotici costituiti da unità alloctone.

Le litofacies e gli spessori della *Formazione marnoso-arenacea* non sono uniformi ma presentano variazioni, anche notevoli, da zona a zona.

Infatti nell'area adiacente a SW della *dorsale umbro-marchigiana*, tra Colombara e Scheggia e fino all'altezza di Gualdo Tadino, l'unità torbiditica è rappresentata da un'associazione pelitico-arenacea in strati piano-paralleli, da medi a molto sottili, con sequenze di Bouma tipo  $T_{c-e}$  e  $T_{de}$  (Facies  $D_2$ ), cui si associano emipelagiti della Facies G; il rapporto sabbia/argilla è di molto inferiore a 1. Assai rari sono gli strati arenaceo-pelitici spessi e molto spessi, talora massicci, con sequenze di Bouma complete o tipo  $T_{b-e}$  (rispettivamente Facies  $C_2$  e  $D_1$ ; Fig. 2).

Nella parte superiore dell'unità, nei pressi di C. Tiola (SW di Sigillo), si rinvencono intercalati locali ammassi caotici con Lucine.

Gli spessori della formazione in questa fascia variano da 300 a 500 m. Per quanto riguarda l'ambiente deposizionale, i caratteri sopra riportati indicano una sedimentazione di margine rialzato della piana sottomarina (*basin plain edge*) (3) e di frangia di conoide esterna.

Nell'area più occidentale, compresa tra il fiu-

(2) - Poiché in seguito, per la classificazione delle facies, si farà costantemente riferimento a questi due lavori, si ometterà per brevità la citazione bibliografica.

(3) - Con questo termine si intende la zona di raccordo tra piana sottomarina e scarpata.

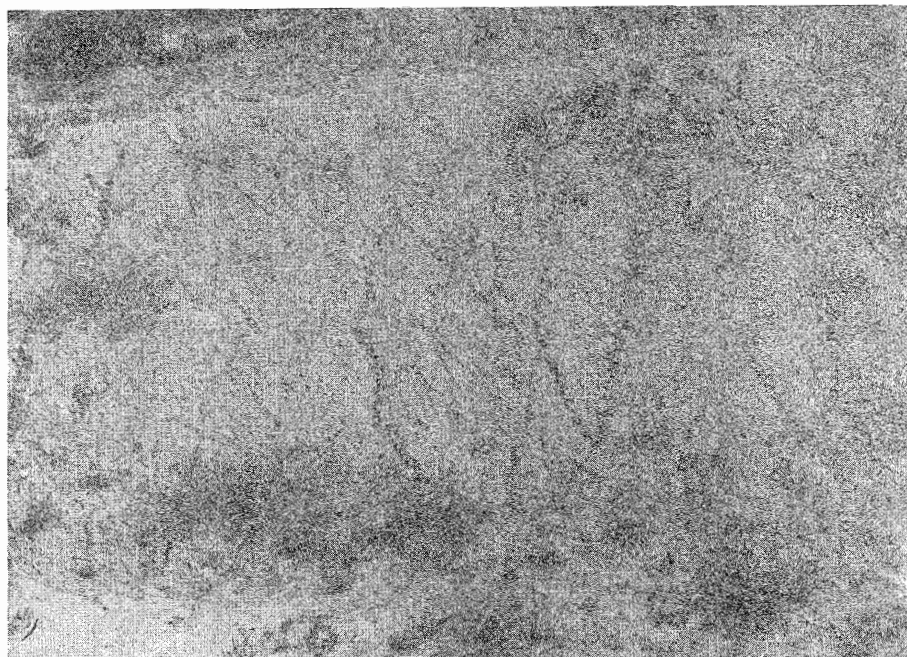


Fig. 2 - Formazione marnoso-arenacea in strati molto sottili (associazione pelitico-arenacea di piana sottomarina, Facies  $D_2$ ). Strada Scheggia-Gubbio, nei pressi di Scheggia.

me Tevere e l'allineamento Apecchio-Gubbio, si osserva una netta variazione della litologia e degli spessori. Infatti la *Formazione marnoso-arenacea* è qui costituita dall'associazione di depositi con diverse direzioni di apporto e diversa provenienza; quest'ultima consente la suddivisione in 5 gruppi:

- (a) Torbiditi arenaceo-marnose di provenienza nord-occidentale;
- (b) Torbiditi arenaceo-marnose di provenienza occidentale o sud-occidentale;
- (c) Depositi caotici alloctoni;
- (d) Torbiditi calcareo-terrigene;
- (e) Torbiditi calcareo-marnose.

Inoltre si osservano numerosi fenomeni di *slumpings* intraformazionali, talora di dimensioni notevoli.

Il primo gruppo (a) rappresenta l'apporto principale e costituisce la massima parte della successione (in pratica la *Formazione marnoso-arenacea* s.s.); gli altri invece indicano apporti secondari (da "sorgenti" minori) nel *bacino umbro*.

(a) *Torbiditi arenaceo-marnose di provenienza nord-occidentale*. Come abbiamo detto, questi depositi rappresentano la *Formazione marnoso-arenacea* s.s. Anche essi costituiscono un'associazione pelitico-arenacea (come nella zona a ridosso della citata dorsale), ma lo spessore degli stra-

ti arenacei, sempre piano-paralleli, è maggiore (da medi a spessi), le sequenze di Bouma sono del tipo  $T_{b-e}$ ,  $T_{bc/e}$ ,  $T_{b/de}$  e il rapporto sabbia/argilla è leggermente inferiore a 1 (Facies  $D_2$ ). Più frequenti in questa area occidentale sono gli strati arenaceo-pelitici spessi o molto spessi, con sequenze di Bouma complete o tipo  $T_{b-e}$  (Facies  $C_2$  e  $D_1$ ; Fig. 3). Sempre presenti le intercalazioni emipelagitiche della Facies G.

Le caratteristiche di queste torbiditi indicano un ambiente deposizionale di piana sottomarina.

Le impronte basali (principalmente *flute casts* e *groove casts*) misurate in questi depositi, come pure in quelli affioranti nell'area orientale (che rappresentano una facies più distale), indicano direzioni di apporto e di scorrimento dei clasti variabili da NW a N.

L'area di alimentazione principale della *Formazione marnoso-arenacea* si identificerebbe con la catena alpina, che veniva rapidamente smantellata durante la fase di emersione (Cipriani & Malesani, 1963 a; 1963 b; 1964; Ricci Lucchi, 1975 b).

(b) *Torbiditi arenaceo-marnose di provenienza occidentale*. Questi depositi sono associati a due conoidi sottomarine minori, con apporto da W o SW; quella di Monte S. Maria Tiberina - Città di Castello - Sansepolcro e quella di M. Urbino - Valfabbrica - Casa Castalda (Ricci Lucchi, 1975



Fig. 3 - Formazione marnoso-arenacea in strati sottili e medi (associazione pelitico-arenacea di piana sottomarina, Facies D<sub>2</sub>) cui si intercala uno strato massiccio in Facies D<sub>1</sub>. Nei pressi di C. Aiale, 4 Km circa ad WSW di Cantiano.

b; rilevamenti del Servizio Geologico d'Italia).

Nell'estrema porzione orientale di quest'ultima sono state distinte due associazioni: una arenaceo-pelitica e una arenacea.

La prima, composta da strati spessi e molto spessi, riferibili alle Facies D<sub>1</sub>, C<sub>1</sub> e C<sub>2</sub>, è indicativa dell'avanzamento di lobi sabbiosi di conoide esterna.

La seconda è rappresentata quasi esclusivamente da arenarie amalgamate, a granulometria medio-grossolana, in strati spessi o molto spessi, talora massicci, lenticolari a grande scala, non descrivibili con la sequenza di Bouma, e con rapporto sabbia/argilla molto maggiore di 1. Esse sono riferibili alla Facies A<sub>1</sub> e indicano depositi canalizzati (Fig. 4).

L'associazione arenaceo-pelitica talora si interdigita e si confonde con i depositi della *Formazione marnoso-arenacea* s.s. e si spinge fino alle aree di Gubbio-Branca.

(c) *Depositi caotici alloctoni*. Sono costituiti in prevalenza da argilliti policrome, caotiche, con pezzame litoide eterogeneo tra cui spiccano clasti di ofioliti e di calcari detritico-organogeni del Miocene inferiore (*Calcari di S. Marino*; Ricci Lucchi, 1975b). Tali depositi sono intercalati nella *Formazione marnoso-arenacea* a vari livelli stratigrafici e sono discontinui, sia come esten-

sione areale che come spessore. Essi sono riferibili alla Facies F e rappresentano il prodotto di frane e scivolamenti sottomarini di lembi dei *Complessi tosco-emiliani* che, staccandosi dal margine occidentale, andavano a interpersi nella sedimentazione torbiditica in atto nel *bacino umbro*.

(d) *Torbiditi calcareo-terrigene*. Questi depositi, tra cui spicca, per il suo elevato spessore (fino a 16 m) e per la notevole estensione areale (affiorando in un'area di 140x20 Km) quello strato guida ormai noto come "strato Contessa" (Renzi, 1964; Jacobacci ed altri, 1970; Ricci Lucchi & Piali, 1973; Ricci Lucchi, 1975 b; Parea & Ricci Lucchi, 1975), provengono dal disfacimento di unità poste a ovest e sud-ovest del *bacino umbro*, principalmente a spese dei *Complessi tosco-emiliani* e dei depositi miocenici di mare sottile, tipo *Calcari di S. Marino* e affini.

L'esame preliminare di alcune sezioni sottili di campioni dello "strato Contessa" (4) ha rivelato la presenza di: quarzo mono e policristallino subarrotondato; feldspati potassici (ortoclasio e

(4) - I dati petrografici qui riportati sono preliminari; raccogliendo l'invito di Ricci Lucchi & Piali (1973) in merito alle analisi petrografiche dei sedimenti terrigeni, abbiamo iniziato lo studio delle calcareniti in collaborazione con lo stesso Ricci Lucchi.



Fig. 4 - Strati massicci amalgamati di arenarie a granulometria medio-grossolana prive di strutture interne (associazione arenacea, Facies A<sub>1</sub> indicativa di depositi canalizzati, di provenienza occidentale, intercalata nella Formazione marnoso-arenacea). S. Anna di Frecco, 8 Km circa ad WSW di Gualdo Tadino.

microclino) e plagioclasti acidi (oligoclasio), di solito ben conservati; frammenti di rocce carbonatiche e ofiolitiche, di arenarie fini e di faune planctoniche e bentoniche.

(e) *Torbiditi calcareo-marnose*. La sequenza torbiditica è costituita da biomicriti con resti di molluschi (secondo Folk, 1974), o *wackestones* e *packstones* calcarei con resti di molluschi (secondo Dunham, 1972), pressoché prive di contenuto terrigeno, che passano superiormente a marne calcaree biancastre, simili alle analoghe litofacies della *Formazione di M. Morello* (Abbate & Sagri, 1970).

Tali litotipi sono ricchi di frammenti di fossili di acque basse (come Briozoi, Alghe corallinacee, Echinidi, Molluschi, Foraminiferi bentonici e planctonici, ecc.) in matrice micritica; è presente raro quarzo monocristallino subarrotondato e feldspato potassico. In alcuni casi i resti di molluschi sembrano rappresentare associazioni oligotipiche, quali quelle che si rinvennero lungo i bordi di canali tidali. Si tratta pertanto di depositi costituiti da fanghi calcarei risedimentati per correnti di torbida.

L'area di alimentazione di questi depositi corrisponde alla piattaforma carbonatica laziale-abruzzese, in accordo oltre che per il contenuto detritico organogeno, anche per il senso di pro-

venienza, da S a SE, riscontrato alla base di questi strati calcareo-marnosi. Essi hanno uno spessore assai variabile, da medi a molto spessi, ma non mancano strati massicci (come a M. Camera, Petrarà e dintorni di Schifanoia).

Questi cinque gruppi di torbiditi si alternano tra loro in maniera assai variabile da luogo a luogo; tuttavia, nella parte basale della formazione, al di sopra dello *Schlier*, prevale l'associazione pelitico-arenacea del gruppo (a).

Per quanto riguarda lo spessore della *Formazione marnoso-arenacea* affiorante nell'area occidentale, esso supera i 2500 m nella parte centrale, senza che si conosca la base e il tetto della unità.

Facendo delle correlazioni per mezzo dello "strato Contessa", si può osservare che esso affiora a circa 1500 m dalla base della successione miocenica a Poggio della Rocca (Sansepolcro) e in alcune aree della fascia centrale, mentre nella zona di Gubbio (Bottaccione e strada della Contessa) esso appare a circa 150-250 m e si assottiglia fino a scomparire in pochi chilometri, procedendo verso est (cioè verso la *dorsale umbromarchigiana*).

Per quanto riguarda il riferimento cronostratigrafico della *Formazione marnoso-arenacea*, in base alle considerazioni di Jacobacci ed altri,



(1970; 1974) e a quanto detto a proposito dello *Schlier*, essa si estende a luoghi dal Langhiano p.p. al Serravalliano, a luoghi è compresa nel solo Serravalliano.

### 3.4. Arenarie di M. Vicino (Tortoniano inferiore-medio)

Superiormente alla *Formazione marnoso-arenacea* cui è legata da rapporti stratigrafici, giace l'unità torbiditica delle *Arenarie di M. Vicino*, che alcuni studi precedenti (Foglio 116 "Gubbio"; Selli, 1954) avevano attribuito al Messiniano.

Esse affiorano in una stretta sinclinale che si estende da M. Vicino a case Scarialetto (WSW di Sigillo); nella zona nord-occidentale la sinclinale ha un profilo asimmetrico con il fianco sud-occidentale raddrizzato o ribaltato. Inoltre l'area di affioramento delle *Arenarie di M. Vicino* presenta caratteristiche morfologiche abbastanza interessanti, poiché è rappresentata da una dorsale costituita da un doppio allineamento di creste parallele ai lineamenti tettonici appenninici e la cui altezza media è superiore a quella dello spartiacque appenninico di questa area. Per di più sui versanti e nel nucleo stesso della sinclinale si sono impostati fenomeni franosi, talora imponenti, che danno luogo a vaste coperture detritiche (si veda la carta delle facies, Tav. 1). Questi fenomeni, unitamente alla estesa e fitta copertura boschiva, hanno reso assai difficoltosa la cartografia ed il riconoscimento dei rapporti intercorrenti tra i diversi corpi arenacei.

Tuttavia è stato possibile riconoscere e cartografare sei distinte associazioni litologiche: 1) pelitico-arenacea I; 2) arenaceo-pelitica I; 3) pelitico-arenacea II; 4) arenacea laminata; 5) arenaceo-pelitica II; 6) pelitico-arenacea III (Tab. 1), i cui rapporti spazio-temporali saranno descritti dettagliatamente più avanti.

#### 3.4.1. Associazione pelitico-arenacea I

Affiora alla base della successione litostratigrafica lungo l'intero bacino con passaggio graduale alla sottostante *Formazione marnoso-arenacea* ed è costituita da una litofacies pelitico-arenacea in strati molto sottili e sottili piano-paralleli alla scala degli affioramenti (Fig. 5). Si tratta di una successione alquanto monotona di arenarie fini di colore grigio, frequentemente brunastro per alterazione, con sequenze di Bouma tipo  $T_{c-e}$  e  $T_{d-e}$ , raramente  $T_{b-e}$ , e di marne

argillo-siltose e di argille siltose di colore grigio scuro; il rapporto sabbia/argilla ricavato in due sezioni misurate (Certano 1, Fig. 6; Bellavista, Fig. 7) è compreso tra 0,2 e 0,3. Rare sono le impronte basali (*groove casts* e *flute casts*) con direzioni estremamente variabili, in connessione con lo schema di distribuzione delle paleocorrenti di cui si parlerà al paragrafo 4.4.; sono presenti anche impronte organiche rappresentate da *burrows*. Secondo la classificazione di Mutti & Ricci Lucchi la litofacies pelitico-arenacea I corrisponde alla Facies  $D_2$ . Rarissime sono le intercalazioni di strati arenaceo-pelitici in Facies  $D_1$  con sequenza di Bouma tipo  $T_{b-e}$ .

La deposizione dei sedimenti descritti è dovuta all'azione di correnti di torbida piuttosto diluite, che abbandonavano il carico in condizione trattative di regime di flusso inferiore.

#### 3.4.2. Associazione arenaceo-pelitica I

Affiora da M. Picognola, dove si osserva anche l'interdigitazione con l'associazione pelitico-arenacea II, fino a M. Vicino, che rappresenta l'estremità nord-occidentale del bacino, in continuità di sedimentazione sulla pelitico-arenacea I.

La presenza delle citate coperture detritiche e boschive rende estremamente frammentari gli affioramenti che risultano così difficilmente collegabili. Pertanto è stato possibile misurare una sola sezione lungo il torrente Certano (Certano 2; Fig. 8) mentre altre osservazioni qualitative in varie località hanno consentito di verificare l'uniformità dell'associazione arenaceo-pelitica I (per esempio, lungo il fosso dei Furlani; sulla strada della Contessa a circa 1 Km da Pontericcioli, Fig. 9; lungo il fiume Biscubio, nei pressi di Apecchio, Fig. 10).

In questa associazione si riconoscono due litofacies. Una arenaceo-pelitica prevalente, costituita da: arenarie a granulometria media, in strati medi, spessi e molto spessi piano-paralleli o cuneiformi, in genere laminati, talora con megacovoluzioni (Fig. 11), non descrivibili con la sequenza di Bouma, contenenti inclusi argillosi e resti vegetali, e da marne argillo-siltose scure. Il rapporto sabbia/argilla è molto elevato (nella sezione Certano 2 è uguale a 7). Tale litofacies viene attribuita alla Facies  $B_1$  (Fig. 12).

L'altra litofacies è rappresentata da arenarie fini in strati sottili e molto sottili, con sequenze di Bouma tipo  $T_{c-e}$  e  $T_{d-e}$ , alternate a marne argillo-siltose scure; il rapporto sabbia/argilla è uguale a 0,7 (Facies  $D_2$ ; Fig. 13).

TABELLA 1 - Associazioni litologiche ed ambienti deposizionali delle *Arenarie di M. Vicino*.

Associazioni litologiche		Ambiente deposizionale	
1.	Pelitico - arenacea III	Piana	Associazioni di conoide sottomarina affogata
1.1.	Litofacies pelitico - arenacea (piana) Meccanismo deposizionale: correnti di torbida diluite		
1.2.	Litofacies marnosa (solo a Pian dei Santi; emipelagiti) Meccanismo deposizionale: sedimentazione normale "per pioggia"		
2.	Arenaceo - pelitica II	Lobi sabbiosi e frangia superiori	
2.1.	Litofacies arenaceo - pelitica (lobi sabbiosi) Meccanismo deposizionale: flussi ad alta concentrazione		
2.2.	Litofacies pelitico - arenacea (frangia) Meccanismo deposizionale: correnti di torbida diluite		
3.	Litofacies arenacea laminata Meccanismo deposizionale: flussi ad alta concentrazione	Depositi canalizzati	
4.	Pelitico - arenacea II (solo nella parte sud-orientale del bacino)	Frangia laterale della conoide affogata	
4.1.	Litofacies pelitico - arenacea (frangia) Meccanismo deposizionale: correnti di torbida diluite		
4.2.	Litofacies arenaceo - pelitiche (lobi sabbiosi) Meccanismi deposizionali: correnti di torbida mature per la Facies C <sub>2</sub> ; flussi molto viscosi per gli <i>shurried beds</i>		
5.	Arenaceo - pelitica I	Lobi sabbiosi e frangia inferiori	
5.1.	Litofacies arenaceo - pelitica (lobi sabbiosi) Meccanismo deposizionale: flussi ad alta concentrazione		
5.2.	Litofacies pelitico - arenacea (frangia) Meccanismo deposizionale: correnti di torbida diluite		
6.	Pelitico - arenacea I	Piana e frangia basali	
6.1.	Litofacies pelitico - arenacea (piana, frangia) Meccanismo deposizionale: correnti di torbida diluite		





Fig. 5 - Strati sottili e molto sottili dell'associazione pelitico-arenacea I (Facies  $D_2$  di piana sottomarina). Sezione Certano 1.

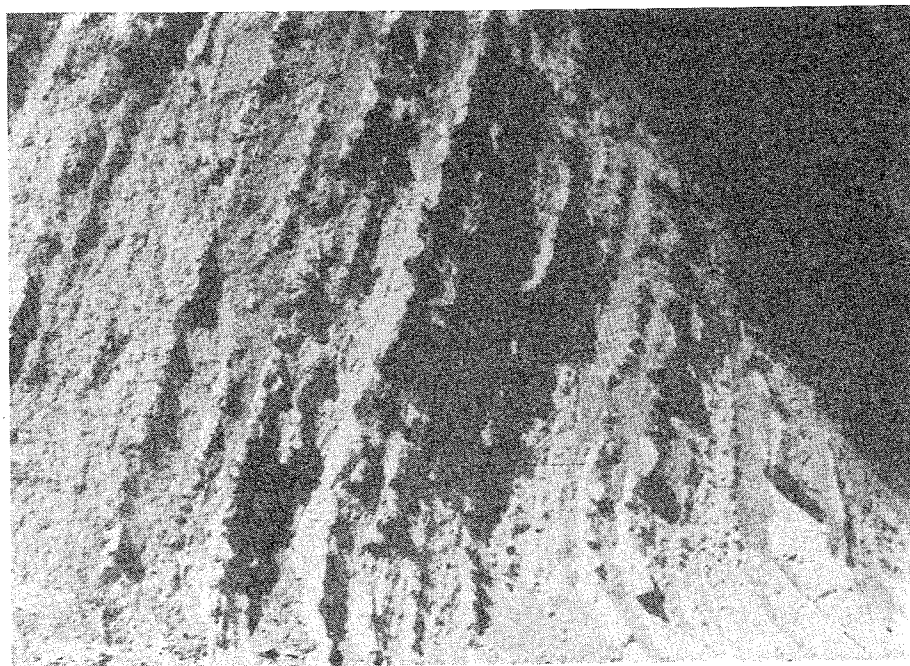


Fig. 6 - Sezione Certano 1 (associazione pelitico-arenacea I, Facies  $D_2$  di piana sottomarina). Sequenza di strati arenacei sottili e molto sottili, cui si intercalano rari strati medi. 2 Km circa a SW di Pianello.

