Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., Serie A, **97** (1990)
pagg. 65-84, figg. 14

N.P. CAPUANO (*)

SEDIMENTAZIONE E TETTONICA DEL PLIOCENE NORD-MARCHIGIANO

Riassunto — L'attuale configurazione dell'avanfossa pliocenica nord-marchigiana, differenziata nei due bacini adiacenti di Montecalvo in Foglia e di Monteluro, è interpretata secondo il modello strutturale di propagazione di «piggyback thrust».
L'applicazione di detto modello è basato sulla ricostruzione geometrico-sedimentaria, sui dati biostratigrafici applicati al significato paleoecologico dei corpi sedimentari, e sul carattere deposizionale dei bacini.

Tali bacini, individuati durante l'evento tettonico compressivo del Messiniano superiore-Pliocene inferiore, pur essendo adiacenti hanno avuto una storia evolutiva indipendente. In essi la sedimentazione inizia con l'ingressione marina pliocenica (zona a *Sphaeroidinellopsis spp.*). La discontinuità tettonico-sedimentaria infrapliocenica è documentata dall'assenza della zona a *G. margaritae* e dall'inclusione delle coltri «liguridi» nel bacino di Montecalvo in Foglia. Successivamente la sedimentazione riprende in entrambi i bacini con la trasgressione del Pliocene inferiore parte alta (zona a *G. puncticulata*).

L'ambiente deposizionale nel bacino di Montecalvo in Foglia si è mantenuto fra l'«epibatiale alto» ed il «neritico», mentre nel bacino di Monteluro l'ambiente di deposizione è stato di tipo «epibatiale basso» tendente al «batiale».

Abstract — *Structural and sedimentological features of the North Marchean Pliocene.* Two adjacent basins of the North-Marchean pliocenic foredeep, Montecalvo in Foglia and Monteluro, have been studied.

Their present depositional pattern is explained by the piggyback thrust propagation model.

During the compressive tectonic event, from the upper Messinian to the lower Pliocene, these basins evolved independently. The sedimentation started with the marine pliocenic ingression (*Sphaeroidinellopsis spp.* Zone).

Evidence of an infrapliocenic tectonic-sedimentological discontinuity derives from the absence of the *G. margaritae* Zone and the presence of «allochthonous chaotic units» in the Montecalvo in Foglia basin. The sedimentation continues later in both basins during the lower Pliocene (*G. puncticulata* Zone).

Contributo n. 5 sul tema C.N.R. «Ruolo della tettonica trascorrente e verticale nel Neogene del Mediterraneo».

(*) Istituto di Geologia Applicata dell'Università, Via M. Oddi 14, 61029 Urbino.

In the Montecalvo in Foglia basin the deposition environment was mainly «high epibatial» to «neritic», whereas in the Monteluro basin the environment was «low epibatial» to «batial».

Key words — Piggyback basin, Pliocenic foredeep, tectonic and sedimentation, paleogeography, North Marchean Apennines.

1. Premessa

La successione dei terreni pliocenici dell'Appennino marchigiano settentrionale compresa tra il fiume Conca ed il fiume Foglia costituisce il riempimento di due bacini sedimentari distinti (bacino di Montecalvo in Foglia e bacino di Monteluro), confinati, rispetto all'avanfossa adriatica, da due alti strutturali miocenici (Figg. 1 e