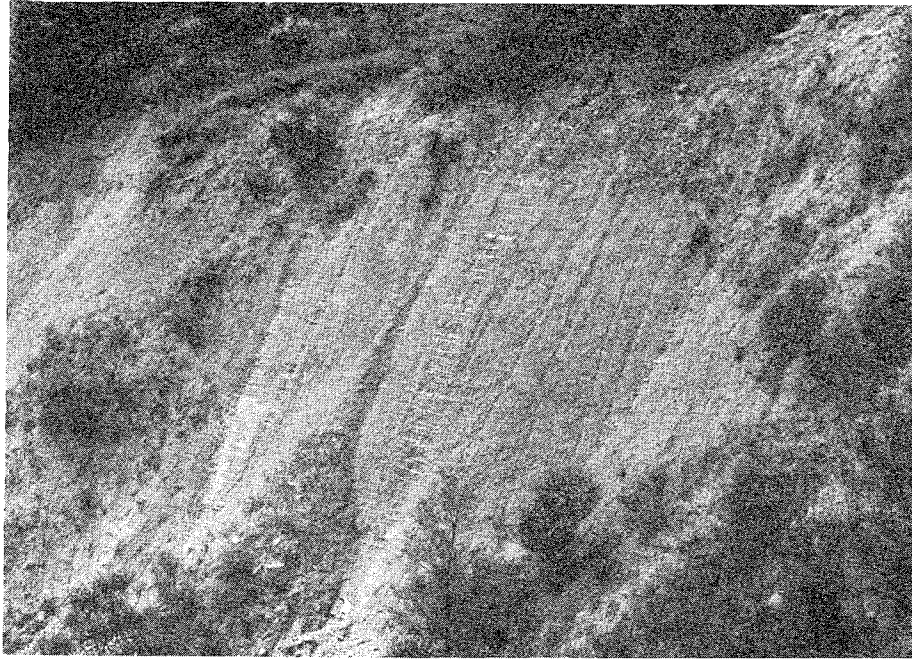


Fig. 7 - Sezione Bellavista (associazione pelitico-arenacea I, Facies  $D_2$  di piana sottomarina). Sequenza di strati arenacei sottili e molto sottili. A SW di Scheggia.

Frequenti le impronte basali da corrente (*flute casts*, *groove casts* e più raramente da impatto) e da carico nonché le impronte organiche tra cui frequenti *burrows* (Fig. 14), *grazing traces* e *feeding trails*. Tra queste ultime è stato possibile riconoscere e classificare, nei pressi dell'Oncia, una *Helminthoida crassa* Schafhaufl (Fig. 15; comunicazione epistolare di A. Seilacher), tipica della ichnofacies a *Nereites*, che trova il suo habitat nella scarpata continentale inferiore oppure nel *continental rise* ad una profondità di 1000-3000 m.

Nelle arenarie della Facies  $B_1$  si rinvengono frequentemente le *parting lineations* che caratterizzano le superfici delle lamine.

Mentre il meccanismo deposizionale della Facies  $D_2$  è riferibile a correnti di torbida piuttosto diluite, per la Facies  $B_1$  si possono ipotizzare flussi ad alta concentrazione, cioè di trasporto in massa con sviluppo di fenomeni trattivi nell'ultimo stadio della deposizione che davano luogo alla formazione delle lamine con *parting lineations*. L'accoppiamento di vari meccanismi nei flussi gravitativi durante i vari stadi della loro evoluzione viene ipotizzato, del resto, da Middleton & Hampton (1973). Essi ritengono che anche nelle correnti di torbida ad alta concentrazione l'interazione tra i granuli e la fuga dell'acqua interstiziale agiscono ancora allorché la corrente diminuisce di velocità con riduzione o

scomparsa della turbolenza durante la deposizione.

### 3.4.3. Associazione pelitico-arenacea II

Questa associazione si rinviene esclusivamente nella porzione sud-orientale del bacino al di sopra della pelitico-arenacea I, tra le pendici sud-orientali di M. Picognola e la confluenza del fosso Chiasciolo col fiume Chiascio. A differenza dell'associazione pelitico-arenacea I si osserva un maggior numero di intercalazioni di due tipi di strati arenaceo-pelitici. Le osservazioni si riferiscono alla sezione esposta lungo la strada Scheggia-Gubbio a circa 2 Km dall'abitato di Scheggia (Fig. 16). Il primo gruppo è costituito da strati spessi, piano-paralleli alla scala dell'affioramento, di arenarie a granulometria media e medio-fine, caratterizzate da un intervallo caotico con grossi inclusi pelitici compreso tra l'intervallo gradato e l'intervallo  $T_c$  a lamine incrociate (*stirried beds*, Facies  $A_2$ ); il rapporto sabbia/argilla è 1,9 (Fig. 17). Nel secondo gruppo di strati la sequenza di Bouma è completa (Facies  $C_2$ ), con rapporto sabbia/argilla uguale a 3,3.

Queste due litofacies si intercalano ad una litofacies pelitico-arenacea prevalente che mostra gli stessi caratteri tessiturali e le stesse sequenze di Bouma presenti nell'associazione pelitico-arenacea I (Facies  $D_2$ ); il rapporto sabbia /argilla è

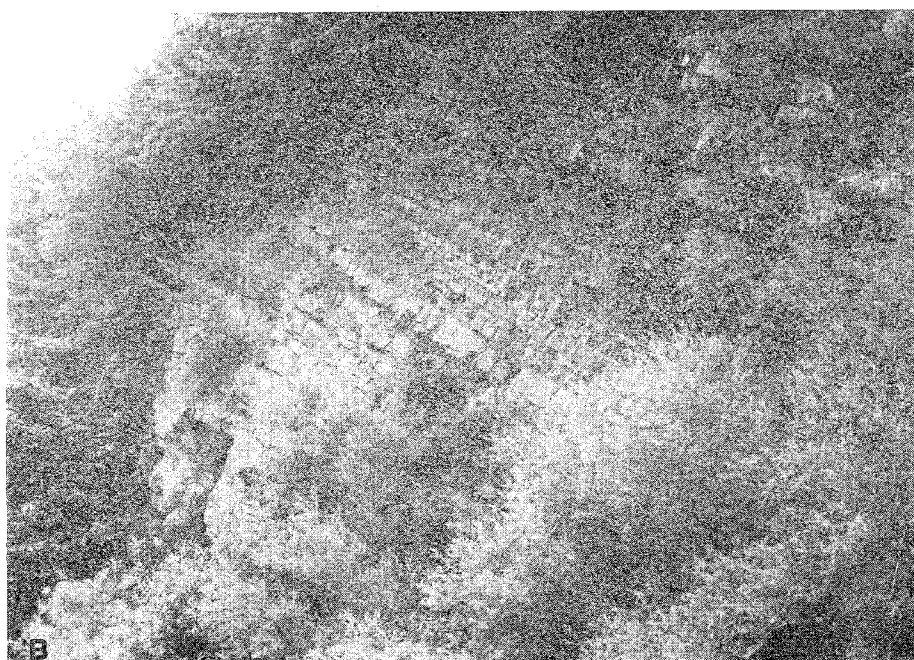
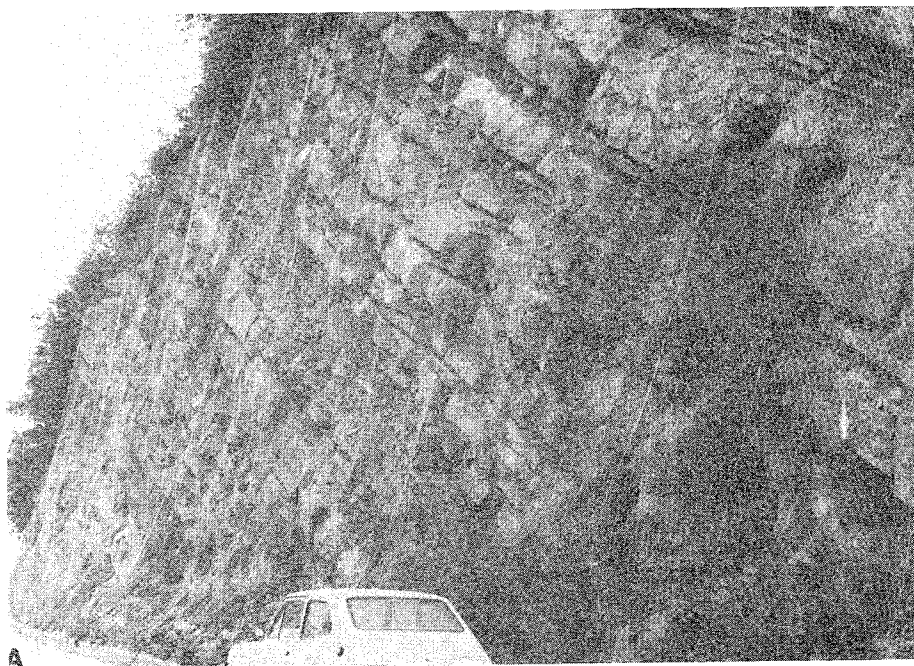


Fig. 8 - Sezione Certano 2 (associazione arenaceo-pelitica I). In A è rappresentata la porzione basale della sezione, in B quella intermedia. Si osserva una netta prevalenza degli strati arenaceo-pelitici (Facies B<sub>1</sub>, lobi inferiori). 2 Km circa a SW di Pianello.



Fig. 9 - Sezione Contessa. Passaggio associazione pelitico-arenacea I - associazione arenaceo-pelitica I, che in questa sezione appare costituita da strati più sottili della precedente. Strada della Contessa, 2 Km circa dall'incrocio con S.S. Flaminia a Pontericcioli.



Fig. 10 - Contatto tettonico tra l'associazione arenaceo-pelitica I e la pelitico-arenacea I. Gli strati arenaceo-pelitici sono da medi a molto spessi (Facies B<sub>1</sub>, lobi inferiori). Sponda destra del F. Biscubio, 2 Km circa a NE di Apecchio.

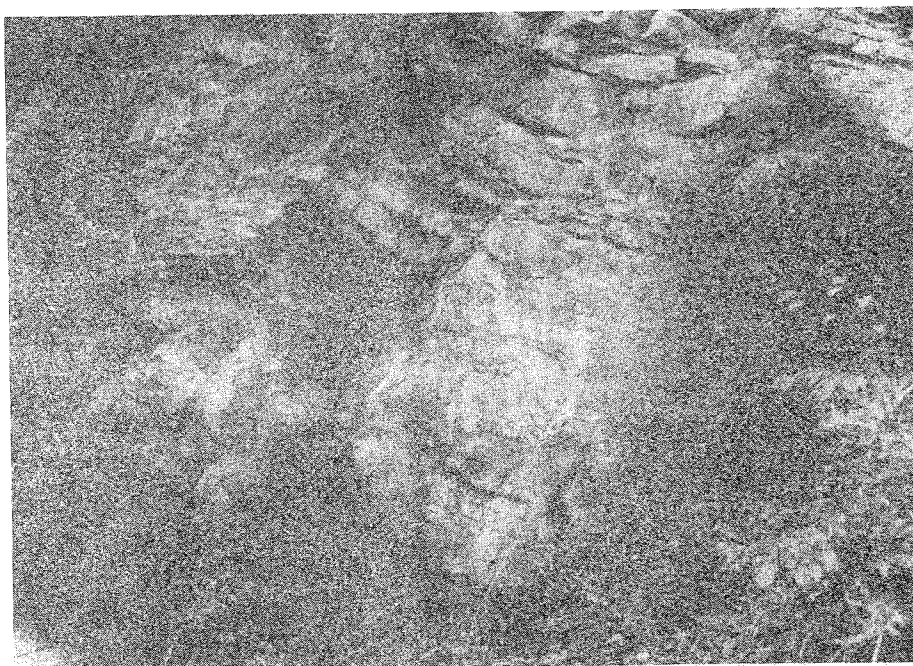


Fig. 11 - Megaconvoluzioni in uno strato massiccio arenaceo-pelitico della Facies B<sub>1</sub>.  
Sezione Certano 2, circa 2 Km a SW di Pianello.

uguale a 0,4.

Le impronte basali sono rappresentate da *flute casts* e *groove casts*.

Dal punto di vista del meccanismo deposizionale, gli strati arenaceo-pelitici del primo gruppo sono indicativi di flussi molto viscosi. Essi possono rappresentare locali fenomeni di trasporto ad opera di *debris flows* "intrappolati" nella coda di correnti di torbida abbastanza voluminose oppure si possono formare come correnti di torbida di volume ridotto provenienti dai margini di correnti più estese. Queste tendono ad erodere le irregolarità del fondo, incorporando frammenti del substrato più tenero e ridepositandoli nelle parti più depresse sotto forma di clasti caotici (Mutti ed altri, in corso di stampa). Gli strati in Facies C<sub>2</sub> sono il risultato di correnti di torbida "classiche", cioè pienamente turbolente ed "autosostenentisi" (*auto-suspension*; Bagnold, 1962). La litofacies pelitico-arenacea è dovuta, invece, alla deposizione da correnti di torbida diluite.

#### 3.4.4. Litofacies arenacea laminata

Affiora da M. Picognola fino alla Serra dei Castagni al di sopra dell'associazione arenaceo-pelitica I dalla quale si distingue per il valore elevatissimo del rapporto sabbia/argilla e per la

mancanza di intercalazioni di strati pelitico-arenacei.

Questa litofacies, non descrivibile con la sequenza di Bouma, è costituita da arenarie a granulometria media, in strati medi, sottili e spessi piano-paralleli o cuneiformi, con lamine medie, spesse e molto spesse (Figg. 18 e 19) caratterizzate frequentemente dalle *parting lineations* che hanno consentito di ricavare numerose misure relative alle direzioni di correnti (Fig. 20). Talvolta si riscontrano pacchi di lamine leggermente inclinate sul piano di stratificazione o più raramente strutture tipo duna. Il rapporto sabbia/argilla è sempre altissimo (praticamente infinito); infatti gli strati sono amalgamati o talora separati da sottilissimi veli pelitici che hanno consentito lo sviluppo di alcune *flute casts* e di *feeding trails* (*Helminthoida crassa* Schafhautl), come è stato osservato a casa Metolella e sulla Serra di Burano.

La litofacies arenacea è attribuibile alle Facies B<sub>1</sub> e B<sub>2</sub>, con meccanismo deposizionale simile a quello descritto in precedenza per l'associazione arenaceo-pelitica I, ma caratterizzato da flussi a maggiore concentrazione.

#### 3.4.5. Associazione arenaceo-pelitica II

La distinzione cartografica di questa associa-





Fig. 12 - Strati arenaceo-pelitici cuneiformi (Facies B<sub>1</sub> di lobo inferiore), cui si intercalano strati pelitico-arenacei (Facies D<sub>2</sub> di frangia inferiore). Tra C. Aiale e C. Serra Maggio, 5 Km circa a SW di Cantiano (A); particolare della sezione Contessa (B).

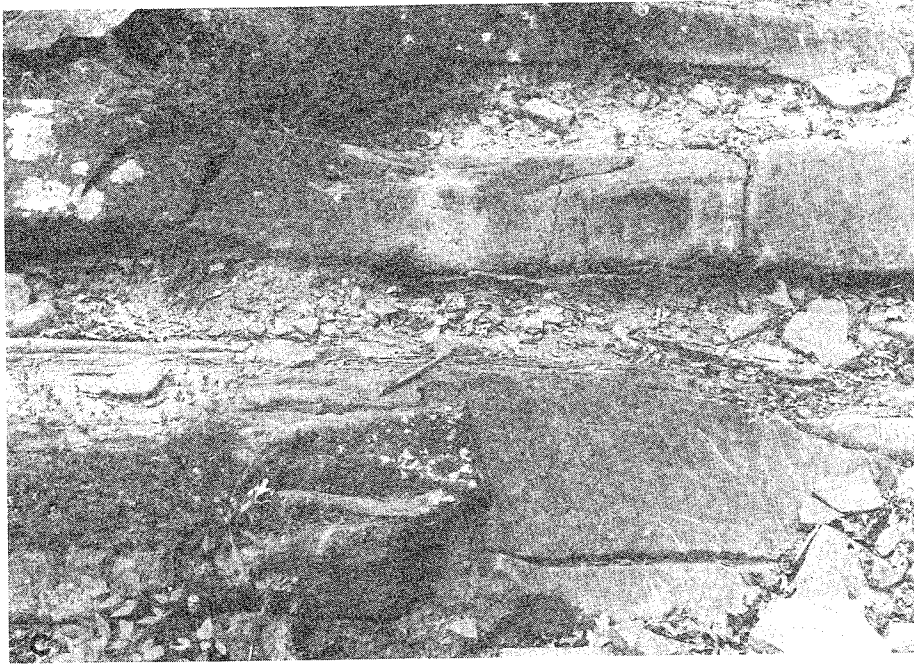


Fig. 12C - Particolare di due strati arenaceo-pelitici della Facies  $B_1$  caratterizzati da lamine sottili e medie piano-parallele.



Fig. 13 - Strati sottili e molto sottili con sequenze di Bouma  $T_{c-e}$  e  $T_{de}$  della Facies  $D_2$ , intercalati nella Facies  $B_1$ .

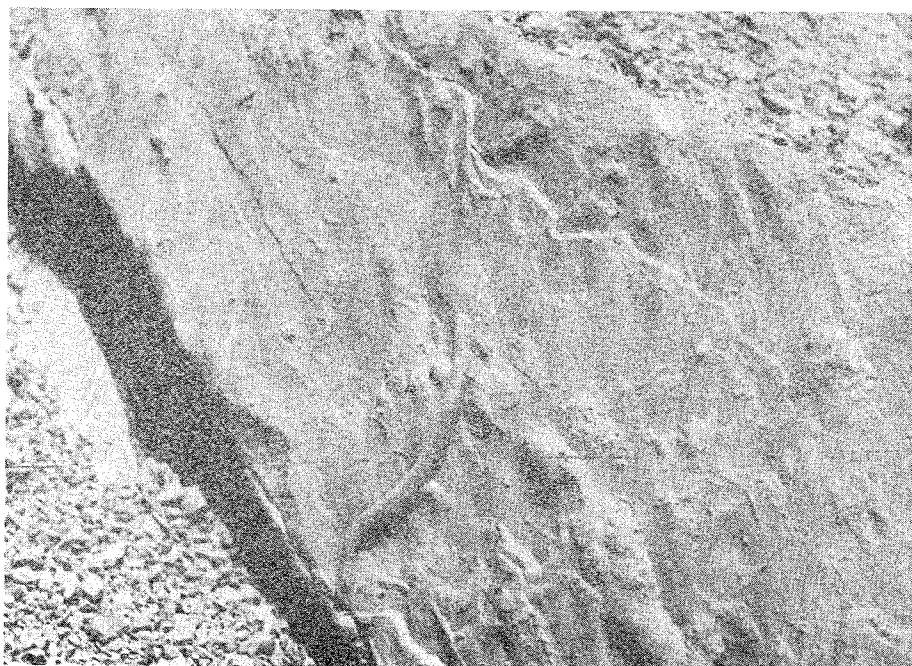


Fig. 14 - *Burrows* alla base di uno strato dell'associazione arenaceo-pelitica I.

zione, che segue in continuità sia laterale che verticale alla litofacies arenacea laminata, si basa su un esiguo numero di affioramenti osservabili essenzialmente sulle pendici orientali della Serra di Burano (lungo le incisioni dei fossi), a M. Vicino, e nei pressi di Pian dei Santi. Le caratteristiche litologiche sono pressoché identiche a quelle dell'associazione arenaceo-pelitica I, essendo presenti le due litofacies già descritte (Fig. 21). Da rilevare, invece, la marcata differenza di estensione in senso assiale dell'associazione in esame; questa, infatti, verso SE si estende fino all'altezza del torrente Burano, mentre verso NW affiora fino a M. Vicino. Poiché la litofacies arenacea laminata, interposta tra le due associazioni arenaceo-pelitiche, è limitata verso NW all'altezza dell'allineamento Acquapartita-Serravalle di Carda, ne consegue che le due associazioni, da questo allineamento fino a M. Vicino vengono a sovrapporsi l'una (la II) all'altra (la I). Pertanto la distinzione cartografica tra le due associazioni nell'area compresa tra Serra della Stretta-Poggio Aguzzo e M. Vicino è indicativa.

#### 3.4.6. Associazione pelitico-arenacea III

La sedimentazione torbiditica delle *Arenarie di M. Vicino* si chiude con questa associazione la cui estensione areale in senso assiale è identica a quella della sottostante associazione arenaceo-

pelitica II. Sebbene anche in questo caso sia risultato arduo rinvenire affioramenti tali da consentire osservazioni dettagliate, è stato possibile misurare due sezioni alla Serriola e a Pian dei Santi.

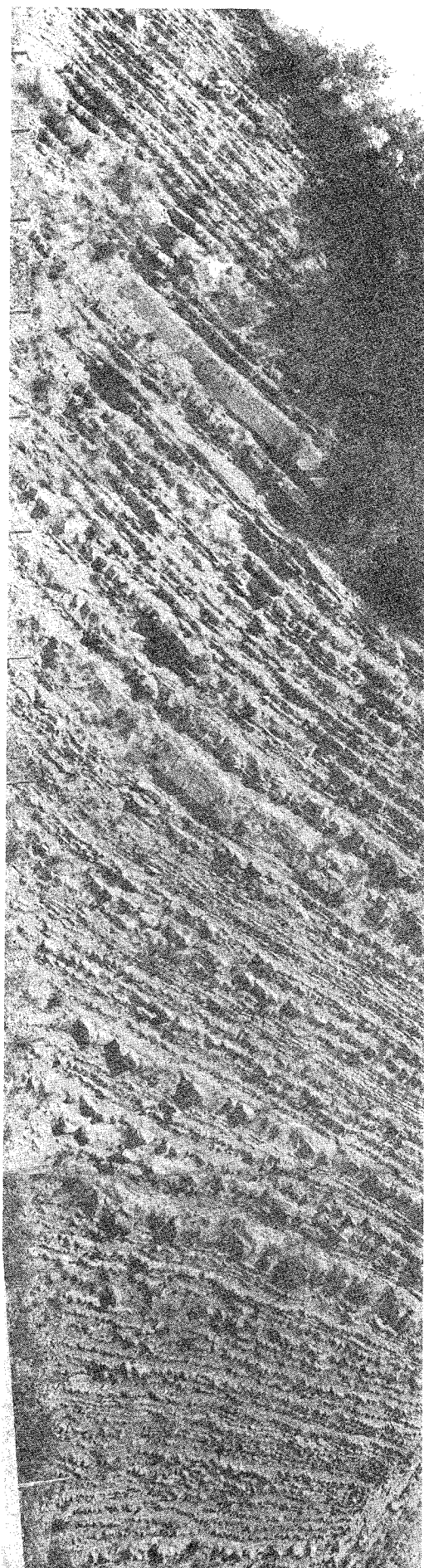
Queste sono costituite prevalentemente da strati sottili e molto sottili di arenarie a granulometria per lo più fine, con sequenze di Bouma tipo  $T_{c-e}$  e  $T_{de}$ , e da marne grigio-verdastre (Facies  $D_2$ ; Fig. 22). Tuttavia le due sezioni mostrano alcune diversità osservabili nella sequenza verticale degli strati. Infatti, a Pian dei Santi: (a) nella parte intermedia della sezione è presente un pacco spesso 25 m di marne omogenee grigie a frattura concoide, ricche di microfossili (emipelagiti della Facies G; Figg. 23 e 24); (b) alcuni strati presentano *ripples* simmetrici con lunghezza variabile da 21 a 32 cm (Fig. 25); (c) gli strati sono privi di impronte basali; (d) alcuni strati sono ricchissimi di resti carboniosi e vegetali interstratificati nelle lamine, di macroforaminiferi e di piccoli Lamellibranchi a guscio liscio e sottile: in genere tutte le faune sono frammentarie e mal conservate, talvolta le valve dei Lamellibranchi sono isorietate, con la parte esterna rivolta verso l'alto; una forma sembra attribuibile a tellinidi; (e) sono presenti rari strati arenaceo-pelitici (Facies  $D_1$ ).