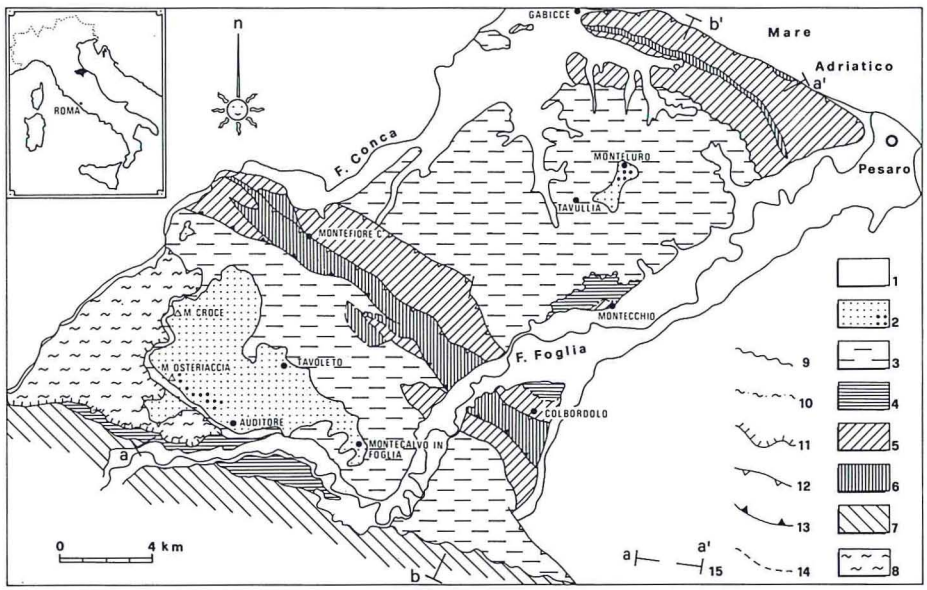


Fig. 1 - Carta geologica schematica dei bacini di Montecalvo in Foglia e di Monteluro. 1) depositi alluvionali (Pleistocene - Olocene); 2) arenarie e conglomerati (Pliocene inferiore, zona a *G. puncticulata - G. bononiensis*); 3) peliti e siltiti grigio-azzurre (Pliocene inferiore, zona a *G. puncticulata*); 4) peliti e argille marnose grigio-azzurre (Pliocene inferiore, zona a *Sphaeroidinellopsis spp.*); 5) formazione a Colombacci, formazione di San Donato (Messiniano superiore); 6) formazione Gessoso-solfifera, Marnoso-arenacea, Schlier (Serravalliano - Messiniano medio); 7) formazioni come indicate nei punti 5 e 6 non differenziate; 8) coltre alloctona del Montefeltro; 9) trasgressione pliocenica = zona a *G. puncticulata*; 10) trasgressione pliocenica = zona a *Sphaeroidinellopsis spp.*; 11) contatto tra la successione umbro-marchigiano-romagnola e la coltre alloctona del Montefeltro; 12) sovrascorrimento; 13) retroscorrimento; 14) faglie secondarie; 15) Traccia di sezione geologica.