Alla Serriola invece: (a) nella sezione, costituita da una sequenza continua di strati pelitico-



Fig. 15 - *Helminthoida crassa* Schafhaufl (ichnofacies a *Nereites*). In A si riconoscono anche un *burrow* ed alcune *flute casts*. A: associazione arenaceo-pelitica I nei pressi dell'Oncia; B: litofacies arenacea laminata sulla Serra di Burano.

Fig. 16 - Sezione Sentino (associazione pelitico-arenacea II). Sequenza di strati sottili e molto sottili della Facies D<sub>2</sub>, con intercalazioni di strati medio-spessi delle Facies C<sub>2</sub> e A<sub>2</sub> (facies di frangia laterale della conoide affogata). Strada Scheggia-Gubbio, circa 2 Km da Scheggia.



arenacei e di emipelagiti della Facies G, non si riconosce il pacco di marne omogenee presenti a Pian dei Santi; (b) gli strati presentano impronte basali tipo *flute casts* e piccoli *burrows*; (c) mancano i macrofossili e gli strati arenaceo-pelitici.

Per quanto riguarda il meccanismo deposizionale, le emipelagiti si possono attribuire ad una deposizione normale "per pioggia" di sedimenti argillosi, mentre la litofacies pelitico-arenacea è dovuta a correnti di torbida diluite.

#### 3.4.7. Spessore dei corpi arenacei

Per una corretta interpretazione fisiografica dei corpi arenacei depositati nel bacino delle *Arenarie di M. Vicino* è stato necessario ricavare i loro spessori, principalmente in base a calcoli stratimetrici; le sezioni misurate, infatti, rappresentano solo gli spessori parziali delle varie associazioni litologiche. A tale scopo sono state utilizzate ventidue sezioni trasversali distanziate di circa 2 Km l'una dall'altra; gli spessori sono stati calcolati sul fianco orientale della sinclinale che appare pressoché indisturbato, mentre le valutazioni sul fianco occidentale risultano più difficili sia per il raddrizzamento con tendenza al rovesciamento della piega, sia per la presenza di faglie longitudinali e trasversali. Il calcolo è stato effettuato per le associazioni pelitico-arenacee I e III (S<sub>1</sub>; S<sub>3</sub>) mentre per le altre quattro la valutazione è stata fatta globalmente (S<sub>2</sub>; Tab. 2).

Dall'esame della carta degli spessori e della sezione longitudinale del bacino (Fig. 26) risulta chiaramente come la forma geometrica complessiva dell'intero corpo delle *Arenarie di M. Vicino* sia di tipo lenticolare. Gli spessori maggiori si riscontrano nella parte centrale del bacino in corrispondenza dell'area di maggiore accumulo dei flussi gravitativi e di maggior larghezza del bacino (sezioni da 8 a 12). Da rilevare, inoltre, come gli spessori nella parte nord-occidentale (sezioni da 1 a 7) siano maggiori di quelli calcolati nella porzione sud-orientale (sezioni da 13 a 22). Questo fatto è connesso, come sarà specificato nei paragrafi 4 e 5, alla particolare fisiografia del bacino.

#### 3.4.8. Dati petrografici preliminari

In questa sede vengono riportati brevemente i risultati preliminari relativi alle analisi mineralogico-petrografiche delle arenarie. Le analisi su campioni prelevati in tutte le associazioni litologiche sono state effettuate sia al diffrattometro

Sezione	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	Totale
1	160	190	45	395
2	170	195	60	425
3	220	220	85	525
4	220	230	120	570
5	220	240	135	595
6	300	255	140	695
7	340	295	140	775
8	360	520	140	1020
9	370	550	150	1070
10	525	655	190	1370
11	365	570	105	1040
12	230	585	50	865
13	200	450		650
14	150	430		580
15	140	425		565
16	135	335		470
17	130	255		385
18	125	205		330
19	125	165		290
20	120			120
21	95			95
22	60			60

TABELLA 2 - Spessori calcolati delle associazioni litologiche (in metri).

S<sub>1</sub> = Pelitico-arenacea I

S<sub>2</sub> = Arenaceo-pelitica I + arenaceo-pelitica II dalla sezione 1 alla 5; arenaceo-pelitica I + arenacea laminata + arenaceo-pelitica II dalla sezione 6 alla 13; arenaceo-pelitica I + arenacea laminata dalla sezione 14 alla 17; pelitico-arenacea II nelle sezioni 18 e 19

S<sub>3</sub> = Pelitico-arenacea III

che in sezione sottile.

Dalle riprese diffrattometriche risulta, innanzitutto, che la dolomite, elemento che caratterizza la *Formazione marnoso-arenacea* (Cipriani & Malesani, 1963a; 1963b; 1964), le *Arenarie di Serraspinosa* (Centamore ed altri, 1976) e le arenarie del bacino della valle del F. Sacco (Bergomi ed altri, 1975), manca quasi del tutto nelle *Arenarie di M. Vicino*.

L'esame delle sezioni sottili ha evidenziato che le arenarie in esame sono composte in prevalenza da quarzo e feldspati; subordinatamente compaiono frammenti litici, miche, minerali accessori.

Il quarzo si presenta di solito da angoloso a subangoloso ed è per lo più monocristallino ad

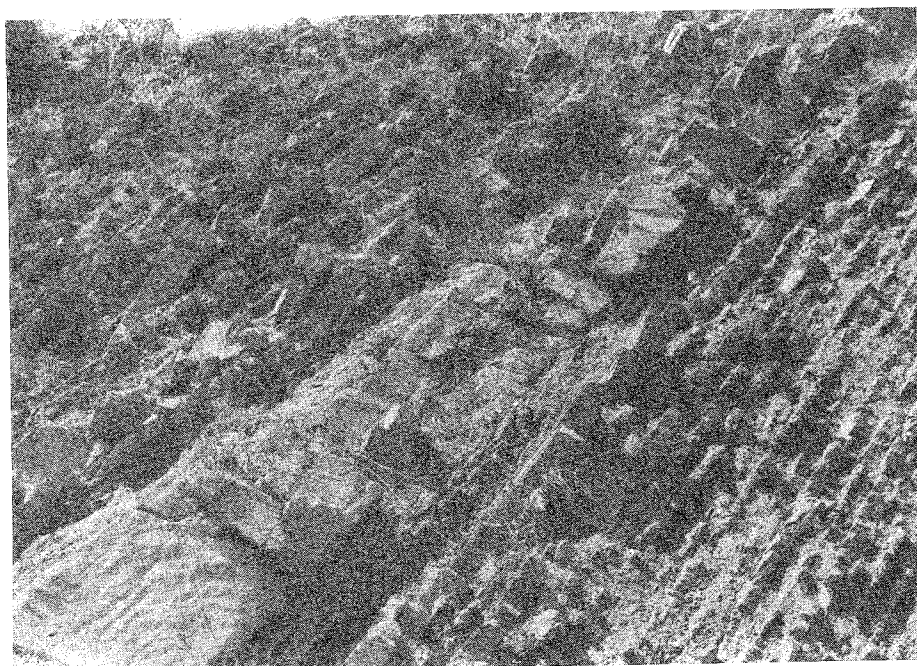


Fig. 17 - Particolare di uno *shurried bed* (Facies A<sub>2</sub>) intercalato a turbiditi in strati sottili e molto sottili (Facies D<sub>2</sub>). Sezione Sentino.

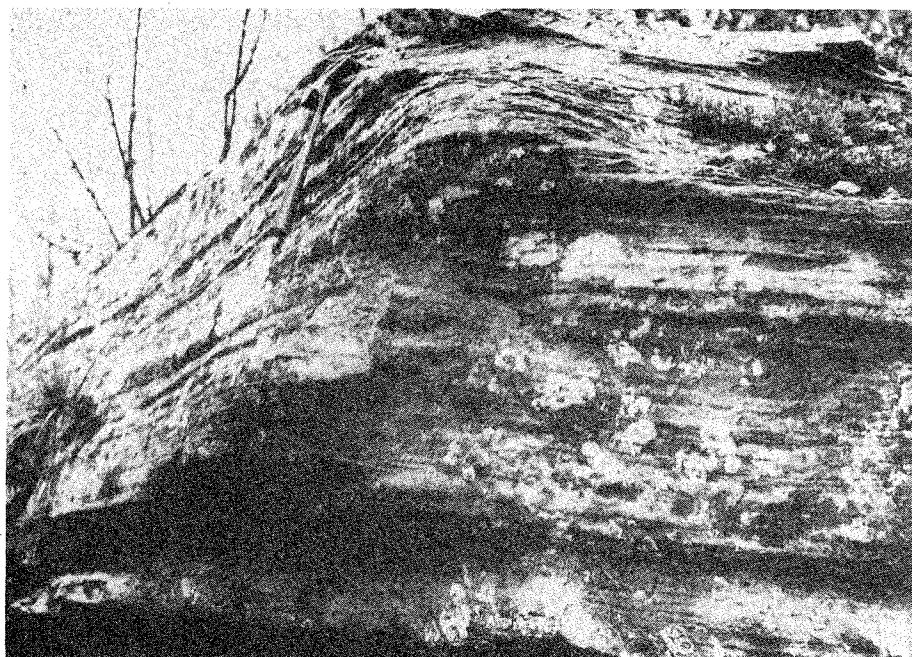


Fig. 18 - Strato spesso con lamine medie e sottili della litofacies arenacea laminata (Facies B<sub>1</sub>, depositi canalizzati). Serra di Burano.

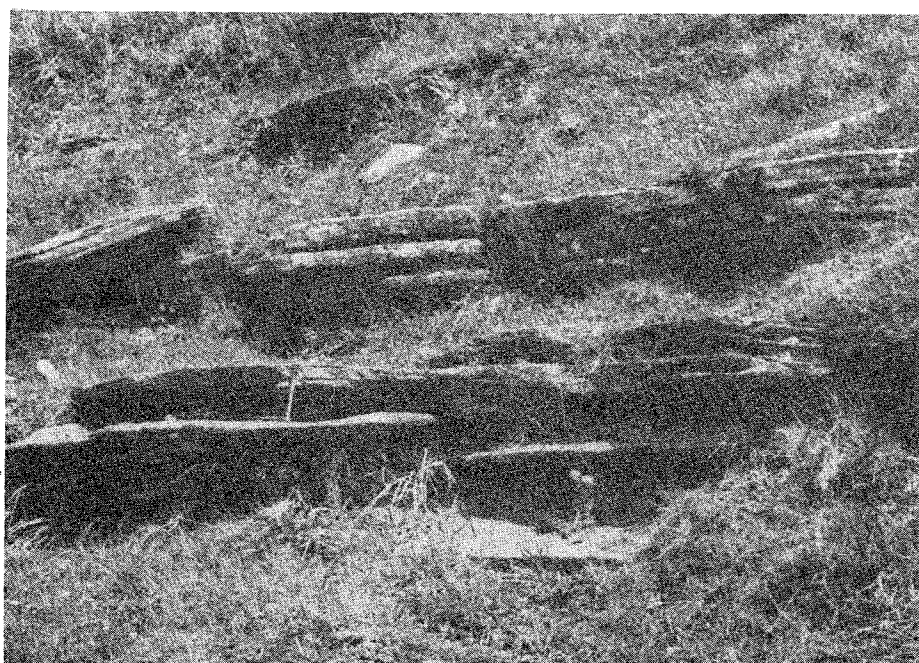


Fig. 19 - Lamine medie, spesse e molto spesse della litofacies arenace laminata (Facies B<sub>1</sub>, depositi canalizzati). Monte Rosso.

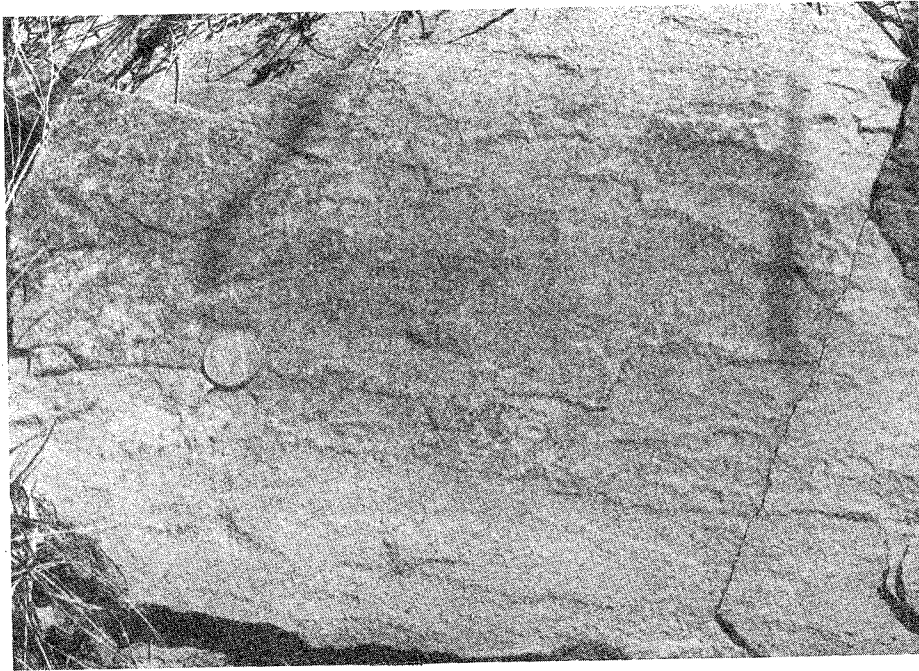


Fig. 20 - *Parting lineations* al tetto di uno strato arenaceo (litofacies arenacea laminata).



Fig. 21 - Pacco di strati arenaceo-pelitici medio-spessi laminati (Facies B<sub>1</sub>) dell'associazione arenaceo-pelitica II (lobi superiori). Circa 500 m da Pian dei Santi.



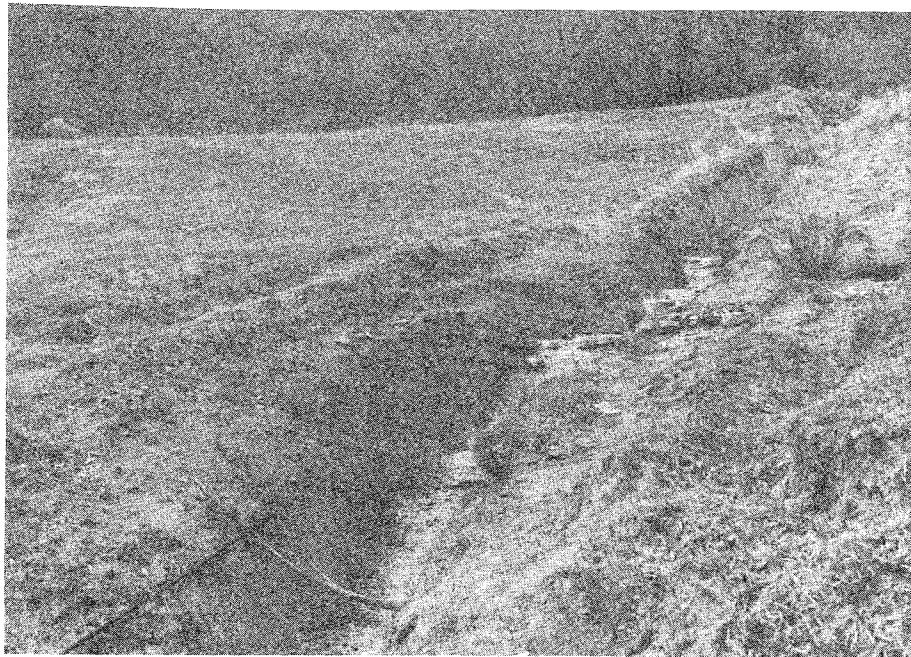


Fig. 22 - Sequenza di strati sottili e molto sottili dell'associazione pelitico-arenacea III (Facies D<sub>2</sub> di piana sottomarina). Sezione Pian dei Santi.

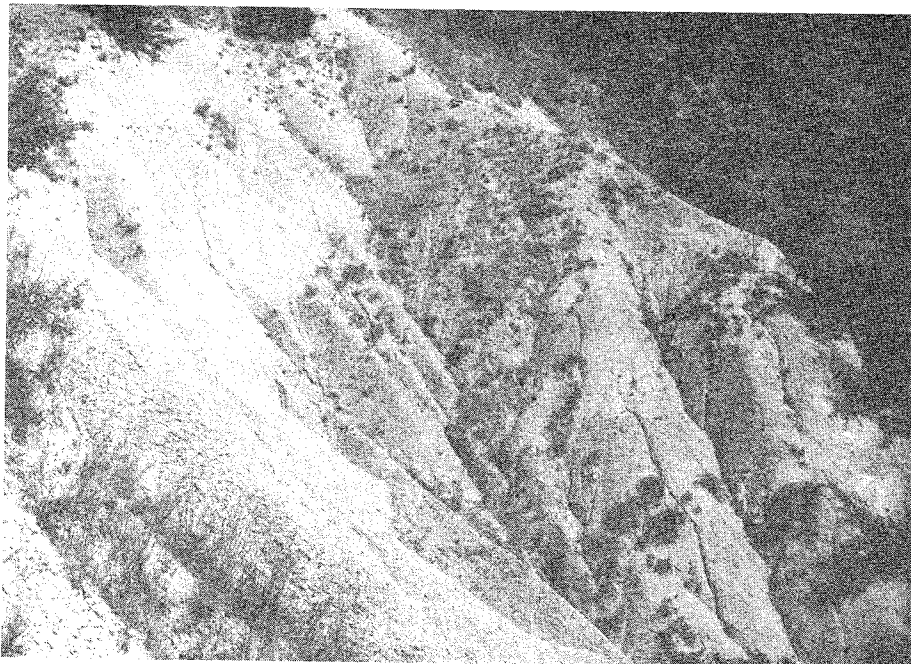


Fig. 23 - Marne omogenee emipelagiche della Facies G alla base della sezione Pian dei Santi. Le marne si trovano immediatamente al disotto della sequenza pelitico-arenacea della figura precedente.

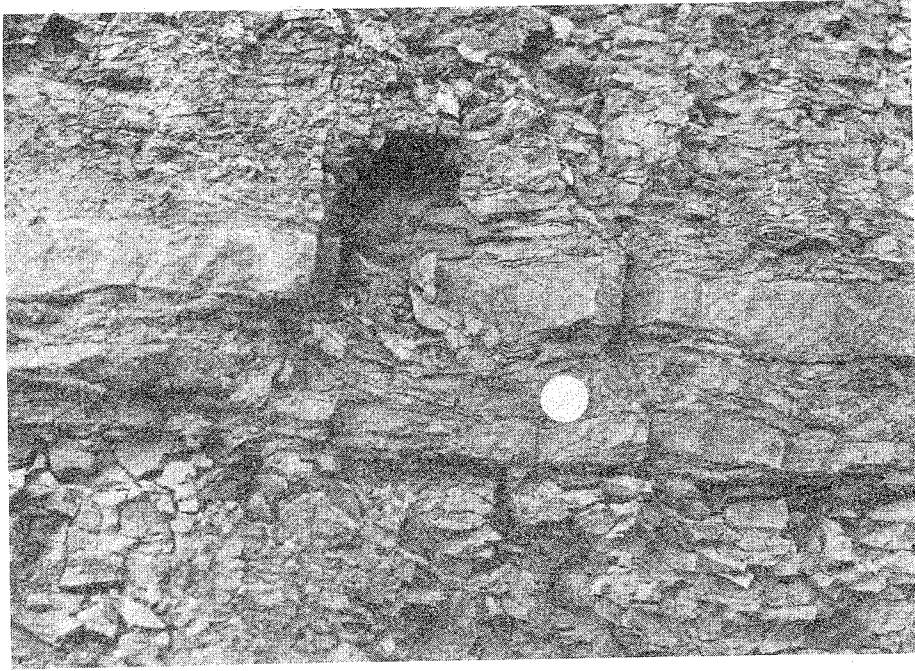


Fig. 24 - Particolare delle marne omogenee a frattura concoide.

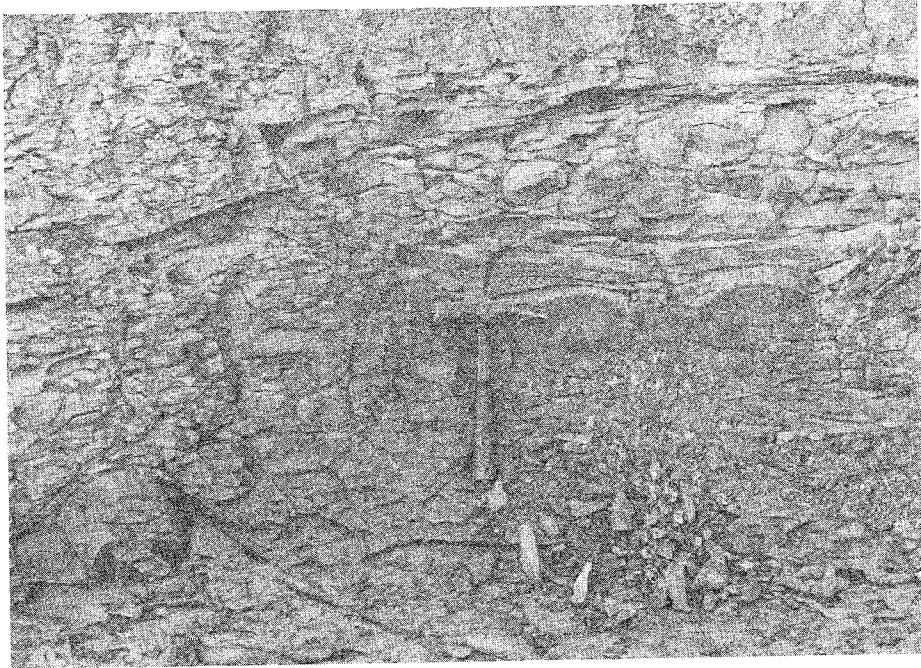


Fig. 25 - *Ripple* simmetrico in uno strato arenaceo sottile. La lunghezza del *ripple* è di 21 cm. Sezione Pian dei Santi.

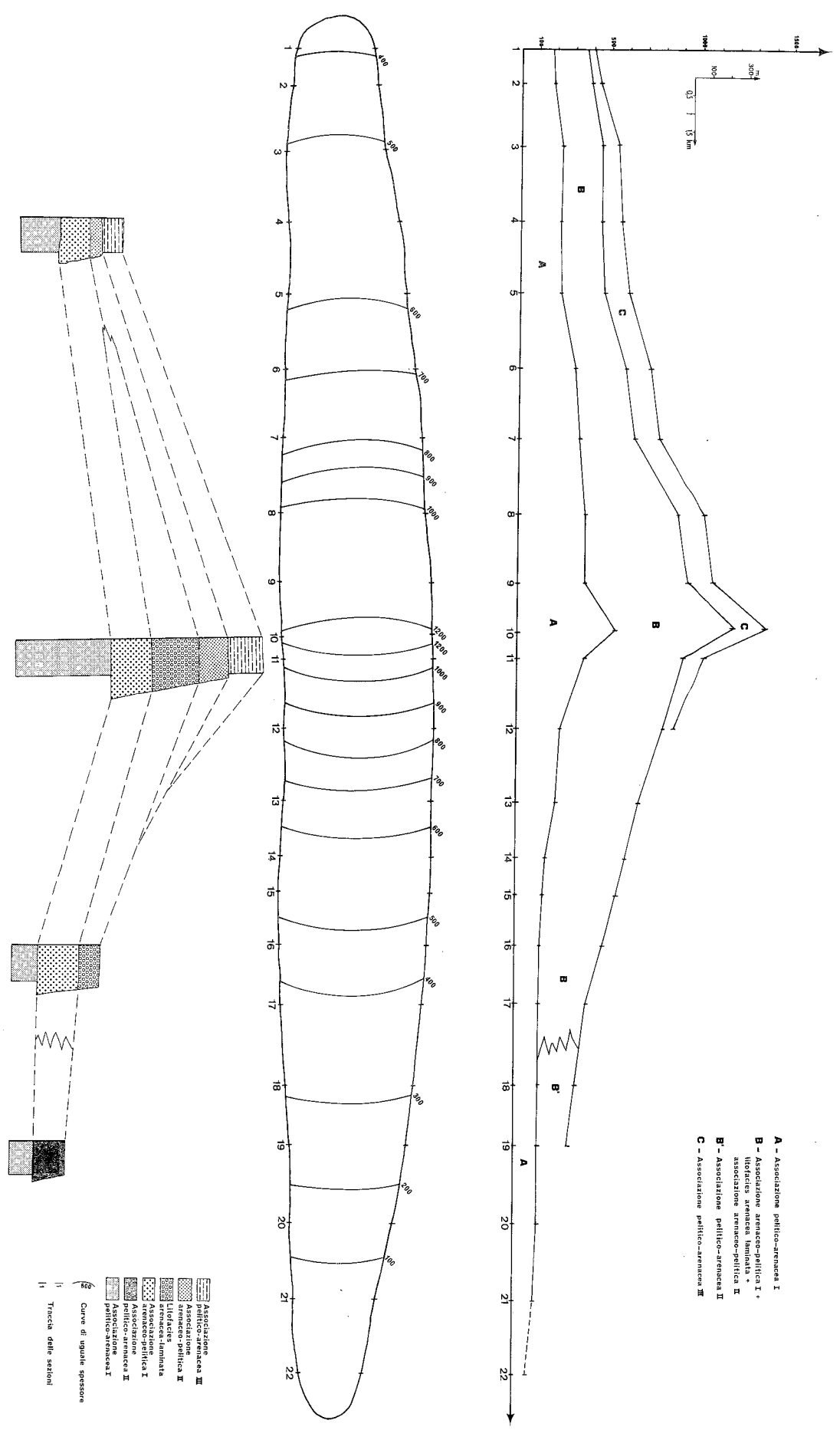
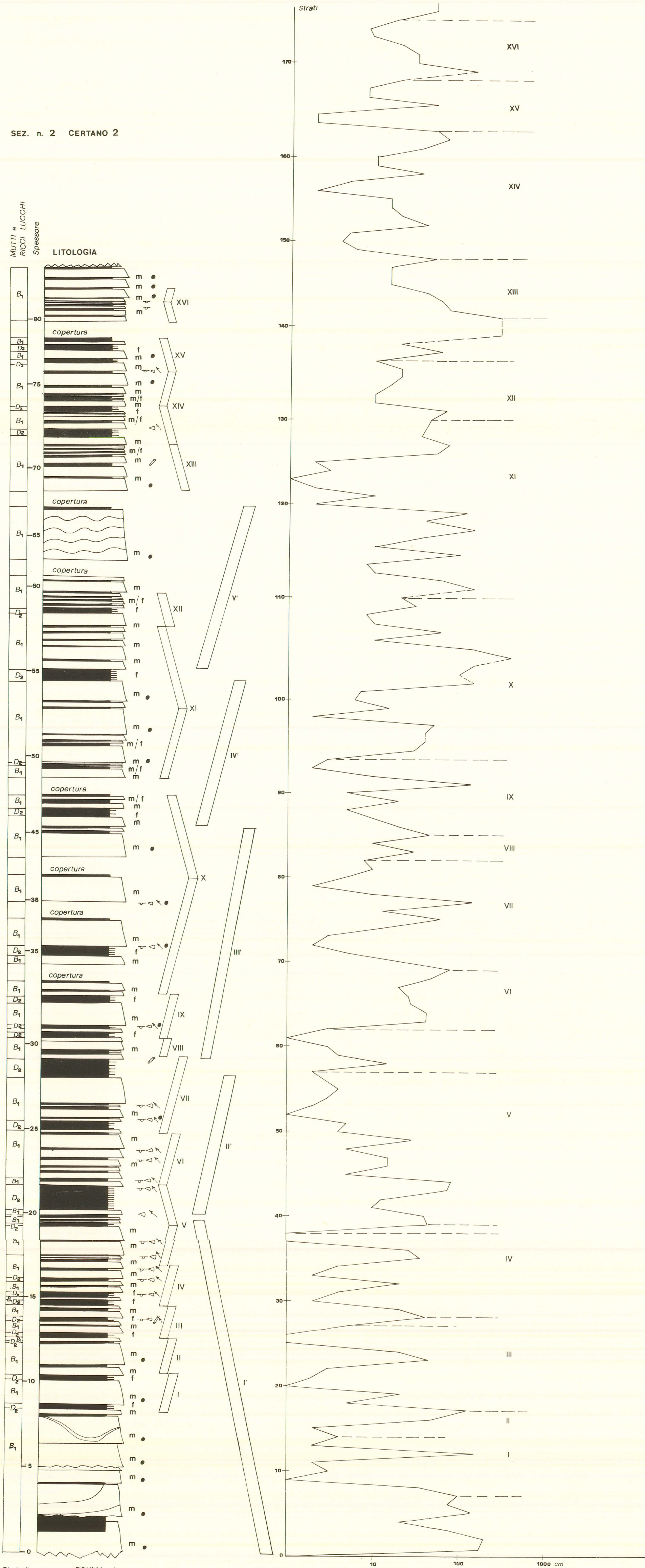


Fig. 26 - Carta degli spessori e dei corpi arenacei sezione longitudinale del bacino delle Arenarie di M. Vicino.

Tav. 2 - Cicli negativi e simmetrici nei depositi non canalizzati (facies di lobo inferiore). Si noti come l'analisi più generale dei cicli (I', II', III', IV', V') sia sostanzialmente simile all'analisi di dettaglio (cicli da I a XVI); gli ultimi tre cicli (III', IV', V') sono negativi e si accordano con il trend di fondo dei cicli X e XI, mentre i primi due (I', II') formano un ciclo simmetrico con trend di fondo negativo (assenza di canalizzazioni basali).

SEZ. n. 2 CERTANO 2



Simboli come in BOUMA (1962)

m : sabbia media  
f : " fine

estinzione piú o meno fortemente ondulata; la selce è nettamente subordinata. Anche il quarzo policristallino è scarso: sono rappresentati vari tipi (poligonale, suturato e tipo D, Fig. 1 di Young, 1976).

Tutti i feldspati sono generalmente ben conservati ed angolosi, presentando talvolta una leggera torbidità dovuta ad un incipiente processo di argillificazione. Si riconoscono sia i tipi potassici (ortoclasio e subordinatamente microclino) che i plagioclasti sodico-calcici.

L'esame in sezione sottile ha altresí consentito di stabilire un fatto molto importante: i frammenti di roccia sono esclusivamente di provenienza sedimentaria, limitata praticamente ad un solo tipo litologico, cioè la micrite; rarissimi, infatti, sono i frammenti di siltiti e/o argilliti, di arenarie fini e di selce. Tutti i clasti si presentano da arrotondati a ben arrotondati.

Anche le miche sono piuttosto scarse; si riconoscono sia la biotite che la muscovite, mentre la clorite appare piú raramente.

I minerali accessori sono rappresentati da ossidi di ferro, glauconite e orneblenda (ambedue piuttosto rare).

Per quanto riguarda gli abbondanti carbonati, oltre ai frammenti di micriti, è stata riscontrata la presenza di: calcite di neoformazione; microfossili planctonici e bentonici e frammenti di Briozoi; cemento calcitico che costituisce estesi mosaici e mostra fenomeni di corrosione nei confronti del quarzo e dei feldspati.

Da ricordare inoltre i minerali argillosi della matrice interstiziale, non distinguibili al microscopio ed evidenziati sia dalle riprese diffrattometriche, sia dalla separazione per mezzo dell'analisi meccanica.

In base a quanto sopra riportato si può ritenere che le arenarie esaminate siano tessituralmente e composizionalmente immature e che, per il notevole contenuto in carbonato, si possano attribuire ad arenarie litiche del tipo *calclititi* (Folk, 1974; Pettijohn, 1975). Gli apporti derivano essenzialmente da rocce sedimentarie (principalmente micriti, rarissime argilliti, siltiti e selce), mentre il quarzo policristallino indicherebbe una provenienza da rocce metamorfiche (se di primo ciclo) o da sabbie preesistenti formatesi a spese di queste ultime.

La mancanza di dolomite in tali arenarie sembrerebbe escludere una provenienza dalla *Formazione marnoso-arenacea*, che contiene questo materiale, anche se in quantità subordinata ed in granuli generalmente fini. Nell'ipotesi di una

provenienza dalla suddetta formazione, resterebbe, infatti, da spiegare l'eliminazione selettiva della dolomite rispetto alla micrite.

Da rilevare inoltre la presenza di frammenti di macrofossili (Briozoi, Lamellibranchi) caratteristici di acque sottili.

In conclusione, tenendo presente le considerazioni testè riportate e che le direzioni di apporto, come sarà specificato nel par. 4, indicano una provenienza delle *Arenarie di M. Vicino* da SW, si può ipotizzare che l'area di alimentazione di queste ultime sia localizzata nel dominio toscano dove si rinvencono il *Macigno* s.l., i *Complessi toscano-emiliani* e le locali unità inframioceniche.

Si spera che ulteriori informazioni per una migliore individuazione dell'area di alimentazione si possano ricavare dallo studio mineralogico-petrografico specifico di cui si è parlato nel par. 1.

#### 3.4.9. Considerazioni biostratigrafiche e cronostatigrafiche

Allo scopo di definire i caratteri biostratigrafici e cronostatigrafici delle varie unità presenti nel bacino in esame, è stato condotto uno studio micropaleontologico di dettaglio su numerosi campioni. Questi si riferiscono essenzialmente ai sedimenti che costituiscono l'unità torbiditica delle *Arenarie di M. Vicino*; per quanto riguarda i termini piú bassi della successione miocenica sino alla *Formazione marnoso-arenacea*, sono stati invece utilizzati, per lo piú, i risultati emersi in precedenti lavori (Micarelli, 1969; Jacobacci ed altri, 1974; Centamore ed altri, 1975).

Complessivamente sono stati esaminati circa 200 campioni riferibili essenzialmente alle seguenti sezioni stratigrafiche:

- sezione n. 4: Certano 1. Interessa la porzione superiore della associazione pelitico-arenacea I (campioni BO11-BO22); i successivi campioni BO23-BO26, sono stati prelevati al passaggio con la sovrastante associazione arenaceo-pelitica I;
- sezione n. 2: Certano 2. Si riferisce all'associazione arenaceo-pelitica I in corrispondenza della quale sono stati prelevati 10 campioni (BO1-BO10);
- sezione Contessa. Si compone di 12 campioni, VC1-VC12, prelevati al passaggio tra l'associazione pelitico-arenacea I e l'associazione arenaceo-pelitica I;
- sezione n. 3: Bellavista. Si compone di 6 campioni, CH1-CH6, prelevati in corrispondenza

- dell'associazione pelitico-arenacea I;
- sezione n. 5: Sentino. I campioni, in numero di 12 (SE1-SE12), interessano l'associazione pelitico-arenacea II;
  - sezione n. 7: La Serriola. Si tratta di 18 campioni, VC13-VC30, prelevati in corrispondenza dell'associazione pelitico-arenacea III;
  - sezione n. 6: Pian dei Santi. Si riferisce all'associazione pelitico-arenacea III. Sono stati prelevati 50 campioni (PA1-PA42 e A-H).

Lo studio micropaleontologico condotto in questa sede riguarda, inoltre, campioni sparsi o relativi a modesti intervalli litostratigrafici sempre nell'ambito delle *Arenarie di M. Vicino*. Infine, sono stati riesaminate, alla luce delle nuove acquisizioni in campo biostratigrafico sul Miocene superiore, varie sezioni relative al medesimo intervallo litostratigrafico, già oggetto di studio nei lavori prima ricordati (sezioni SAV II, SAV III, SAV IV, SAV VI, SST, SMV).

In generale, per quanto riguarda l'unità delle *Arenarie di M. Vicino*, si può rilevare che le associazioni arenaceo-pelitiche e la arenacea sono per lo più sterili o presentano microfaune estremamente povere ed in cattivo stato di conservazione, talora con forme sicuramente rimaneggiate; nelle arenarie, inoltre, è stata notata anche la presenza di frammenti di Briozoi. Soltanto le associazioni pelitico-arenacee hanno fornito ricche tanatocenosi e, pertanto, esse possono essere ben definite dal punto di vista micropaleontologico, così come segue.

#### *Associazione pelitico-arenacea I*

Complessivamente la tanatocenosi risulta costituita dalle seguenti forme: *Globigerina apertura* Cushman, *G. gr. bulloides* d'Orbigny, *G. bollii* Cita & Premoli Silva, *G. falconensis* Blow, *G. foliata* Bolli, *G. globorotaloidea* Colom, *G. juvenilis* Bolli, *G. microstoma* Cita, Premoli Silva & Rossi, *G. nepenthes* Todd, *G. quinqueloba* Natland, *G. woodi* Jenkins, *Globigerinita* spp., *Globigerinoides altiapertura* Bolli, *G. bollii* Blow, *G. obliquus obliquus* Bolli, *G. primordius* Blow & Banner, *G. quadrilobatus* Banner & Blow, *G. ruber* (d'Orbigny), *G. sacculifer sacculifer* (Brady), *G. trilobus trilobus* (Reuss), *Globoquadrina altispira* (Cushman & Jarvis), *Globorotalia acostaensis acostaensis* Blow, *G. continua* Blow, *G. gr. cultrata* (d'Orbigny), *G. incompta* (Cifelli), *G. involuta* Pezzani, *G. obesa* Bolli, *G. pseudopachyderma* Cita, Premoli Silva & Rossi, *G. gr. scitula* (Brady), *Hastigerina siphonifera* (d'Orbigny), *Orbulina suturalis* Brönnimann, *O.*

*universa* d'Orbigny, *Ammodiscus* sp., *Bolivina antiqua* d'Orbigny, *B. dilatata* Reuss, *Bulimina costata* d'Orbigny, *Cibicidoides ungerianus* (d'Orbigny), *C. italicus* (Di Napoli), *Gyroidinoides neosoldanii* (Brotzen), *Pleurostomella alternans* Schwager, *Siphonina reticulata* (Czjzek), *Stilostomella consobrina* (d'Orbigny), *Uvigerina flinti* Cushman, *Vulvulina pennatula* (Batsch).

#### *Osservazioni*

Un discreto numero dei campioni esaminati ha fornito ricche microfaune nelle quali, di norma, le forme planctoniche sono nettamente predominanti su quelle bentoniche. Tra le prime particolarmente frequenti sono *Globigerine* e *Globorotalie* prive di carena; fa eccezione il campione VC 2, nel quale si nota la presenza di numerosi esemplari di *Globorotalie* carenate in gran parte riferibili al gruppo *Globorotalia cultrata*. Il genere *Globigerinoides*, per lo più rappresentato da pochi individui, risulta ben sviluppato nei campioni in cui le *Globorotalie* sono scarse; le *Orbuline* sono sporadicamente presenti e non risultano mai abbondanti. Il genere *Globoquadrina*, infine, rappresentato da *G. altispira*, è raramente presente e sempre con scarsi individui.

Tra i bentonici, sempre in esiguo numero, si nota in particolare la presenza di *Uvigerina flinti* e *Siphonina reticulata*; estremamente rare risultano le forme arenacee.

#### *Associazione pelitico-arenacea II*

Sono state determinate le seguenti forme: *Globigerina gr. bulloides* d'Orbigny, *G. eggeri* Rhumbler, *G. falconensis* Blow, *G. nepenthes* Todd, *G. quinqueloba* Natland, *Globigerinita* spp., *Globigerinoides immaturus* Leroy, *G. obliquus obliquus* Bolli, *G. bisphericus* Todd, *G. trilobus trilobus* (Reuss), *Globoquadrina altispira* (Cushman & Jarvis), *Globorotalia acostaensis acostaensis* Blow, *G. continua* Blow, *G. incompta* (Cifelli), *G. obesa* Bolli, *G. praemenardii* Cushman & Stainforth, *G. pseudopachyderma* Cita, Premoli Silva & Rossi, *Hastigerina siphonifera* (d'Orbigny), *Orbulina bilobata* (d'Orbigny), *O. suturalis* Brönnimann, *O. universa* d'Orbigny, *Ammodiscus* sp., *Ammonia gr. beccarii* (Linné), *Bolivina antiqua* d'Orbigny, *Bulimina costata* d'Orbigny, *Cibicidoides ungerianus* (d'Orbigny), *Elphidium* spp, *Lenticulina cultrata* (Montfort), *Melonis soldanii* (d'Orbigny), *Oridorsalis umbonatus stellatus* (Silvestri), *Planularia auris* (Defrance), *Siphonina reticulata* (Czjzek), *Uvigerina flinti* Cushman, *Vaginulina legumen* (Linné).

### Osservazioni

I campioni esaminati presentano per lo più microfaune povere ed in cattivo stato di conservazione; in quelli più riccamente fossiliferi, le associazioni microfaunistiche risultano comunque prevalentemente planctoniche. In particolare sono frequenti Globigerine e Globorotalie prive di carena; saltuaria è la presenza di *Globorotalia altispira*, mentre le Orbuline sono in genere scarse; *Hastigernia siphonifera* è talora presente con individui tipici e ben sviluppati. Tra i bentonici risultano talora ben rappresentati *Siphonina* ed *Uvigerina*; molto rari sono gli esemplari riferibili al genere *Elphidium*, mentre estremamente scarse risultano le forme arenacee.

### Associazione pelitico-arenacea III

L'associazione microfaunistica complessivamente riscontrata in seno a tale unità è la seguente: *Globigerina apertura* Cushman, *G. bollii* Cita & Premoli Silva, *G. gr. bulloides* d'Orbigny, *G. concinna* Reuss, *G. eggeri* Rhumbler, *G. falconensis* Blow, *G. foliata* Bolli, *G. globorotaloidea* Colom, *G. microstoma* Cita, Premoli Silva & Rossi, *G. nepenthes* Todd, *G. quinqueloba* Nalband, *G. woodi* Jenkins, *Globigerinita* spp., *Globigerinoides immaturus* Leroy, *G. obliquus obliquus* Bolli, *G. obliquus extremus* Bolli & Bermudez, *G. quadrilobatus* Banner & Blow, *G. ruber* (d'Orbigny), *G. sacculifer sacculifer* (Brady), *G. sacculifer subsacculifer* Cita, Premoli Silva & Rossi, *G. trilobus trilobus* (Reuss), *G. bisphericus* Todd, *Globorotalia acostaensis acostaensis* Blow, *G. acostaensis humerosa* Takayanagi & Saito, *G. apertura* Pezzani, *G. continua* Blow, *G. incompta* (Cifelli), *G. involuta* Pezzani, *G. obesa* Bolli, *G. pseudopachyderma* Cita, Premoli Silva & Rossi, *G. scitula scitula* (Brady), *G. scitula ventriosa* Ogniben, *Hastigernia siphonifera* (d'Orbigny), *Neogloborotalia dutertrei* (d'Orbigny), *Orbulina suturalis* Brönnimann, *O. univerrsa* d'Orbigny, *Ammonia* gr. *beccarii* (Linné), *Anomalinoidea flinti* (Cushman), *Bolivina antiqua* d'Orbigny, *B. arta* Macfadyen, *B. dilatata* Reuss, *B. reticulata* Hantken, *Bolivinoidea miocenica* Gianotti, *Bulimina costata* d'Orbigny, *B. inflata* Seguenza, *B. pupoides* d'Orbigny, *Cancris oblongus* (d'Orbigny), *Chrysalogonium obliquatum* (Batsch), *Cibicides boueanus* (d'Orbigny), *Cibicidoides ungerianus* (d'Orbigny), *Elphidium* spp., *Gyroidinoides girardanus* (Reuss), *Karriella bradyi* (Cushman), *K. gaudryinoides* (Fornasini), *Lenticulina cultrata* (Montfort), *L. rotulata* (Lamarck), *Martinottiella communis* (d'Or-

bigny), *Melonis pompilioides* (Fichtel & Moll), *M. soldanii* (d'Orbigny), *Oridorsalis umbonatus* (Reuss), *Pleurostomella alternans* Schwager, *Planularia auris* (Defrance), *Pullenia bulloides* (d'Orbigny), *Siphonina reticulata* (Czjzek), *Uvigerina auberiana* d'Orbigny, *U. barbatula* Macfadyen, *U. flinti* Cushman, *Vaginulina legumen* (Linné), *Vulvulina pennatula* (Batsch).