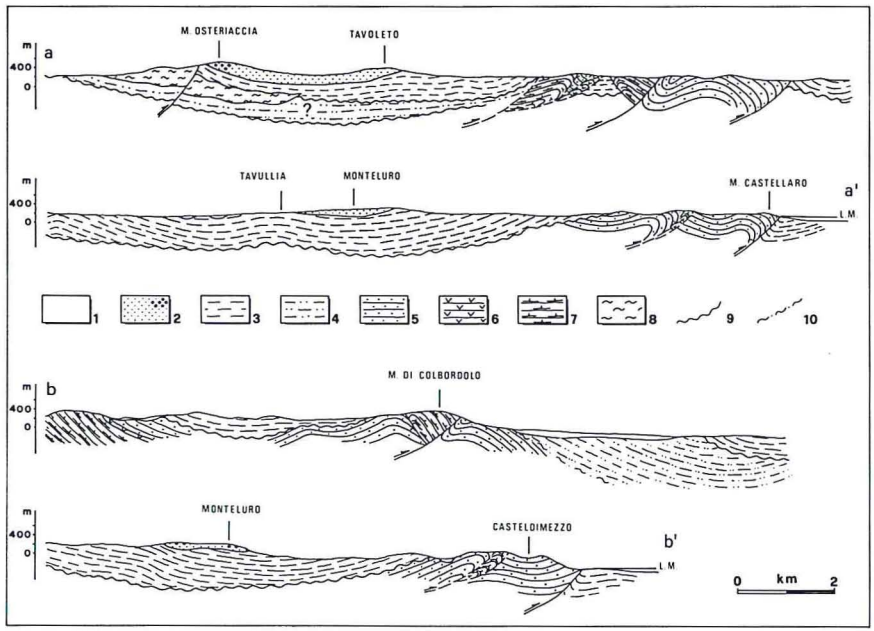


Fig. 2 - Sezioni geologiche. 1) depositi alluvionali (Pleistocene - Olocene); 2) arenarie e conglomerati (Pliocene inferiore, zona a *G. puncticulata* - zona a *G. bononiensis*); 3) peliti e siltiti grigio-azzurre (Pliocene inferiore, zona a *G. puncticulata*); 4) peliti e argille-marnose grigio-azzurre (Pliocene inferiore, zona a *Sphaeroidinellopsis spp.*), 5) formazione a Colombacci, formazione di San Donato (Messiniano superiore); 6) formazione Gessoso-solfifera (Messiniano medio); 7) Schlier (Serravalliano-Messiniano inferiore); 8) Coltre alloctona del Montefeltro (Pliocene inferiore, zona a *G. margaritae* - zona a *G. puncticulata*); 9) trasgressione pliocenica, zona a *G. puncticulata*; 10) trasgressione pliocenica, zona a *Sphaeroidinellopsis spp.*

2). Nel presente studio l'aspetto morfologico-strutturale di questi due bacini è stato interpretato nell'ambito di uno schema strutturale di propagazione di «piggyback thrust» (Ori e Friend, 1984); inoltre sono stati esaminati i caratteri stratigrafici e sedimentologici delle due sequenze plioceniche adiacenti, che occupano settori diversi rispetto agli alti strutturali di cui sopra.

Questa ricerca rientra in un programma di studio dell'evoluzione sedimentaria e tettonica dei bacini pliocenici «esterni» dell'avanfossa nord-marchigiana, che ha lo scopo di individuare le aree di provenienza del materiale sedimentario, i processi deposizionali, gli ambienti di sedimentazione e la loro evoluzione paleogeografica.

Le indagini preliminari condotte in detti bacini hanno fatto registrare significative differenze dall'uno all'altro sia di tipo paleoambientale che paleogeografico. Al contempo numerose sono apparse

le analogie con altre successioni plioceniche affioranti in aree limitrofe dall'Appennino emiliano-romagnolo (Ricci Lucchi *et al.*, 1982; Ceretti e Colalongo, 1984; Barbieri e Capozzi, 1985) a quello marchigiano s.l. (Cantalamessa *et al.*, 1986).

2. Inquadramento geostrutturale e relativa interpretazione

Le successioni plioceniche nelle Marche settentrionali occupano, come detto in precedenza, due bacini adiacenti ad assetto sinclinalico ed orientamento appenninico.

Tali bacini, noti in letteratura (Servizio Geologico d'Italia, 1969; Carloni *et al.* 1971; Savelli e Wezel, 1978) come bacino di Montecalvo in Foglia e bacino di Monteluro, risultano separati l'uno dall'altro dall'interposizione della anticlinale miocenica di Montefiore Conca - M.te di Colbordolo (Figg. 1 e 2). Ad oriente il bacino di Monteluro è confinato dall'anticlinale costiera di Gabicce - Pesaro.

Tali anticlinali coincidono con strutture tettoniche ben individuabili a scala regionale, che costituiscono, probabilmente, dei fronti di sovrascorrimento, in parte accertati dai dati della geologia di superficie (Capuano e Giampieri, 1989), in parte correlabili con i dati dei profili sismici (Balli *et al.*, 1986).

L'anticlinale costiera di Gabicce-Pesaro potrebbe essere ricollegata in qualche modo al sistema di pieghe sepolte appenninico-padano, in particolare alle pieghe romagnole (Pieri e Groppi, 1981), e sarebbe forse equiparabile ai cunei sedimentari sintettonici di Castellarin *et al.* (1985), individuati sempre nel fronte appenninico-padano.

Nel bacino di Montecalvo in Foglia la successione pliocenica, che ha uno spessore di circa 650 m, occupa una superficie triangolare delimitata a NO dalla coltre alloctona del Montefeltro, a NE dal retroscorrimento mio-pliocenico, a SO da un contatto trasgressivo. Quest'ultimo interessa sia i terreni della coltre che, in parte, quelli messiniani della successione «autoctona» umbro-marchigiano-romagnola (Fig. 1). Nel bacino di Monteluro, la successione pliocenica si sviluppa su di una superficie a forma rettangolare, di circa 110 kmq, delimitata sia ad occidente che ad oriente dalle sequenze sedimentarie messiniane umbro-marchigiane.

Il settore interno (occidentale) di tale bacino è delimitato da un sovrascorrimento, mentre quello esterno (orientale) risulta delimitato da un contatto stratigrafico trasgressivo (Figg. 1 e 2).