### Osservazioni

Nella sezione Pian dei Santi la maggior parte dei campioni risulta discretamente fossilifera. La percentuale dei Foraminiferi planctonici è molto alta rispetto a quella dei bentonici che, pur essendo rappresentati da un discreto numero di specie, sono sempre scarsi come numero di individui. Nel plancton predominano Globigerine e Globorotalie di norma non carenate; talora è frequente anche il genere *Globigerinoides*. Da notare, nella parte sommitale della sezione in esame, la comparsa di *Globorotalia acostaensis humerosa*, *Globigerinoides obliquus extremus* e *Neogloborotalia dutertrei*. Per quanto riguarda le Orbuline, esse risultano sporadicamente presenti e mai particolarmente abbondanti; *Hastigernia siphonifera*, infine, talora è tipica e ben sviluppata.

Tra i bentonici i generi più rappresentati sono *Uvigerina* e *Siphonina*; nei campioni più alti della sezione si nota la presenza di vari esemplari riferibili ad *Ammonia* gr. *beccarii* ed *Elphidium*.

Nella sezione La Serriola soltanto i campioni provenienti dalla porzione sommitale hanno fornito discrete microfaune che peraltro mostrano caratteri molto simili a quelli riscontrati in corrispondenza della sezione Pian dei Santi.

I caratteri micropaleontologici riscontrati nelle *Arenarie di M. Vicino* permettono di inquadrare l'intervallo in esame nei vari schemi biostratigrafici esistenti per il Miocene superiore. In particolare, riferendosi allo schema biostratigrafico recentemente proposto da D'Onofrio ed altri, (1975), l'intervallo è correlabile con la porzione inferiore della zona a *Globorotalia acostaensis acostaensis* denominata subzona a *Globorotalia continua*. La presenza, inoltre, nella porzione sommitale della successione, di *Globorotalia acostaensis humerosa* e di rari esemplari riferibili a *Globigerinoides obliquus extremus* induce a ritenere che sia parzialmente rappresentata anche la sovrastante subzona a *Globigerinoides obliquus extremus*.

In base al significato cronologico attribuito a

dette subzone dagli Autori in parola, si può dedurre che le *Arenarie di M. Vicino* si sono deposte in un intervallo di tempo corrispondente al Tortoniano inferiore-medio.

In Ryan ed altri (1974), numerosi dati biostratigrafici per il Neogene vengono collocati sulla scala paleomagnetica relativa al medesimo intervallo e quindi ad essi viene attribuita un'età assoluta ben definita. In particolare in questa sede, si è tenuto conto dell'età indicata da tali Autori per la comparsa di *Globorotalia acostaensis acostaensis* e di *Globigerinoides obliquus extremus*. Considerato che nelle *Arenarie di M. Vicino* la prima forma è presente fin dalla base e che *Globigerinoides obliquus extremus* fa la sua comparsa nella porzione sommitale della sequenza, si può affermare con una certa approssimazione, che l'intervallo di tempo in cui è avvenuta la deposizione dei sedimenti torbiditici esaminati corrisponde a poco più di un milione di anni.

Dall'esame delle microfaune, inoltre, si ricavano anche alcuni dati ecologici che possono fornire qualche indicazione sulle caratteristiche dell'ambiente nel quale ha avuto luogo la deposizione dei sedimenti torbiditici in esame.

A questo proposito ricordiamo, innanzitutto, che nelle associazioni microfaunistiche esaminate di norma le forme planctoniche sono nettamente predominanti su quelle bentoniche: associazioni di questo tipo sono generalmente indicative di depositi abbastanza profondi. Tra le forme bentoniche, inoltre, i generi più rappresentati sono *Uvigerina* e *Siphonina* ai quali si accompagnano *Bolivina*, *Bulimina*, *Pleurostomella*. La maggior parte degli Autori è concorde nel ritenere che queste forme bentoniche vivono in ambienti marini caratterizzati da acque piuttosto profonde.

La presenza di alcuni Foraminiferi bentonici che più di frequente preferiscono un *habitat* marino litorale (*Ammonia*, *Elphidium* ecc.) sembrerebbe contrastare con tali dati ecologici; ciò può, tuttavia, trovare la sua spiegazione nel fatto che dette forme siano state trasportate *post mortem* in un ambiente diverso da quello in cui vivevano.

In conclusione, si può ritenere che i sedimenti in esame si siano depositi in un ambiente marino di tipo genericamente batiale e che nell'intervallo di tempo considerato non si siano verificate sostanziali variazioni batimetriche.

## 4. FACIES, MEGASEQUENZE E PALEOCORRENTI

### 4.1. Caratteri generali

Il problema relativo all'organizzazione interna dei corpi arenacei è stato affrontato recentemente (Mutti & Ricci Lucchi, 1972; 1975; Mutti & Ghibaudo, 1972; Ricci Lucchi & Parea, 1973; Mutti, 1974; Ricci Lucchi, 1975a; 1975b; Kruit ed altri, 1975; Bergomi ed altri, 1975; Centamore ed altri, 1976; Cestari ed altri, 1976; Mutti, 1977; ecc.) con riferimento specifico alle variazioni di spessore degli strati in senso verticale (*analisi sequenziale*).

Gli studi eseguiti su alcune formazioni ed unità torbiditiche dell'Appennino settentrionale e centrale hanno consentito di accumulare una serie di dati statistici che, continuamente aggiornati con nuovi studi, vengono sottoposti a costante verifica per confermare la validità del modello di analisi. Tale modello si basa sul riconoscimento di due tipi di cicli deposizionali o megasequenze, caratterizzati da energia crescente o decrescente verso l'alto (megasequenze negative e positive rispettivamente), ovvero dalla mancanza di un *trend*. L'applicazione di questo tipo di analisi ha trovato un valido riscontro oggettivo perché le modalità deposizionali dei corpi sedimentari in ambienti diversi (fluviale, deltizio, tidale e di mare profondo) sono sostanzialmente simili. Ci riferiamo in particolare all'avanzamento o accrescimento frontale dei corpi sabbiosi ed al riempimento di canali nei vari ambienti dove tali fenomeni possono verificarsi. Evidentemente la storia dei corpi sabbiosi è sempre più o meno complessa, essendo caratterizzata da una evoluzione che comporta molteplici fasi deposizionali anche con fenomeni di *by passing*, che a loro volta si riflettono nella sovrapposizione di diversi cicli deposizionali. Ulteriori difficoltà insorgono allorché la deposizione avviene in bacini ristretti, tali cioè da impedire la libera espansione dei flussi gravitativi, per cui i corpi sabbiosi devono adattarsi al ristretto spazio in cui si vanno accumulando ("conoidi affogate" in strette depressioni sottomarine). Il bacino delle *Arenarie di M. Vicino*, come anche quelli delle *Arenarie e marne di Serraspina* e delle *Arenarie di M. Turrino* (Centamore ed altri, 1976) ne sono esempi tipici.

Analogamente ai precedenti lavori (Bergomi ed altri, 1975; Centamore ed altri, 1976), sono stati distinti due gruppi principali di megase-



quenze o cicli deposizionali riconosciuti in sette sezioni: *cicli nei depositi canalizzati* e *cicli nei depositi non canalizzati*.

Questi due gruppi si suddividono in semplici e complessi: i primi mostrano sempre un *trend* ben definito (positivo o negativo), mentre i secondi sono caratterizzati da notevoli variazioni di spessore degli strati. I cicli complessi, inoltre, possono essere multipli (con ripetizione verticale di cicli semplici dello stesso segno) o composti (con variazioni irregolari o simmetriche); in questo caso non sempre è agevole riconoscere il *trend* di fondo.

Considerando lo spessore dei cicli è possibile, poi, suddividerli in maggiori e minori. In base ai dati statistici acquisiti nei lavori citati all'inizio del paragrafo si è osservato che il limite tra cicli maggiori e minori può essere fissato in 7-8 m; i cicli maggiori (spessi più di 7-8 m) si suddividono a loro volta in *maggiori del primo ordine* per indicare il riempimento di un bacino sedimentario ed in *maggiori del secondo ordine* con spessori di alcune decine di metri, formati dai cicli minori e che compongono a loro volta i cicli maggiori del primo ordine.

Nelle tabelle 3 e 4 sono riassunti i dati inerenti ai cicli esaminati nelle sette sezioni, separati per i depositi canalizzati e non canalizzati:

- a) *trend*: positivo (+), negativo (-) o assente (|);
- b) tipo di ciclo: maggiore (M) o minore (m);
- c) carattere dei cicli: semplici, multipli o composti;
- d) spessore dei cicli in metri (Sp);
- e) numero degli strati che compongono il ciclo (n S);

f) rapporto sabbia/argilla dei cicli;

g) Facies secondo Mutti & Ricci Lucchi (175).

La successione degli eventi ciclici si evidenzia con appositi diagrammi in cui si riportano gli spessori degli strati in ascisse ed il numero degli strati successivi in ordinate. I diagrammi si possono disegnare riportando tutti gli strati oppure gli spessori dei soli intervalli grossolani; per ulteriori dettagli si veda in Ricci Lucchi & Parea (1973) e Ricci Lucchi (175a).

#### 4.2. Cicli nei depositi canalizzati

Le condizioni degli affioramenti hanno consentito di misurare una sola sezione relativa alla litofacies arenacea laminata a casa Metolella (Serra di Burano, Fig. 27). La sezione è costituita prevalentemente da strati medi (moda principale) mentre mancano gli strati molto sottili (Fig. 28 e Tab. 5). L'analisi sequenziale ha evidenziato un ciclo multiplo, composto da quattro cicli semplici minori, tutti positivi (Fig. 29); si tratta pertanto di una successione con energia decrescente verso l'alto che caratterizza il riempimento dei canali distributori in un normale apparato di conoide di mare profondo.

I sedimenti in esame che mostrano questo tipo di cicli sono certamente più interni, relativamente alla conoide originaria, rispetto ai depositi di lobo e di frangia (vedere appresso par. 4.3.). Grosso modo la litofacies arenacea laminata dovrebbe quindi corrispondere ad una zona canalizzata in senso lato. Ci è tuttavia impossibile precisare di quale dispositivo si tratti nel dettaglio ed in particolare di confrontarlo con situazioni conosciute in conoidi sottomarine attuali.

TABELLA 3- Cicli torbiditici nei depositi canalizzati.

Sezione	Ciclo	Trend		Carattere	Sp	nS	sabbia/argilla	Facies
		m	M					
Casa Metolella				mul	19,50	33	∞	B <sub>1</sub> ,B <sub>2</sub>
	IV	+		sem	3	6	∞	B <sub>1</sub> ,B <sub>2</sub>
	III	+		sem	2,60	6	∞	B <sub>1</sub> ,B <sub>2</sub>
	II	+		sem	5	9	∞	B <sub>1</sub> ,B <sub>2</sub>
	I	+		sem	6,60	10	∞	B <sub>1</sub> ,B <sub>2</sub>

TABELLA 4 - Cicli torbidity nei depositi non canalizzati.

Sezione	Ciclo	Trend		Carattere	Sp	nS	sabbia/ argilla	Facies
		m	M					
Certano 2				comp	83,00	177	4,6	B <sub>1</sub> ,D <sub>2</sub>
	XVI	-		comp	2,00	7	5,5	B <sub>1</sub>
	XV	+		sem	2,00	7	3,6	B <sub>1</sub> ,D <sub>2</sub>
	XIV	-		comp	4,30	16	2,9	B <sub>1</sub> ,D <sub>2</sub>
	XIII	+		sem	2,80	6	4,4	B <sub>1</sub>
	XII	+		sem	1,80	7	3,9	B <sub>1</sub> ,D <sub>2</sub>
	XI		-	comp	9,00	20	6,5	B <sub>1</sub> ,D <sub>2</sub>
	X		-	comp	11,90	14	5,2	B <sub>1</sub> ,D <sub>2</sub>
	IX			sem	2,70	9	3,9	B <sub>1</sub> ,D <sub>2</sub>
	VIII			sem	1,00	3	4,2	B <sub>1</sub>
	VII			sem	4,20	13	2,1	B <sub>1</sub> ,D <sub>2</sub>
	VI			sem	3,10	7	8,0	B <sub>1</sub> ,D <sub>2</sub>
	V			comp	5,00	25	2,4	B <sub>1</sub> ,D <sub>2</sub>
	IV			sem	2,40	11	1,9	B <sub>1</sub> ,D <sub>2</sub>
	III			sem	1,90	10	2,6	B <sub>1</sub> ,D <sub>2</sub>
	II			sem	2,00	3	9,2	B <sub>1</sub> ,D <sub>2</sub>
I			sem	2,40	8	5,1	B <sub>1</sub> ,D <sub>2</sub>	
Certano 1				mul	28,50	97	0,3	D <sub>2</sub> ,D <sub>1</sub> ,G
	VI	-		sem	1,30	3	0,4	D <sub>2</sub>
	V	-		sem	1,10	4	0,7	D <sub>2</sub>
	IV	-		sem	1,00	4	0,7	D <sub>2</sub>
	III	-		sem	1,60	8	0,5	D <sub>2</sub>
	I	-		sem	0,90	4	0,3	D <sub>2</sub>
Bellavista				13,00	62	0,2	D <sub>2</sub> ,G	
Sentino				mul	84,00	301	0,4	D <sub>2</sub> ,C <sub>2</sub> ,C <sub>1</sub> ,A <sub>2</sub> G
	XXI	-		sem	0,80	3	0,3	D <sub>2</sub>
	XX	-		sem	0,90	3	0,3	D <sub>2</sub>
	XIX	-		sem	1,10	4	0,2	D <sub>2</sub>
	XVIII	-		sem	1,20	4	0,5	D <sub>2</sub>
	XVII	-		sem	0,60	4	1,0	D <sub>2</sub>
	XVI	-		sem	0,60	3	0,8	D <sub>2</sub>
	XV	-		sem	0,90	4	0,5	D <sub>2</sub>
	XIV	-		sem	1,00	4	0,6	D <sub>2</sub>
	XIII	-		sem	0,60	3	0,7	D <sub>2</sub>
	XII	-		sem	0,90	3	0,2	D <sub>2</sub>
	XI	-		sem	0,90	3	0,4	D <sub>2</sub>
	X	-		sem	0,60	3	0,8	D <sub>2</sub>
	IX	-		sem	1,00	4	0,4	D <sub>2</sub>
	VIII	-		sem	0,90	4	0,5	D <sub>2</sub>
	VII	-		sem	0,70	3	0,3	D <sub>2</sub>
	VI	-		sem	1,00	3	0,8	D <sub>2</sub>
V	-		sem	1,50	5	0,4	D <sub>2</sub>	
IV	-		sem	1,20	4	0,4	D <sub>2</sub>	
III	-		sem	0,80	3	0,3	D <sub>2</sub>	
II	-		sem	1,00	3	0,3	D <sub>2</sub>	
I	-		sem	1,00	4	0,5	D <sub>2</sub>	
La Serriola				mul	72,00	97	0,1	D <sub>2</sub> ,G
	III	-		sem	2,00	3	0,2	D <sub>2</sub>
	II	-		sem	1,00	3	0,6	D <sub>2</sub> ,D <sub>1</sub>
	I	-		sem	0,70	3	0,6	D <sub>2</sub>
Pian dei Santi				mul	53,00	64	0,3	D <sub>2</sub> ,D <sub>1</sub> ,G
	VII	-		sem	1,65	5	0,4	D <sub>2</sub>
	VI	-		sem	1,00	3	0,1	D <sub>2</sub>
	V	-		sem	1,05	4	0,4	D <sub>2</sub> ,D <sub>1</sub>
	IV	-		sem	2,70	3	0,2	D <sub>2</sub>
	III	-		sem	1,20	4	0,8	D <sub>2</sub>
	II	-		sem	1,35	3	0,8	D <sub>2</sub> ,D <sub>1</sub>
	I	-		sem	1,80	7	1,6	D <sub>2</sub> ,D <sub>1</sub>



Fig. 27 - Sezione C. Metolella. Sequenza di strati medi e spessi della litofacies arenacea laminata organizzata in cicli positivi (Facies B<sub>1</sub> e B<sub>2</sub>; cfr. Fig. 29).

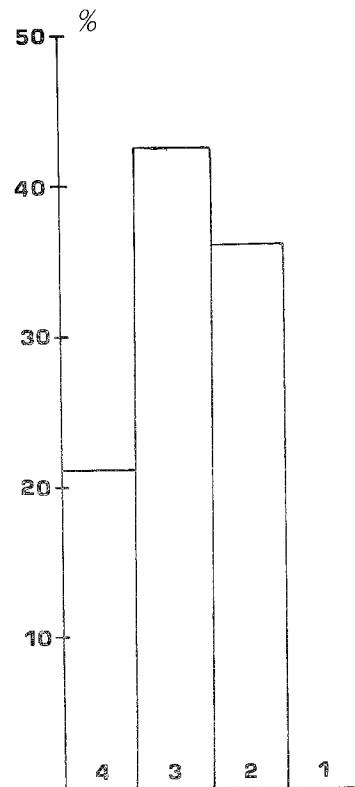


Fig. 28 - Istogramma della distribuzione di frequenza delle classi di spessore degli strati. 1 = molto sottili (1-3 cm); 2 = sottili (3-10 cm); 3 = medi (10-30 cm); 4 = spessi (30-100 cm).

Dall'osservazione di altri affioramenti risulta che il passaggio tra la litofacies arenacea laminata e le due associazioni arenaceo-pelitiche è netto soprattutto nella parte basale in cui non si osservano fenomeni erosivi. Per ulteriori dettagli si rimanda al paragrafo 5 (fisiografia del bacino).

#### 4.3. Cicli nei depositi non canalizzati

Maggiori indicazioni sono state ricavate dall'esame delle sezioni misurate nelle associazioni pelitico-arenacea I (Certano 1 e Bellavista), pelitico-arenacea III (La Serriola e Pian dei Santi), pelitico-arenacea II (Sentino) ed arenaceo-pelitica I (Certano 2). Quest'ultima si differenzia notevolmente dalle altre sezioni per la complessità della successione degli strati.

a) *Sezione Certano 2*. Come si osserva in Fig.

30 e in Tab. 5 questa sezione è composta prevalentemente da strati sottili e spessi (mode principali), subordinatamente da strati molto sottili e molto spessi.

L'analisi sequenziale di dettaglio dimostra che l'evoluzione del corpo arenaceo esaminato è stata estremamente complicata. Come appare in Tav. 2 e in Tab. 4, sono stati individuati sedici cicli deposizionali di cui cinque simmetrici (due maggiori) e undici semplici tutti minori. Di questi, otto sono negativi, tre positivi; nella stessa Tav. 2 è possibile osservare come i cicli semplici negativi siano raggruppati nella porzione inferiore della sezione mentre quelli positivi e simmetrici sono concentrati nella parte medio-superiore.

L'interpretazione dei cicli composti simmetrici è spesso dubbia, come già rilevato da Ricci Lucchi & Parea (1973), Ricci Lucchi (1975a;

TABELLA 5 - Suddivisione degli strati nelle classi di spessore.

Sezione	Sp	nS	ms	%	s	%	m	%	sp	%	msp	%
Casa Metolella	19,50	33	—	—	12	36,3	14	42,4	7	21,2	—	—
Certano 2	83	177	33	18,4	46	26	41	23,1	44	24,9	13	7,3
Certano 1	28,50	97	35	36	45	46,4	15	15,4	2	2	—	—
Bellavista	13	62	38	61,2	21	33,9	2	3,2	1	1,6	—	—
Sentino	84	301	59	19,6	186	61,8	45	14,9	11	3,6	—	—
La Serriola	72	97	49	50,5	36	37,2	10	10,3	2	2	—	—
Pian dei Santi	53	64	21	32,8	24	37,5	15	23,4	4	6,2	—	—
Totali	—	831	235	28,3	370	44,5	142	17,1	71	8,5	13	7,3

Sp = spessore in metri  
nS = numero degli strati misurati  
ms = strati molto sottili (1-3 cm)  
s = strati sottili (3-10 cm)  
m = strati medi (10-30 cm)  
sp = strati spessi (30-100 cm)  
msp = strati molto spessi (100-300 cm)

1975b), Mutti & Ricci Lucchi (1975); tuttavia l'assenza di canalizzazioni alla base dei cicli è un carattere distintivo che consente di interpretare i cicli simmetrici esaminati come negativi. Infatti ciò è evidenziato anche da un'analisi più generale dei singoli cicli multipli o composti, che permette di individuare il *trend* dei cicli maggiori. Attraverso di essa si possono riconoscere cinque cicli maggiori di cui uno positivo e quattro negativi (Tav. 2).

Pertanto la sezione Certano 2 può essere considerata come una successione di strati caratterizzata da una serie di cicli deposizionali prevalentemente negativi, cioè con energia crescente verso l'alto, connessa all'avanzamento o accrescimento frontale di lobi sabbiosi (Facies B<sub>1</sub>, lobi inferiori) che si muovevano in avanti progressivamente, in un bacino confinato, su aree di frangia (Facies D<sub>2</sub>), senza possibilità di espansione laterale. Questa situazione fisiografica giustificherebbe anche la presenza di piccoli cicli positivi al tetto di quelli negativi. In una conoide sottomarina normale, infatti, il prolungato accrescimento di un lobo tende a far ostruire il canale alimentatore che sarà costretto a deviare il suo percorso in maniera brusca oppure graduale: il risul-

tato sarà quello di una cessazione istantanea degli apporti grossolani nel primo caso, mentre nel secondo caso questi ultimi diminuiranno gradualmente (si avrà cioè una coda positiva sopra un *trend* negativo).

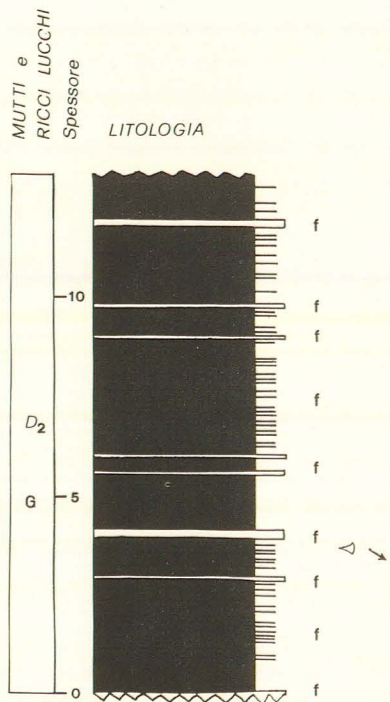
Nel caso in esame, la particolare fisiografia nel bacino non consente lo sviluppo di un reticolo di canali distributori: l'alimentazione sabbiosa provoca l'avanzamento di lobi con una certa continuità fino a diminuire gradualmente; questo meccanismo si riflette nella osservata sovrapposizione dei cicli positivi sopra i negativi. La complessità dell'evoluzione di questi lobi sabbiosi in avanzamento è collegata evidentemente anche al tipo di alimentazione che caratterizzava il bacino: flussi ad alta concentrazione che esercitavano generalmente anche una blanda azione erosiva.

b) *Sezioni Certano 1, Bellavista e Sentino.* Queste tre sezioni presentano caratteri abbastanza simili perché composte quasi completamente da una litofacies pelitico-arenacea. Dalla Fig. 31 e Tab. 5 risulta che gli strati molto sottili e sottili prevalgono nettamente sugli altri.

La sezione Bellavista può essere considerata *monotona*, perché risulta priva di cicli deposizionali (Ricci Lucchi & Parea, 1973), mentre nelle sezioni Certano 1 e Sentino sono stati individuati rispettivamente sei e ventuno cicli negativi minori. Come si osserva in Tab. 4 e Tav. 3 i cicli sono costituiti da un minimo di tre strati fino ad un massimo di otto nella sezione Certano 1. Appare altresì evidente come tali cicli minori siano

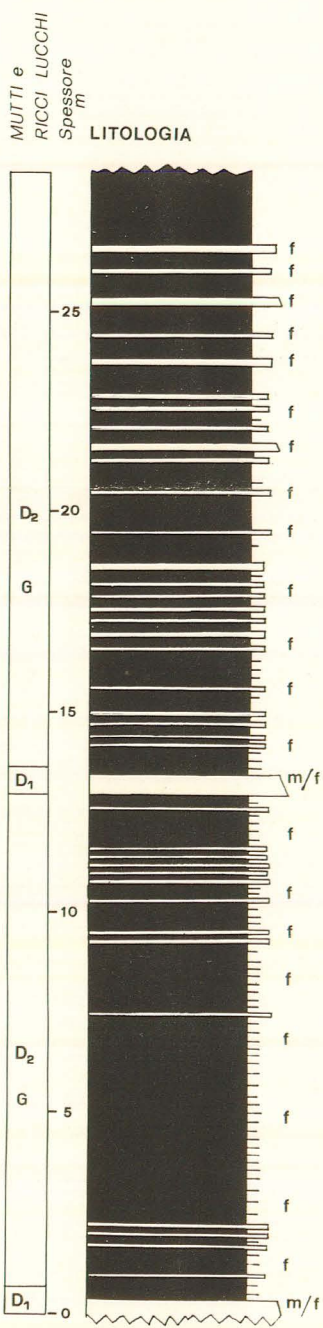
Tav. 3 - Cicli negativi nei depositi non canalizzati di piana sottomarina (sezioni Bellavista e Certano 1) e di frangia laterale della conoide affogata (sezione Sentino). Si noti lo spessore ridotto (< 2 m) dei cicli.

SEZ. n3 BELLAVISTA



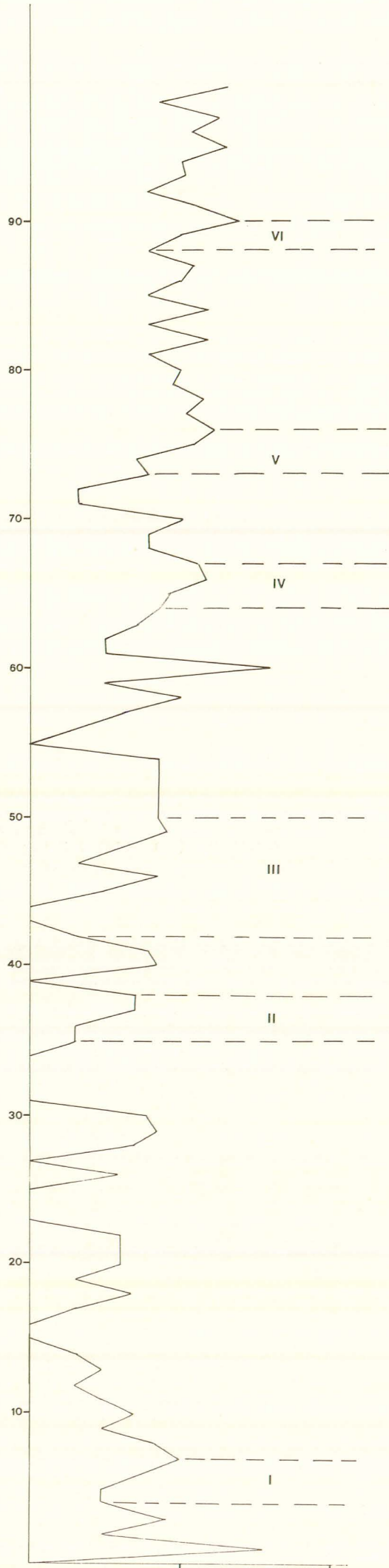
Simboli come in BOUMA (1962)  
f: sabbia fine

SEZ. n 4 CERTANO 1

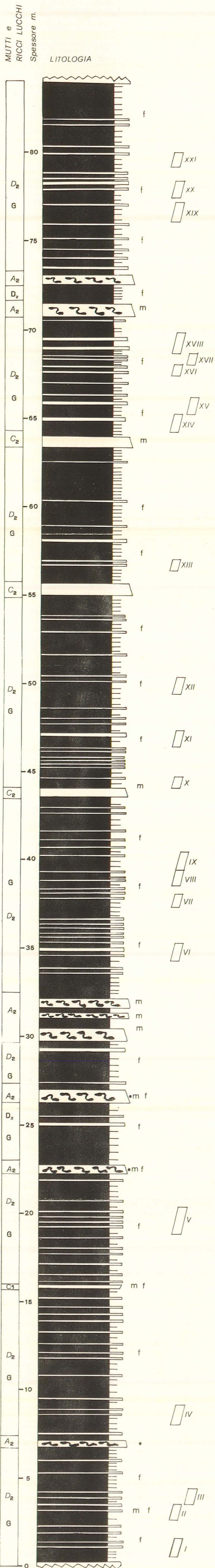


Simboli come in BOUMA (1962) m = sabbia media  
f = " fine

Strati

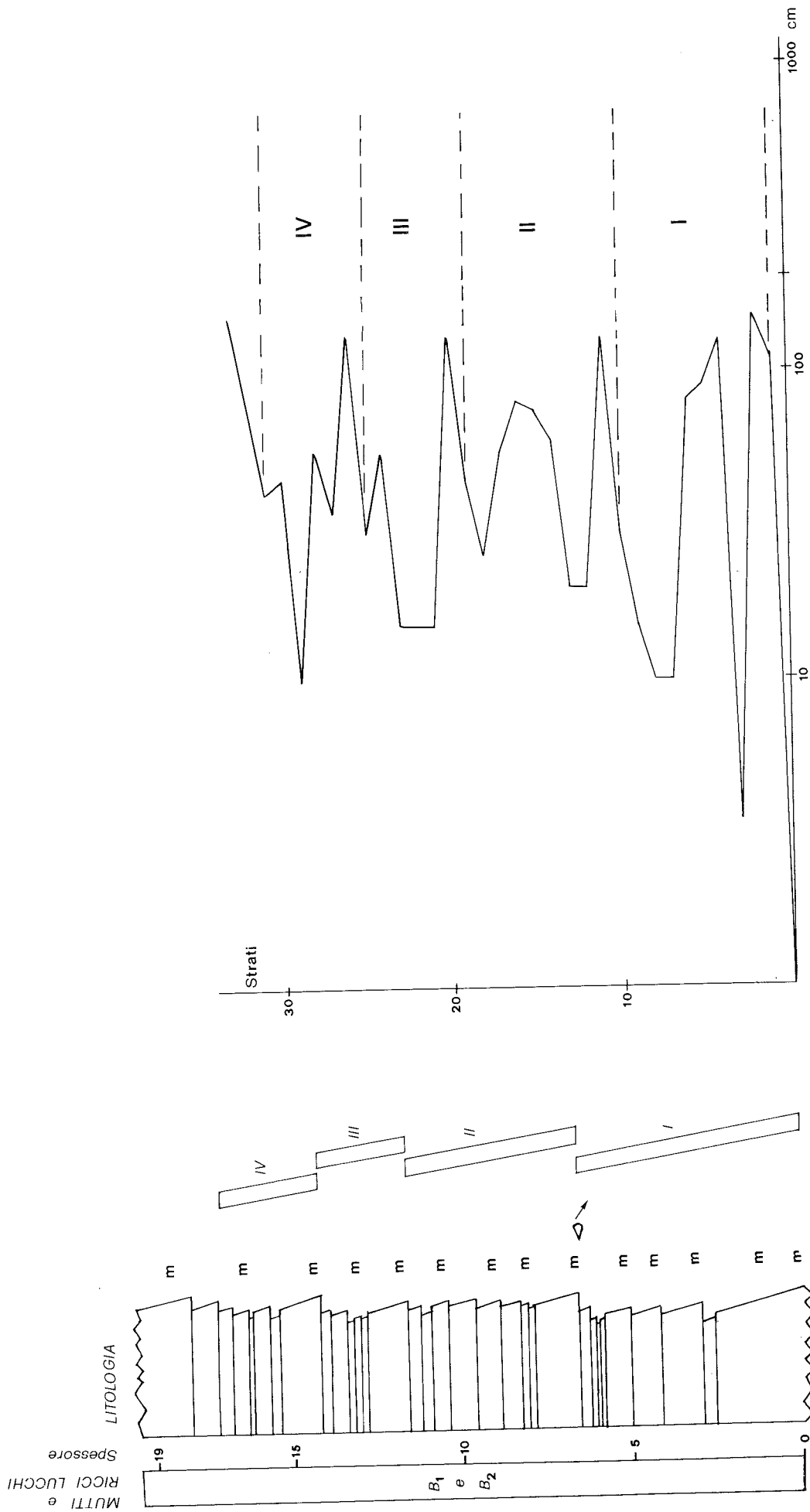


SEZ. n5 SENTINO



Simboli come in BOUMA (1962)  
m = sabbia media  
f = sabbia fine

SEZ. n.1 CASA METOLELLA



Simboli come in BOUMA (1952)  
m = sabbia media

Fig. 29 - Cicli positivi nei depositi canalizzati della litofacies arenacea laminata.

## CERTANO 2

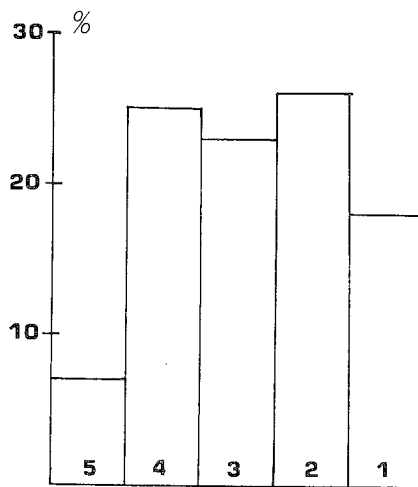


Fig. 30 - Istogramma della distribuzione di frequenza delle classi di spessore degli strati. 1 = molto sottili; 2 = sottili; 3 = medi; 4 = spessi; 5 = molto spessi (100-300 cm).

“diluiti” nella sequenza pelitico-arenacea.

La presenza di questi cicli deposizionali negativi, come evidenziato recentemente da Mutti (1977), è caratteristica della sedimentazione nella frangia di conoide esterna (Facies  $D_2$ ). Nel nostro caso, non potendosi suddividere l'apparato di “conoide affogata”, come generalmente è possibile fare in una normale conoide sottomarina, in interna ed esterna e con le relative facies (5), riteniamo che i depositi della facies pelitico-arenacea I (sezioni Certano 1 e Bellavista) possano rappresentare ancora una sedimentazione in ambiente di piana e di frangia, anche se gli interstrati emipelagici sono scarsi. Questa ipotesi sembra valida se si considera sia la loro posizione basale al disopra della *Formazione marnoso-arenacea*, sia l'alimentazione continua ad opera di correnti di torbida diluite, sia la particolare forma del bacino; elementi questi che non consentivano, almeno nella fase principale di sedimentazione, il pieno sviluppo di una deposizione normale emipelagica.

Per quanto riguarda, invece, la sezione Sentino relativa all'associazione pelitico-arenacea II, tenendo presente la posizione stratigrafica che la

(5) - Per la suddivisione delle varie parti delle conoidi di mare profondo si rimanda a Mutti & Ricci Lucchi (1975) e a Mutti (1977).

colloca al disopra della precedente e lateralmente alla facies di lobo inferiore, si può ritenere che essa rappresenti la sedimentazione nelle aree di frangia (Facies  $D_2$ ), che si sviluppava sul lato sud-orientale del bacino in conseguenza di una marcata asimmetria dei paleopendii del bacino stesso (si veda avanti, la fisiografia della conoide). A questa deposizione si intercalavano sporadici episodi dovuti all'avanzamento di lobi sabbiosi (Facies  $C_2$  e *shurried beds*).

c) *Sezioni Pian dei Santi e La Serriola*. Anche in queste due sezioni, come appare in Fig. 32 ed in Tab. 5, prevalgono gli strati molto sottili e sottili; la sezione di Pian dei Santi è più ricca, inoltre, di strati medi e spessi. L'analisi sequenziale ha evidenziato sette cicli minori a Pian dei Santi e tre cicli minori alla Serriola, tutti negativi; tali cicli sono costituiti da un minimo di tre ad un massimo di sette strati (Tav. 4). La presenza delle intercalazioni di emipelagiti (Facies G) nei depositi pelitico-arenacei torbiditici (Facies  $D_2$ ) indica che l'intera sequenza dell'associazione pelitico-arenacea III può essere attribuita ad un generico ambiente di piana sottomarina (Mutti, 1977). La deposizione emipelagica, infatti, si è sviluppata in corrispondenza della fase finale di sedimentazione delle *Arenarie di M. Vicino* caratterizzata da un ultimo blando apporto di torbiditi.

#### 4.4. Paleocorrenti

Lo schema di distribuzione delle paleocorrenti nel bacino in esame è molto significativo e al tempo stesso pressoché unico nell'ambito dei bacini tortoniano-messiniani riportati in Fig. 1. Già durante il rilevamento del Foglio 290 “Cagli” era stata notata una dispersione notevole dei valori delle misure nelle impronte basali, che indicavano direzione di scorrimento divergenti di  $180^\circ$ ; questo fatto è stato evidenziato anche da Ricci Lucchi (1975a; 1975c).

Si è reso indispensabile, pertanto, rilevare sistematicamente il maggior numero possibile di impronte basali insieme alla distinzione cartografica delle facies. A questo scopo sono state misurate, apportando le opportune correzioni dei valori angolari con una bussola speciale, 69 *flute casts*, 6 *groove casts* e 14 *parting lineations*; queste strutture sono state raggruppate nelle singole associazioni litologiche (Tab. 6). Dall'esame della tabella risulta che le *parting lineations* sono presenti in massima parte nella litofacies arenacea laminata; le *flute casts* sono più frequenti

CERTANO 1

BELLAVISTA

SENTINO

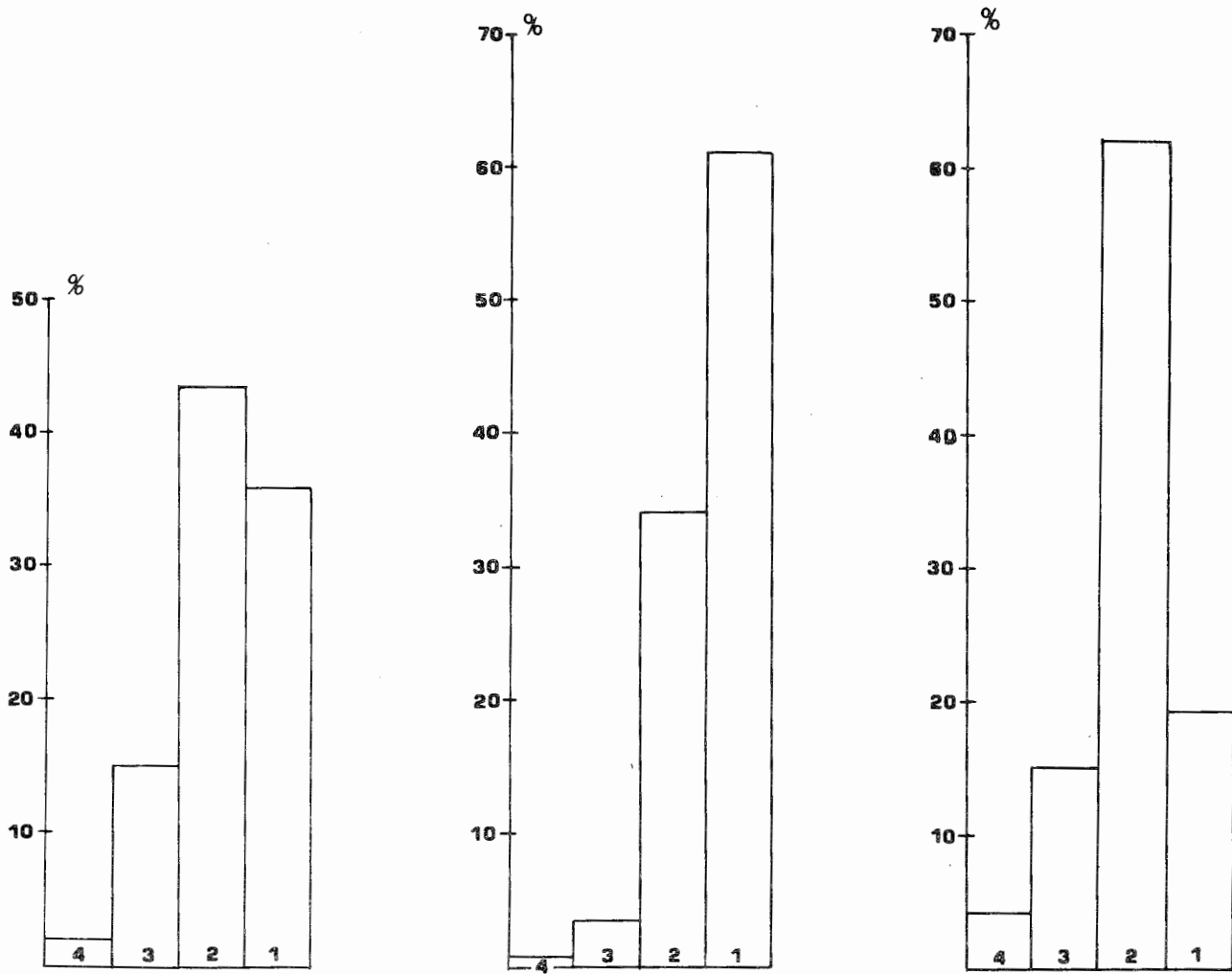


Fig. 31 - Istogrammi della distribuzione di frequenza delle classi di spessore degli strati. 1 = molto sottili; 2 = sottili; 3 = medi; 4 = spessi.

TABELLA 6 - Distribuzione delle impronte basali e delle *parting lineations* nelle singole associazioni litologiche.

Associazioni litologiche	Flute casts	Groove casts	Parting lineations
Pelitico-arenacea III	1	—	—
Arenacea laminata	12	1	12
Pelitico - arenacea II	2	1	—
Arenaceo-pelitica I	50	2	2
Pelitico-arenacea I	4	2	—



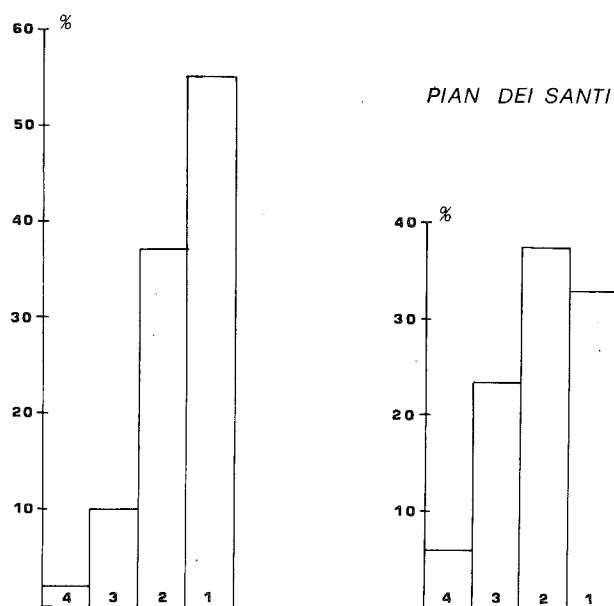


Fig. 32 - Istogrammi della distribuzione di frequenza delle classi di spessore degli strati. 1 = molto sottili; 2 = sottili; 3 = medi; 4 = spessi.

TABELLA 7 - Direzioni delle paleocorrenti misurate in base a 69 *flute casts*, 6 *groove casts* e 14 *parting lineations*. Il valore delle *flute casts* esprime anche il verso delle correnti.

Valore angolare	Flute casts	Groove casts	Parting lineations
20	1	—	—
30	2	—	—
40	1	—	1
60	—	—	3
70	—	—	1
120	3	—	—
130	1	—	—
150	12	—	—
190	3	—	—
270	—	—	1
290	—	1	—
300	1	—	1
310	4	2	1
320	32	3	5
330	1	—	—
340	2	—	1
360	6	—	—

nell'associazione arenaceo-pelitica I, mentre sono subordinate nella litofacies arenacea laminata.