Fig. 3 - Facies pelitiche di pendio slumpizzate. Si noti la disarmonia nella stratificazione. In basso, a destra, intercalazione sabbiosa di scarpata (loc. M. Croce).

Fig. 4 - Particolare dei corpi sabbiosi risedimentati affioranti in loc. M. Croce. Da notare l'accentuata lenticolarità.

Le citate trasgressioni individuano sequenze deposizionali di ordine minore (VAIL *et al.*, 1977; HAQ *et al.*, 1987; MUTTI e SGAVETTI, 1987; VAN WAGONER *et al.*, 1988; POSAMENTIER *et al.*, 1988; MUTTI, 1989), legate a variazioni del livello marino e/o attività tettonica sinsedimentaria.

Circa l'origine dei due bacini, questi si sarebbero individuati come depressione strutturale, orientata in direzione NO-SE, durante la fase tettonica compressiva del Miocene superiore-Pliocene inferiore (CREMONINI e FARABEGOLI, 1978; SAVELLI e WEZEL, 1978; CREMONINI, 1982; RICCI LUCCHI *et al.*, 1982; CASTELLARIN *et al.*, 1985; MARABINI e VAI, 1985; BOCCALETTI *et al.*, 1986; GASPERI *et al.*, 1986; VAI, 1988). Il loro sviluppo sarebbe connesso all'attività tettonica infrapliocenica (CREMONINI, 1982; RICCI LUCCHI *et al.* 1982; CERETTI e COLALONGO, 1984) responsabile della contemporanea rimobilizzazione della coltre alloctona della Val Marecchia (CAPUANO *et al.*, 1986; 1987).

Questa fase tettonica infrapliocenica da un lato ha generato il sovrascorrimento di detta coltre, secondo un sistema di scaglie embriciate, separate da faglie listriche inverse vergenti a NE (CONTI, 1989), al di sopra della successione umbro-marchigiano-romagnola; dall'altro essa ha riattivato la depressione trasversale, antiappenninica, della Val Marecchia, attraverso una tettonica trascorrente (FAZZINI e GELMINI, 1982). Quest'ultima potrebbe aver controllato lo sviluppo trasversale di porzioni di coltre in movimento compressivo verso NE, favorendo l'immissione di scivolamenti gravitativi «minori» dentro il bacino di Montecalvo in Foglia, condizionandone la sedimentazione e quindi l'assetto topografico-batimetrico.

Elementi strutturali sinsedimentari si rinvengono lungo il bordo interno di tale bacino; fra di essi sono state riconosciute, nei pressi di M. Croce, facies pelitiche di pendio deformate (Figg. 3 e 4) e, nelle vicinanze di M. Osteriaccia, *mass flows* associati a *slumps*.

3. CONTENUTO FAUNISTICO

Al fine di giungere ad una ricostruzione di tipo paleoambientale sono stati prelevati numerosi campioni pelitici isolati ed in serie su ampie porzioni areali dei bacini di Montecalvo in Foglia e di Monteluro. Inoltre sono stati raccolti macrofossili utili per una valutazione ambientale.

Nel bacino di Montecalvo in Foglia le peliti basali, affioranti nel settore sud-occidentale (Fig. 1), sono state riferite da CONTI *et*

al. (1987) alla zona a *Sphaeroidinellopsis spp.* ed alla zona a *G. margaritae*. L'analisi micropaleontologica condotta nel corso del presente studio ha interessato sia le peliti sovrastanti la coltre alloctona del Montefeltro sia le peliti intercalate ai corpi arenacei ed arenaceo-conglomeratici affioranti sul fianco occidentale del bacino, sia, infine, le peliti intercalate alle arenarie medio-sottili del settore settentrionale, centrale ed orientale. Essa ha evidenziato una fauna a Foraminiferi planctonici riconducibile all'intervallo di distribuzione «temporale» compreso tra la zona *G. puncticulata* e la zona a *G. bononiensis* (DONDI e PAPETTI, 1968). L'ambiente di sedimentazione, dedotto dalle associazioni a Foraminiferi bentonici quali *Brizalina dilatata, Cibicidoides pachyderma, Heterolepa dutemplei, Melonis barleeanus, Planulina ariminensis, Uvigerina dirupta, U. peregrina, Bolivina punctata, Bulimina acanthia, B. buchiana, B. striata, Cibicidoides robertsonianus, Hopkinsina bononiensis*, è risultato di tipo «epibatiale alto» (CAPUANO *et al.*, 1989). Sono state inoltre individuate faune rimaneggiate, extrabacinali, che presentano forme attribuibili ad uno spettro «temporale» variabile dall'Eocene medio (*Morozovella spinulosa*), Oligocene-Miocene (*Globorotalia acrostoma, G. birnageae, Globigerina ciperoensis*) al Pliocene inferiore. Infine alcune faune di mare sottile (*Ammonia beccarii, Buccella granulata, Cribroelphidium decipiens, Elphidium advenum, E. crispum, E. macellum, Nonion depressulun, Textutaria pseudogramen*) testimoniano la totale risedimentazione di originari depositi di ambiente costiero.