Nella Tab. 7 sono indicati i valori azimutali delle strutture sedimentarie misurate; questi valori sono riportati sul diagramma di Fig. 33. La polimodalità della distribuzione degli azimuth è evidente; si osservano due massimi in corrispondenza di 320° e 140°. Significativi sono anche i valori relativi all'intervallo 0°-40° misurati nella parte centrale del bacino in corrispondenza del maggiore spessore dei corpi arenacei. Tali valori indicano infatti che i clasti provenivano da SW con immissione laterale nel bacino; successivamente si verificava una doppia deflessione (Ricci Lucchi, 1975c) con diramazione delle paleocorrenti che scorrevano in senso opposto, verso NW e SE; l'angolo di sventagliamento è stato valutato in circa 35°.

L'intervallo dei valori 0°-40° si rinviene nell'area compresa tra il fosso dei Cerreti ed il fosso dei Furlani, sul bordo nord-occidentale del bacino, nell'area cioè di maggiore larghezza del bacino stesso, in cui i flussi potevano espandersi, almeno in un primo momento, con maggiore libertà. Quest'area poteva corrispondere infatti ad una insenatura del bordo occidentale della *dorsale umbro-marchigiana*.

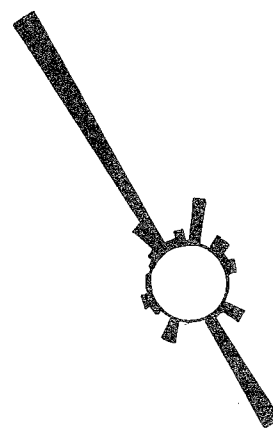


Fig. 33 - Diagramma a rosa delle paleocorrenti in cui si osservano i due massimi in corrispondenza di 320° e 140°.

### 5. FISIOGRAFIA DEL BACINO DELLE ARENARIE DI M. VICINO E DISTRIBUZIONE DEI CORPI ARENACEI

Come già accennato, il bacino delle *Arenarie di M. Vicino* si estende longitudinalmente in di-

reazione appenninica, da M. Vicino a case Scariatto (WSW di Sigillo), con lunghezza di circa 38 Km e con larghezza variabile da un minimo di circa 1,5 Km (estremità sud-orientale) ad un massimo di circa 4 Km (tra Pian della Serra e Vilano); la valutazione della larghezza tiene conto dello stiramento delle pieghe della sinclinale.

Si tratta pertanto di una depressione molto stretta ed allungata, il cui rapporto lunghezza/larghezza, leggermente maggiore di 9, è molto elevato. Tale configurazione ha condizionato in maniera molto netta, come accade sempre nei bacini di questo tipo, la dispersione dei clasti e la disposizione dei corpi arenacei.

Inoltre all'altezza dell'allineamento Branca-Fossato di Vico la depressione era sbarrata da un rialzo strutturale trasversale (6), mentre l'area di M. Vicino-S. Patrignano era relativamente più profonda. Infatti la *Formazione marnoso-arenacea* raggiunge in quest'ultima zona spessori maggiori che non lungo il margine della catena mesozoica e si è depositata in ambiente di piana sottomarina anziché di bordo rialzato. Di conseguenza il profilo longitudinale del bacino risulta asimmetrico: con un gradiente batimetrico positivo (anche se il pendio era poco accentuato) nella estrema parte sud-orientale, negativo in quella nord-occidentale.

Questa situazione morfologica ha complicato ulteriormente la dinamica deposizionale dei flussi gravitativi specialmente per quanto riguarda la dispersione assiale dei sedimenti.

Lo sbocco del "canale alimentatore" era localizzato tra Pian della Serra e M. Perone nella parte centrale del bacino proprio dove questo era più largo. In tale area i sedimenti, provenienti da SW, subivano un primo accumulo, con disposizione a ventaglio, (proprio qui infatti si osservano i maggiori spessori dei depositi) e successivamente venivano smistati verso NW e SE (Fig. 34). Si tratta quindi di uno dei pochi bacini in cui la dispersione assiale è simmetrica rispetto al canale alimentatore.

Poiché le anguste dimensioni del bacino non permettevano un libero espandimento dei flussi gravitativi, si è formato un apparato deposiziona-

(6) - La sommità di questo rialzo era costituita probabilmente da un bassofondo fangoso con faune bentoniche ben sviluppate, da cui dovrebbero provenire sia i blocchi caotici con *Lucina* di case Tiola, sia gli abbondanti bioclasti presenti nei depositi inframiocenici delle sinclinali di Campodiegoli-Campodonico, Fabriano e Argignano-Collamato (da rilevamenti ancora inediti nel F° 301 "Fabriano").

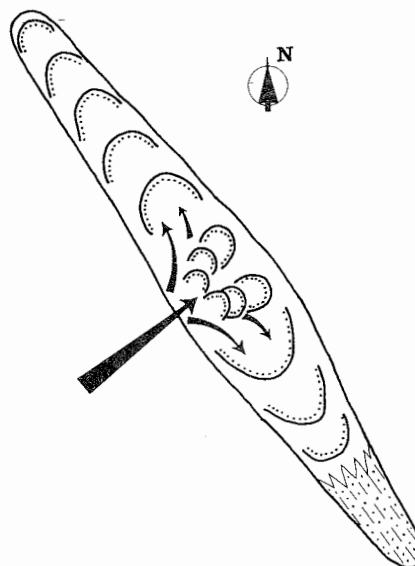


Fig. 34 - Schema di distribuzione delle paleocorrenti e dei lobi sabbiosi nel bacino delle Arenarie di M. Vicino. La prima fase di accrescimento dei lobi è avvenuta probabilmente nella parte centrale del bacino; successivamente si verificava la doppia deflessione dei flussi gravitativi con avanzamento dei lobi verso NW e SE. Nel disegno schematico è indicato l'avanzamento sia dei lobi inferiori sia di quelli superiori. Nella parte sud-orientale del bacino è rappresentato anche lo sfrangiamento dei lobi inferiori, in conseguenza del gradiente batimetrico positivo in questo settore. Le dimensioni del bacino non sono in scala.

le tipico delle cosiddette "conoide affogate", in cui non è possibile riconoscere il pieno sviluppo degli elementi fisiografici caratteristici dei sistemi scarpata-canyon-conoide-piana sottomarina.

Tuttavia le associazioni di facies, distinte e cartografate nelle *Arenarie di M. Vicino* hanno, dal punto di vista della dinamica posizionale, un significato ambientale analogo a quello delle associazioni che caratterizzano i vari elementi delle conoidi di mare profondo. Per questo è possibile identificare, tramite l'*analisi sequenziale*, il *trend* sedimentario e l'evoluzione tettonico-sedimentaria del bacino.

La base della successione è costituita dall'associazione pelitico-arenacea I, che, per le sue caratteristiche, può rappresentare sia depositi di piana sottomarina che di frangia. Ma, poiché nell'inter-

vallo stratigrafico, corrispondente alla deposizione di questa facies, mancano del tutto i corpi sabbiosi riferibili a lobi di conoide, tali sedimenti dovrebbero essere assimilati a depositi di piana sottomarina.

Al di sopra si ritrovano due associazioni tra loro eteropiche, la pelitico-arenacea II e l'arenaceo-pelitica I. Quest'ultima indica la prima fase di avanzamento dei corpi sabbiosi, analogamente a quanto si verifica per i lobi della conoide esterna (lobi inferiori). Ma nel caso in esame, poiché i flussi gravitativi che alimentavano la deposizione dei lobi non potevano espandersi liberamente, essi dopo un primo accumulo nella parte centrale del bacino, erano costretti a scorrere incanalati nel bacino stesso.

Le variazioni di spessore e la complessità dei cicli riscontrate in questa associazione indicherebbero fenomeni di embriciamento dei corpi arenacei, riflettenti nello spazio e nel tempo le pulsazioni dell'alimentazione sabbiosa.

Il motivo per cui l'arenaceo-pelitica I non si è depositata a SE di M. Picognola è da ricercarsi nella particolare morfologia di questa porzione del bacino, caratterizzata da un pendio debolmente inclinato, che collegava il bacino stesso al rialzo strutturale di M. Maggio-Pieve Compresse. Infatti nella estremità sud-orientale del bacino, più rialzata, si depositavano soltanto i sedimenti fini come quelli della pelitico-arenacea II, che rappresentano una facies distale della arenaceo-pelitica I e sono assimilabili a depositi di frangia di conoide esterna.

La deposizione della pelitico-arenacea II era accompagnata da fenomeni erosivi ad opera delle correnti di torbida che tendevano a spianare locali irregolarità del fondo come testimoniano gli *shurried beds* intercalati nella facies di frangia.

Nell'area compresa tra M. Picognola e Serra dei Castagni, al di sopra dell'associazione arenaceo-pelitica I, giace la litofacies arenacea laminata. Le facies arenacee, nel tipico modello di conoide di mare profondo, rappresentano il riempimento dei canali distributori situati nella parte interna dell'apparato. Si è già accennato nel paragrafo 4.2. al fatto che il passaggio tra l'associazione arenaceo-pelitica I e la litofacies arenacea laminata è netto e che non si sono osservati fenomeni erosivi alla base di quest'ultima; inoltre non è stata individuata la presenza di un reticolo di canali distributori minori. Pertanto è da ritenere, nel caso in esame, che i flussi gravitativi ad altissima concentrazione andavano ad "insaccarsi" nel bacino, senza produrre sensibili fenomeni

erosivi, occupandolo per tutta la sua larghezza. Secondo questa ipotesi il bacino stesso, per lo meno entro una certa area e per un limitato periodo di tempo, fungeva probabilmente da vero e proprio canale deposizionale. L'energia dei flussi decresceva poi gradualmente in senso assiale, allontanandosi dalla zona centrale del bacino, e si aveva così la deposizione di una parte dell'associazione arenaceo-pelitica II. Ciò è confermato dal fatto che la litofacies arenacea laminata presenta i maggiori spessori nella parte centrale del bacino e si assottiglia notevolmente, fino a scomparire in direzione assiale.

Secondo quanto indicano i cicli positivi individuati nella litofacies in esame, la deposizione di questa è caratterizzata da energia decrescente verso l'alto (oltre che in senso assiale). Questo fatto indica una fase di riempimento analoga a quella osservata nei canali deposizionali di mare profondo (Nelson & Kulm, 1973) e nelle zone dei canali più distali o di transizione tra conoide interna ed esterna (Ricci Lucchi, 1975b). In altri termini a facies di lobo si sovrapponevano (per lo meno nella zona centrale del bacino) facies analoghe a quelle della conoide interna.

I sedimenti dell'associazione arenaceo-pelitica II, che si estendono dal torrente Burano a M. Vicino, giacciono al disopra o sostituiscono lateralmente, come abbiamo già detto, la litofacies arenacea laminata. Ove quest'ultima non esiste, l'arenaceo-pelitica II (lobi superiori) è praticamente saldata alla arenaceo-pelitica I, di cui ha lo stesso significato ambientale.

La successione delle *Arenarie di M. Vicino* si chiude con i depositi dell'associazione pelitico-arenacea III, anch'essa affiorante dal torrente Burano a M. Vicino. In precedenza si è già accennato alle differenze litologiche che tale associazione presenta a Pian dei Santi e alla Serriola. Esse indicano come la fase finale della sedimentazione nel bacino sia stata caratterizzata da una cessazione pressoché improvvisa degli apporti terrigeni, con conseguente sviluppo di una deposizione fine emipelagica, ricca di resti planctonici. Ad essa si intercalavano sporadiche torbiditi dovute ad una blanda ripresa degli apporti terrigeni che giungevano nel bacino sotto forma di correnti di torbida diluite. Da quanto esposto precedentemente si evince che la successione verticale delle *Arenarie di M. Vicino* è costituita, a partire dal basso, da depositi di: piana sottomarina + frangia → lobi inferiori → depositi canalizzati → lobi superiori → piana sottomarina.

L'analisi sequenziale permette quindi di rico-

noscere un *ciclo sedimentario del primo ordine* (*turbidite suite*; Ricci Lucchi 1975a; 1975b) simmetrico: con carattere regressivo (*progradational suite*), non molto dissimile da quello riconosciuto da Ricci Lucchi per la *Formazione marnoso-arenacea* nella parte inferiore, con carattere trasgressivo (*recessional suite*), tipo quello del bacino della Laga, nella parte superiore.

La profondità media del bacino non sembra aver subito variazioni notevoli per tutta la durata della sedimentazione torbiditica miocenica come indicano le caratteristiche omogenee delle microfane e la presenza di *Helminthoidea crassa*. Infatti le *Arenarie di M. Vicino* si sono depositate sulla *Formazione marnoso-arenacea* il cui ambiente era relativamente profondo. Anche l'ambiente di deposizione dei sedimenti pelitico-arenacei di chiusura, costituiti in prevalenza da emipelagiti, sembra molto simile a quello della *Formazione marnoso-arenacea*. In pratica all'accumulo dei depositi prevalentemente arenacei ha corrisposto una maggiore velocità di subsidenza (o viceversa), compensata però da un aumento dei valori della sedimentazione stessa.

Dall'andamento delle variazioni di spessore dei corpi arenacei descritte nel paragrafo 3.4.7., si rileva che la forma geometrica complessiva della "conoide affogata" è chiaramente lenticolare; il volume dei sedimenti è stato stimato in circa 84 Km<sup>3</sup>.

Per quanto riguarda la velocità media di sedimentazione, in base alle considerazioni cronostratigrafiche ed alla durata assoluta indicata per l'intera sequenza, si può affermare che essa sia stata dell'ordine di 70 cm/1000 anni, mentre nella parte centrale del bacino essa ha raggiunto 130 cm/1000 anni. In Tab. 8 sono riassunti i caratteri fisiografici del bacino.

## 6. LA DEPOSIZIONE DELLE ARENARIE DI M. VICINO NEL QUADRO DELL'EVOLUZIONE TETTONICO-SEDIMENTARIA DEL BACINO UMBRO. CONCLUSIONI

Come fatto generale si rileva che il lungo ciclo sedimentario del *bacino umbro* si chiude nell'area in esame con la deposizione delle *Arenarie di M. Vicino*. Questo fenomeno va posto in relazione con una importante fase tettonica, particolarmente attiva ai fini del modellamento dei fondi marini, che nel corso del Tortoniano ha modificato in maniera sostanziale la paleogeografia preesistente.

Del grande bacino tobiditico umbro-romagno-

lo rimangono solo alcuni "relitti", rappresentati dalle depressioni di M. Vicino-C. Scarialetto, qui in esame, e di Torgiano-Pontefelcino (a ESE di Perugia), in cui continua la sedimentazione torbiditica. Altre aree, localizzate più a nord di quelle ora accennate (Badia Tedalda, Verghereto, ecc.), rappresentano, invece, zone più rialzate e marginali, dove si depositano facies di scarpata, come le *Marne di Verghereto*.

Sempre durante il Tortoniano sia il *bacino marchigiano* s.l. (Centamore ed altri, 1973; 1975; 1976), o *bacino periadriatico* (Ricci Lucchi, 1975b), che la *piattaforma laziale-abruzzese* si smembrano definitivamente. Si verifica così la formazione di *bacini minori* (Centamore ed altri, 1973; 1975; 1976; Ricci Lucchi, 1975b), stretti ed allungati secondo gli assi appenninici, spesso delimitati da faglie sinsedimentarie, in cui si depositano torbiditi e localizzati ammassi caotici di conglomerati poligenici, formati a spese di strutture in rapida evoluzione positiva. In tali bacini, caratterizzati da dimensioni piuttosto limitate (specialmente per quanto riguarda la loro larghezza), le torbiditi si dispongono secondo apparati deposizionali deformati, perché condizionati da situazioni morfologiche assai diverse rispetto a quelle che si ritrovano sul precedente e più vasto bacino miocenico, dove i flussi gravitativi hanno potuto espandersi liberamente.

Infine è sempre nel Tortoniano che prende forma definitiva il bacino della Laga.

Ciò premesso, l'esame dettagliato dei fatti sopra indicati in linea generale consente di rilevare particolarità piuttosto interessanti nell'evoluzione dell'area compresa tra la Valle Tiberina e la *dorsale umbro-marchigiana* durante il Miocene (Fig. 35).

All'inizio di questo periodo su tutto il dominio umbro-marchigiano si depositano i sedimenti emipelagici del *Bisciaro* e dello *Schlier*, che sono piuttosto uniformi, nelle litofacies e negli spessori, in tutta la loro riconosciuta estensione, anche se localmente presentano piccole variazioni.

Subito dopo si manifesta, nell'area occidentale di questa vasta regione, una veloce subsidenza, che porta all'individuazione del *bacino umbro*, in cui dal Langhiano medio-superiore al Serravalliano, si depositano le torbiditi della *Formazione marnoso-arenacea*; nel resto della regione continua invece la deposizione dello *Schlier* (Centamore ed altri, 1973; 1975; 1976; Jacobacci ed altri, 1974).

L'area immediatamente a ridosso del fianco occidentale della *dorsale umbro-marchigiana* rap-

**TABELLA 8** - Dati fisiografici del bacino delle *Arenarie di M. Vicino*.

1. *Forma del bacino*: stretta ed allungata; rapporto lunghezza/larghezza leggermente maggiore di 9.
2. *Profondità del bacino*: verosimilmente nell'ordine di 1000-3000 m.
3. *Spessore massimo dei sedimenti*: 1370 m.
4. *Profilo longitudinale del bacino*: asimmetrico, con gradiente batimetrico positivo nella porzione sud-orientale, negativo in quella nord-occidentale.
5. *Volume dei sedimenti*: 84 Km<sup>3</sup>.
6. *Tipi di flussi gravitativi*: flussi ad alta concentrazione; flussi molto viscosi; correnti di torbida classiche di tipo maturo; correnti di torbida diluite.
7. *Biozone ed età*: porzione inferiore della zona a *Globorotalia acostaensis acostaensis* di D'Onofrio ed altri (1975) corrispondente alla subzona a *Globorotalia continuosa* ed a parte della subzona a *Globigerinoides obliquus extremus* degli stessi Autori. Tortonianiano inferiore-medio.
8. *Durata della sedimentazione*: poco più di un milione di anni.
9. *Velocità media di sedimentazione*: 70 cm/1000 anni.
10. *Forma geometrica complessiva dei corpi arenacei*: cuneiforme-lenticolare.
11. *Tipo di apparato deposizionale*: conoide sottomarina affogata.
12. *Schema di distribuzione delle paleocorrenti*: a) immissione dei clasti laterale al bacino con provenienza da SW; doppia deflessione dei flussi gravitativi verso SE e NW; b) accrescimento dei lobi sabbiosi: simmetrico rispetto alla direzione di apporto.



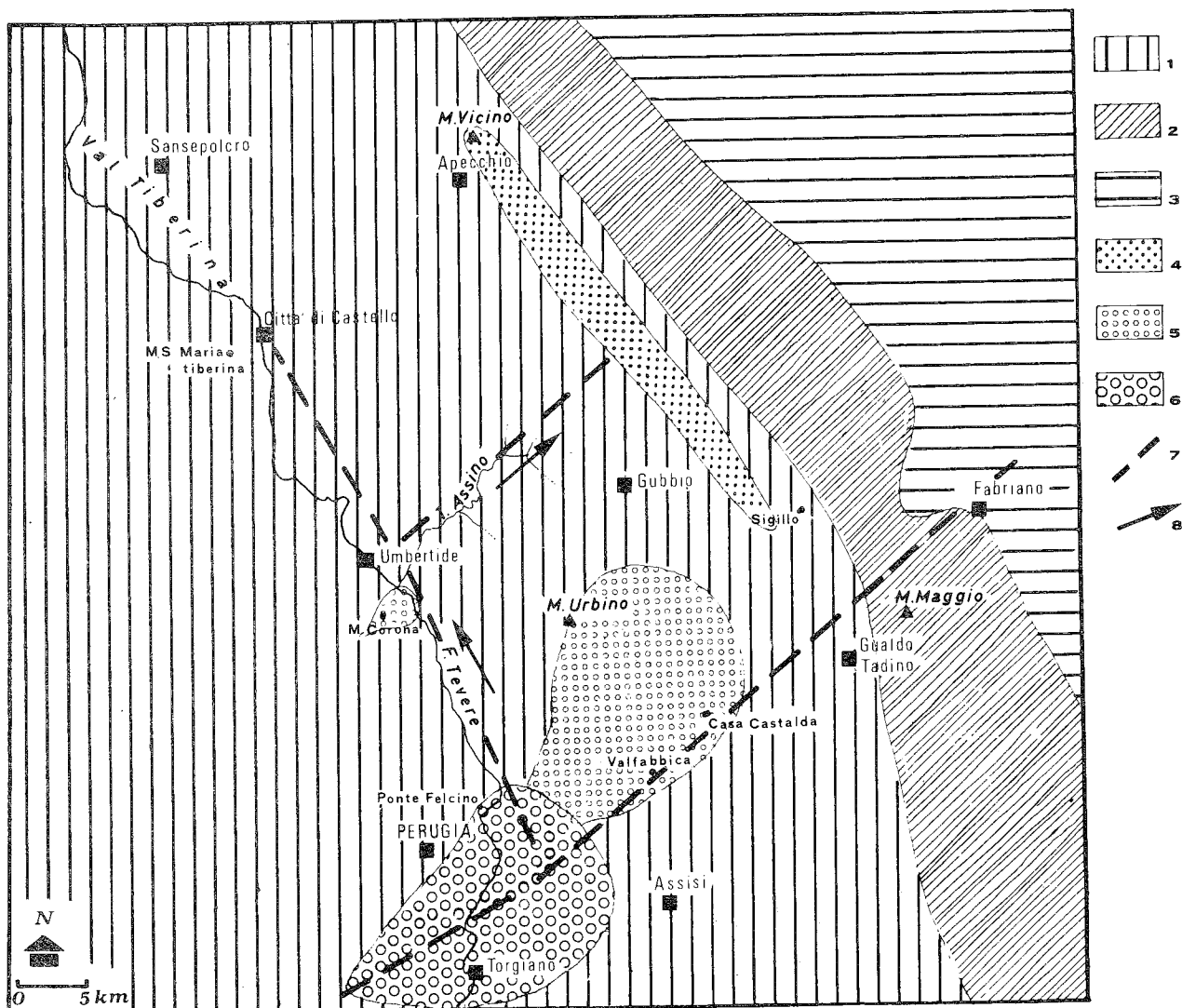


Fig. 35 - Carta della distribuzione dei bacini e delle facies torbiditiche e non nelle Marche settentrionali. 1) Bacino umbro; 2) Dorsale umbro-marchigiana; 3) Bacino marchigiano; 4) Bacino di M. Vicino; 5) Conoidi sottomarine inframesomioceniche di apporto trasversale; 6) Delta-conoide di Torgiano-Pontefelcino; 7) Faglie; 8) Probabile percorso delle torbiditi che alimentavano il bacino di M. Vicino.

presenta, durante questo lasso di tempo, il bordo rialzato del bacino torbiditico, in cui si depositano le facies pelitico-arenacee più distali, con spessori piuttosto modesti (300-400 m). La diversa evoluzione del fondo marino controlla l'eteropia tra la *Formazione marnoso-arenacea* e lo *Schlier* sedimentati in questa zona.

L'area compresa tra la Valle Tiberina e l'allineamento Apecchio-Gubbio rappresenta invece la parte più profonda del bacino, in cui si accumulano depositi di diversa provenienza, con spessori abbastanza rilevanti (talora oltre 2500 m) per una notevole velocità di accumulo; vi si manifestano inoltre vistosi fenomeni di scivolamento gravitativo, che causano la formazione di *slumpings* intraformazionali o la messa in posto

di estesi lembi di unità alloctone, scaricati dal margine occidentale del bacino stesso.

La maggior parte dei materiali clastici è di provenienza nord-occidentale (alpina), ma non mancano sedimenti provenienti da W o SW e da SE. Quelli con direzione di apporto da SE sono quasi esclusivamente calcarei e provengono dal disfacimento della *piattaforma laziale-abruzzese*. Quelli con provenienza occidentale o sud-occidentale danno forma ad apparati distributori minori con sedimenti arenacei, evidentemente riciclati, (come quelli di Monte S. Maria di Tiberina-Città di Castello-Sansepolcro e di M. Urbino-Valfabbrica-Casa Castalda) o a depositi del tipo "strato Contessa", a composizione calcareo-terrigena; in questi casi i clasti, provenienti da W o

SW, vengono smistati generalmente verso NW.

Le differenze di spessore delle successioni infra-mesomioceniche dell'area occidentale, messe in evidenza dallo "strato Contessa" usato come livello di correlazione, indicano che il fondo marino non è piatto e uniforme, ma presenta diverse irregolarità morfologiche, che, nell'area in esame, possono essere costituite dalla dorsale di Gubbio, in evoluzione, e da una struttura positiva ad andamento trasversale, corrispondente all'incirca all'allineamento M. Maggio-Pieve Compresseto (che si prolunga verso est fino a Fabriano-Albacina e, verso ovest, fino a Torgiano). Questi elementi strutturali assumeranno una certa importanza nell'evoluzione paleogeografica posteriore.

All'inizio del Tortoniano il quadro sopra descritto cambia profondamente: come già accennato, la sedimentazione torbiditica continua soltanto nelle aree di M. Vicino-C. Scarialetto e di Torgiano-Pontefelcino. Ma mentre per la prima si può parlare di depositi di mare profondo, per la seconda sembrerebbe trattarsi in parte (anche se mancano tuttora studi di dettaglio) di un *delta-conoide* (nel senso di Farabegoli & Ricci Lucchi, 1973; di Ricci Lucchi, 1975b e di Centamore ed altri, 1976).

Dunque la parte più profonda del bacino tortoniano è ubicata parecchi chilometri più a NE rispetto all'asse del *bacino umbro* e la deposizione delle torbiditi avviene in un'area assai più ristretta, prima localizzata all'estremo bordo nord-orientale di quest'ultimo. Inoltre i depositi provengono esclusivamente da SW, come indicano chiaramente le direzioni di corrente misurate allo sbocco del canale alimentatore delle *Arenarie di M. Vicino*.

Tutto ciò si può verificare soltanto con un basculamento del *bacino umbro*; l'intera fascia sud-occidentale di questo deve sollevarsi, forse fino ad emergere in parte, ma certamente in condizioni tali da non poter ricevere ulteriori torbiditi, mentre la dorsale *umbro-marchigiana* costituisce, come in precedenza, un alto strutturale relativamente stabile.

Una conferma indiretta di questo basculamento si ricava dall'esame dei mutui rapporti intercorrenti tra *bacino umbro* e *piattaforma laziale-abruzzese*, durante il Miocene.

Infatti: (a) nel Miocene inferiore la piattaforma si trova in posizione più elevata ed alimenta con i suoi detriti (anche se in misura non rilevante) il bacino umbro-romagnolo (bacino interno di Ricci Lucchi, 1975b); essa inoltre non presen-

ta traccia alcuna di sedimentazione terrigena.

(b) Dopo il Serravalliano la piattaforma si disarticola, a causa di una subsidenza differenziata che favorisce, al suo interno, la formazione di depressioni lunghe, relativamente strette e rapidamente subsidenti (Valle del Sacco, Valle del Liri, ecc.). In queste depressioni vanno ad accumularsi depositi terrigeni, con composizione mineralogica assai simile a quella della *Formazione marnoso-arenacea*, provenienti da aree poste a nord della piattaforma, forse in gran parte a spese della *Formazione marnoso-arenacea* stessa (Bergomi ed altri, 1975); tali torbiditi si depositano anche in aree interne della piattaforma, relativamente più rialzate ("canali interni" di Bergomi ed altri, 1975).

(c) In concomitanza ai fatti evidenziati al punto (b), si rileva che mancano del tutto gli apporti detritici calcarei provenienti dalla piattaforma nei sedimenti terrigeni tortoniani dell'area umbro-marchigiana.

Nel Tortoniano quindi si verifica una marcata inversione della subsidenza tra il dominio umbro-marchigiano e quello laziale-abruzzese (7); inoltre, nella parte del *bacino umbro* qui esaminata prendono definitivamente forma quelle strutture, appena delineate in precedenza, come la dorsale di Gubbio ed il rialzo trasversale M. Maggio-Pieve Compresseto. Queste, assieme alla *dorsale umbro-marchigiana*, delimitano i bordi del bacino di M. Vicino, le cui scarpate marginali sono, dal punto di vista sedimentario, passive, poiché non alimentano il bacino con i loro detriti e non sembrano essere interessate da frane.

I depositi clastici vengono convogliati nella depressione tramite un canale che sbocca tra Pian della Serra e M. Perone. Dalle direzioni di corrente misurate in questa zona, esso dovrebbe avere un andamento SW-NE, trasversale cioè alle direttrici appenniniche, e probabilmente coincidente o parallelo alla attuale Valle dell'Assino.

Di tale canale non rimane, però, alcuna traccia. Ciò può dipendere dal fatto che esso non era di tipo erosivo o deposizionale (Nelson & Hulm, 1973), ma forse era costituito da una depressione sottomarina, poco sinuosa e poco profonda,

(7) - Il basculamento dell'area umbra era accompagnato probabilmente da uno sbloccamento a gradinata, per faglie dirette. La successiva accentuazione del pendio regionale potrebbe aver provocato poi la rotazione e l'accatastamento verso NE dei vari blocchi, originando quell'assetto strutturale noto come *struttura romagnola* (Signorini, 1941; Centamore & Jacobacci, 1969; Centamore ed altri, 1973; Jacobacci ed altri, 1974).



molto probabilmente delimitata da faglie trasversali, che permetteva soltanto lo scorrimento dei flussi gravitativi verso il bacino.

Per quanto riguarda l'area di alimentazione delle *Arenarie di M. Vicino*, in base alla loro composizione mineralogica si può escludere che esse derivino dal "riciclaggio" della *Formazione marnoso-arenacea*, benché il canale adduttore atterrisca o incida tale formazione per tutta la sua estensione.

Perciò essa deve essere ricercata ancora più ad W o SW, quindi nelle aree di affioramento della "sequenza toscana" (ed in particolare del *Mactignone* s.l.), dei *Complessi tosco-emiliani* e forse delle unità inframioceniche toscane, che, all'inizio del Tortoniano, potevano essere in fase di emersione oppure localizzate nella piattaforma continentale di quel periodo (8).

In un quadro siffatto gli elementi più discutibili riguardano quasi esclusivamente la configurazione delle vie di scorrimento delle torbiditi.

Infatti, come abbiamo già accennato, non si ha alcuna traccia del canale alimentatore delle *Arenarie di M. Vicino*, se non del suo sbocco nella parte mediana del bacino. Ricci Lucchi (1975b) accenna alla presenza di una conoide minore nei pressi di Montecorona (Umbertide), cioè più a SW rispetto al bacino di M. Vicino; in tale eventualità, questa conoide potrebbe rappresentare la "sorgente" che alimenta la formazione in esame. Ma per tali ipotesi è necessario una verifica in quanto l'età dei sedimenti affioranti intorno a Montecorona risulterebbe essere di età non più recente del Serravalliano e quindi coeva degli altri apparati minori riconosciuti nel bacino *umbro* (M. S. Maria Tiberina-Città di Castello-Sansepolcro e M. Urbino-Valfabbrica-Casa Castalda).

Pertanto, così stando le cose, non sembra accettabile che tale conoide sia stata attiva nel Tortoniano.

Se si considera invece l'apparato di Torgiano-Pontefelcino coevo di quello di M. Vicino, si può avanzare una seconda ipotesi che meglio potrebbe rispondere ai dati attualmente disponibili.

Nell'area di Torgiano-Pontefelcino affiorano depositi arenaceo-conglomeratici e arenacei di età tortoniana, con facies molto più "prossimale" di quelle delle *Arenarie di M. Vicino*; lo stesso Ricci Lucchi (1975b) riconosce che tali depo-

(8) - Il rinvenimento nelle *Arenarie di M. Vicino* di faune epineritiche e litorali rimaneggiate confermerebbe questa ipotesi.

siti appartengono ad un *delta-conoide*.

L'apparato di Torgiano-Pontefelcino e quello di M. Urbino-Valfabbrica-Casa Castalda, pur di diversa età, hanno i rispettivi apici ubicati sullo stesso allineamento, che ha delineato in definitiva, per tempi relativamente lunghi, la via di scorrimento verso NE delle torbiditi. Quest'ultima corrisponde in pratica ad una linea tettonica antica, che è stata attiva più volte dal Neogene al Quaternario, e che costituisce forse il prolungamento verso SW dell'allineamento Albacina-Fabriziano-M. Maggio-Pieve Compresseto (9).

Però, mentre nella conoide inframiocenica di M. Urbino-Valfabbrica-Casa Castalda le torbiditi potevano espandersi liberamente nella piana sottomarina verso SE e NE, fin quasi ai margini della *dorsale umbro-marchigiana*, i flussi gravitativi del Tortoniano trovavano la strada sbarrata verso E e verso S dal sollevamento della zolla di Assisi-Gualdo Tadino e di quella di Gubbio, la quale intanto è interessata anche da un basculamento verso NE.

Essi sono in tal modo costretti a scorrere al margine occidentale di quest'ultima zolla, seguendo pressapoco il corso attuale del Tevere (ma in senso inverso) fino all'altezza di Montecorona. Da qui si diparte una depressione ad andamento trasversale (anche questa localizzata lungo vecchie linee tettoniche riattivate), che taglia la zolla anzidetta e comunica con il bacino di M. Vicino.

In questa maniera i materiali delle *Arenarie di M. Vicino* avrebbero attraversato la sottostante *Formazione marnoso-arenacea* senza provocare vistosi fenomeni erosivi, passando da un ambiente peritorale (quale quello del *delta-conoide*) ad un ambiente localmente più profondo, attraverso un percorso impostato e controllato dalla tettonica in atto.

A questa si accompagna probabilmente un'incremento della velocità di subsidenza nell'area di M. Vicino-C. Scarialetto, che viene compensata però dalla velocità di sedimentazione. Infatti non sembra che la profondità media del bacino subisca variazioni notevoli durante il Tortoniano.

(9) - Martelli in Jacobacci ed altri, (1970) fa notare che la Valle del Tevere, "di evidente impostazione tettonica ed ancora oggi sede di movimenti sismici", si sviluppa da NNW a SSE fino all'altezza di Perugia, dove devia bruscamente verso SW fino a Marsciano. In questo tratto il Tevere molto probabilmente scorre parallelamente all'allineamento tettonico in esame.

## RINGRAZIAMENTI

Gli Autori ringraziano vivamente E. Mutti e F. Ricci Lucchi per le proficue discussioni sul terreno e per la lettura del manoscritto; E. Catenacci e B. Compagnoni che hanno esaminato, rispettivamente, alcune sezioni sottili di calcareniti della *Formazione marnoso-arenacea* e le

macrofaune delle *Arenarie di M. Vicino*; A. Jacobacci per i consigli e le discussioni sul testo; N. Malferrari per la fattiva collaborazione nella cartografia delle facies.

Roma, *Servizio Geologico d'Italia e Istituto di Geologia dell'Università di Camerino*.

Data di presentazione del manoscritto: settembre 1977.

## BIBLIOGRAFIA

- ABBATE E. & SAGRI M. (1970) - *The eugeo-synclinal sequence*. In: *Development of the Northern Apennines geosyncline*. (Sestini G. editor), *Sedim. Geol.*, v. 4, 3-4, 251-340.
- BAGNOLD R.A. (1962) - *Auto-suspension of transported sediment; turbidity currents*. *Roy. Soc. London Proc.*, sez. A, 265, 315-319.
- BERGOMI C., CENTAMORE E., CHIOCCHINI U., MOLINARI V., SALVATI L. & TILIA A. (1975) - *Le torbiditi tortoniane della media valle del F. Sacco (Lazio centro-meridionale) nel quadro della evoluzione strutturale della zona*. *Boll. Serv. Geol. d'It.*, 95, 29-68.
- BOUMA A.H. (1962) - *Sedimentology of some flysch deposits*. Elsevier, Amsterdam, 168 pp.
- CENTAMORE E. & JACOBACCI A. (1969) - *Osservazioni stratigrafiche e tettoniche nei sedimenti miocenici ad oriente del F. Tevere nel F<sup>o</sup> 115 "Città di Castello"*. *Boll. Serv. Geol. d'It.*, 89, 37-52.
- CENTAMORE E., JACOBACCI A. & MARTELLI G. (1973) - *Modello strutturale umbro-marchigiano. Correlazioni con le regioni adiacenti*. *Boll. Serv. Geol. d'It.*, 93, 155-188.
- CENTAMORE E., CATENACCI V., CHIOCCHINI M., CHIOCCHINI U., JACOBACCI A., MARTELLI G., MICARELLI A. & VALLETTA M. (1975) - *Note illustrative del Foglio 291 "Pergola" alla scala 1:50.000*.
- CENTAMORE E., CHIOCCHINI U., RICCI LUCCHI F. & SALVATI L. (1976) - *La sedimentazione clastica del Miocene medio-superiore nel bacino marchigiano interno tra il T. Tarugo ed Arcevia*. *Studi Geologici Camerti*, 2, 73-104.
- CESTARI G., CHIOCCHINI U., CRESCENZI V., MANGANELLI V., & PANSERI C. (1976) - *Le torbiditi pelitico-arenacee di piana sottomarina del T. Trasubbino (Toscana meridionale, prov. di Grosseto)*. *Boll. Soc. Geol. It.*, 95, 951-966.
- CIPRIANI C. & MALESANI P. (1963a) - *Ricerche sulle arenarie: VII) La composizione mineralogica di una serie di rocce della Formazione marnoso-arenacea*. *Periodico di Min.*, 32, 304-342.
- CIPRIANI C. & MALESANI P. (1963b) - *Ricerche sulle arenarie: VIII) Determinazioni microscopiche sulle arenarie delle formazioni del macigno e marnoso-arenacea*. *Periodico di Min.*, 32, 343-385.
- CIPRIANI C. & MALESANI P. (1964) - *Ricerche sulle arenarie: IX) Caratterizzazione e distribuzione geografica delle arenarie appenniniche oligoceniche e mioceniche*. *Mem. Soc. Geol. It.*, 4, 339-375.
- D'ONOFRIO S., GIANNELLI L., IACCARINO S., MORLOTTI E., ROMEO M., SALVATORINI G., SAMPO' M. & SPROVIERI R. (1975) - *Planktonic foraminifera of the Upper Miocene from some Italian sections and the problem of the lower boundary of the Messinian*. *Boll. Soc. Paleont. It.*, 14, 177-196.
- DUNHAM R.J. (1962) - *Classification of carbonate rocks according to depositional texture. Classification of Carbonate Rocks*. *AAPG, Mem.*, 1, 108-121.
- FARABEGOLI E. & RICCI LUCCHI F. (1973) - *Studio sedimentologico di alcuni conglomerati messiniani dell'avanfossa padano-appenninica*. *Atti Soc. Nat. Mat. Modena*, 104, 193-238.
- FOLK R.L. (1974) - *Petrology of sedimentary rocks*. Hemphill Publ. Co., Austin, Texas, 182 pp.
- JACOBACCI A., BERGOMI C., CENTAMORE E., MALATESTA A., MALFERRARI N., MARTELLI G., PANNUZZI L. & ZATTINI N. (1970) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000; Fogli 115, 122, 130, "Ercolano"*. 152 pp.
- JACOBACCI A., CENTAMORE E., CHIOCCHINI M., MALFERRARI N., MARTELLI G. & MICARELLI A. (1974) - *Note esplicative della Carta Geologica d'Italia, Foglio 290 "Cagli" alla scala 1:50.000*.
- KRUIT C., BROUWER J., KNOX G., SCHOLLNBERGER W. & VAN VLIET A. (1975) - *Une excursion au cônes d'alluvions en eau profonde d'âge Tertiaire de San Sebastian (Province de*

- Guipuzcoa, España). Field Trip Guidebook Z23, IX Intern. Congr. Sedim., Nice, France, 75 pp.
- KRUMBEIN W.C. & SLOSS L.L. (1963) - *Stratigraphy and sedimentation*. II ed., W.H. Freeman and Company, 660 pp.
- MICARELLI A. (1969) - *Studio micropaleontologico e stratigrafico di alcune serie mioceniche tra il F. Tevere e la catena del M. Nerone*. Mem. Soc. Geol. It., 8, 273-287.
- MIDDLETON G.V. & HAMPTON M.A. (1973) - *Sediment gravity flows: mechanics of flow and deposition*. In: SEPM, Pacific Section, Short Course, *Turbidites and deep-water sedimentation*, 1-38.
- MUTTI E. (1974) - *Examples of ancient deep-sea fan deposits from circum-mediterranean geosynclines*. In: *Modern and ancient geosynclinal sedimentation* (R.H. Dott. jr. & R.H. Shaver editors) SEPM, Special Publication, 19, 92-105.
- MUTTI E. (1977) - *Distinctive thin-bedded turbidite facies and related depositional environments in the Eocene Hecho Group (South-central Pyrenees, Spain)*. Sedim. 24, 107-131.
- MUTTI E. & GHIBAUDO G. (1972) - *Un esempio di torbiditi di conoide sottomarina esterna: le Arenarie di S. Salvatore (Formazione di Bobbio, Miocene) nell'Appennino di Piacenza*. Mem. Acc. Sc. Torino, Let. Sc. Fis. Mat. Nat., ser. 4, 16, 40 pp. (estratto).
- 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. (1975) - *Turbidite facies and facies associations*. In: *Examples of turbidite facies and facies association from selected Formations of Northern Apennines. Field Trip A11*. IX Intern. Congr. of Sedimentology, Nice, France, 21-36.
- MUTTI E., NILSEN T.H. & RICCI LUCCHI F. - *Sedimentology of outer-fan depositional lobes of the upper Miocene and lower Pliocene Laga Formation, east-central Italy*. Am. Meeting, SEPM A.A.P.G., New Orleans, maggio 1976, in corso di stampa.
- NELSON C.H. & KULM L.D. (1973) - *Submarine fans and deep-sea channels*. In: SEPM, Pacific Section, Short Course, *Turbidites and deep-water sedimentation*, 39-78.
- PAREA G.C. & RICCI LUCCHI F. (1975) - *Turbidite key beds as indicators of ancient deep-sea plains*. IX Congr. Intern. de Sedim., Nice, France, theme 5, 235-245.
- PETTIJOHN F.J. (1975) - *Sedimentary rocks*. III edition. Harper & Row Publ., New York, 628 pp.
- RENZI G. (1964) - *Un probabile livello guida nella formazione marnoso-arenacea romagnola nei dintorni di Marradi e Palazzuolo*. Quad. Stu. di Rom., 1, 15-20.
- RICCI LUCCHI F. (1975a) - *Depositional cycles in two turbidite formations of Northern Apennines (Italy)*. Journ. Sed. Petr., 45, 3-43.
- RICCI LUCCHI F. (1975b) - *Miocene paleogeography and basin analysis in Periadriatic Apennines*. Reprinted from *Geology of Italy* P.E.S.L., Tripoli, 111 pp.
- RICCI LUCCHI F. (1975c) - *Sediment dispersal in turbidite basins: examples from the Miocene of Northern Apennines*. IX Congr. Int. de Sedim., Nice, France, theme 5, 347-355.
- RICCI LUCCHI F. & PAREA G.C. (1973) - *Cicli deposizionali (megasequenze) nelle torbiditi di conoide sottomarina: Formazione della Laga (Appennino marchigiano-abruzzese)*. Atti Soc. Nat. Mat. in Modena, 104, 247-283.
- RICCI LUCCHI F. & PIALLI G. (1973) - *Apporti secondari nella Marnoso-arenacea: 1. Torbiditi di conoide e di pianura sottomarina a ENE di Perugia*. Boll. Soc. Geol. It., 92, 669-712.
- RYAN W.F.B., CITA M.B., DREYFUS RAWSON M., BURCKLE L.H. & SAITO T. (1974) - *A paleomagnetic assignment of Neogene stage boundaries and the development of isochronous datum planes between the Mediterranean, the Pacific and Indian Oceans in order to investigate the response of the world ocean to the Mediterranean "Salinity Crisis"*. Riv. It. Paleont., 80, 631-688.
- SEILACHER A. (1967) - *Bathymetry of trace*

*fossils*. Mar. Geol., 5, 413-428.

SEILACHER A. (1973) - *Biostratinomy: the sedimentology of biologically standardized particles*. Evolving Concepts in Sedimentology, RN Giusburg, 105-177.

SELLI R. (1954) - *Il bacino del Metauro*. Giorn. di Geol., 24, 268 pp.

SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1952) - *Carta Geologica d'Italia, Foglio 116 "Gubbio"*; scala 1:100.000.

SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1969) -

*Carta Geologica d'Italia, Foglio 115 "Città di Castello"*; scala 1:100.000.

SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1972) - *Carta Geologica d'Italia, Foglio 290 "Cagli"*; scala 1:50.000.

SIGNORINI R. (1941) - *Struttura dell'Appennino tra la Val Tiberina e l'Urbinate*. Giorn. di Geol., ser. II, 15, 17-29.

YOUNG S.W. (1976) - *Petrographic textures of detrital polycrystalline quartz as an aid to interpreting crystalline source rocks*. Journ. Sed. Petr., 3, 595-603.