La macrofauna raccolta è caratterizzata da faune infralitorali di mare poco profondo, rappresentate da Pectinida, Ostrea, Cardium, *Venus verrucosa, Neverita josephinia, Natica epiglottina pseudoepiglottina, Euspira catena helicina, Hinia clathrata, Natica fulgurata, Chamalea gallina* e *Gyrineum marginatum* (Fig. 5).

Nel bacino di Monteluro l'analisi micropaleontologica ha evidenziato una microfauna planctonica tipica della zona a *Globorotalia puncticulata* (COLALONGO e SARTONI, 1979); solo le peliti prelevate nei pressi di Montecchio, al passaggio con la formazione a Colombacci, evidenziano faune ben conservate riferibili al Pliocene basale, zona a *Sphaeroidinellopsis spp.* (COLALONGO e SARTONI, 1979).

Abbondante è risultato il materiale proveniente da ambienti di ridotta profondità, costituito da *Asterigerinata planorbis, Ammonia spp., Elphidium spp.*, e da bivalvi in frammenti.

Per quanto concerne gli aspetti paleoambientali, è opportuno mettere in evidenza che nei settori interni (più occidentali) del bacino di Monteluro sono state rinvenute faune indicative di profondità par-

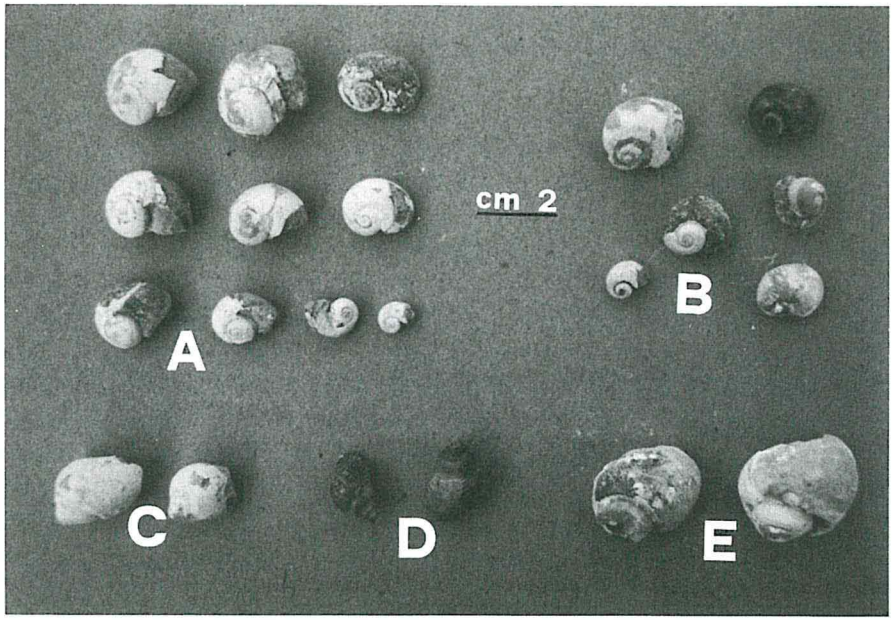
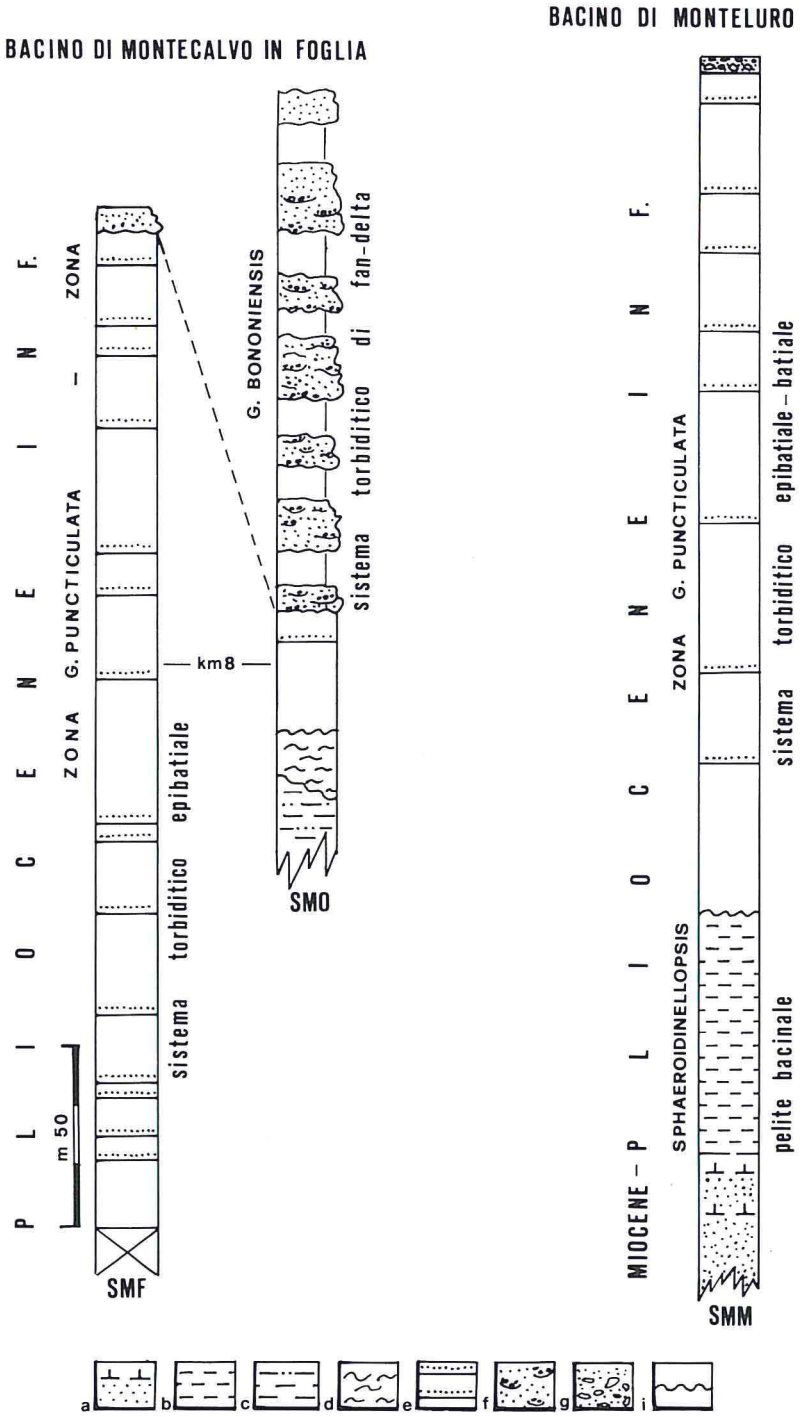


Fig. 5 - Esempi di macrofauna infralitorale rinvenuta entro le facies prossimali del bacino di Montecalvo in Foglia. A) *Neverita josephinia* (Risso); B) *Natica epiglottina pseudoepiglottina* (Sismonda); C) *Euspira catena helicina* (Brocchi); D) *Hinia* (Uzita) *clathrata* (Born); E) *Natica* (Natica) *fulgurata* (Pecchioli).

ticolarmente elevate, con forme quali *Cibicidoides robertsonianus, Sigmoilopsis spp., Bolivina albatrossi, Uvigerina dirupta.* Tali faune documentano che le condizioni batimetriche del bacino di Monteluro dovevano essere di tipo «epibatiale basso», con probabile tendenza al «batiale»; i sedimenti di tale bacino si sono verosimilmente depositati, almeno nel settore occidentale, nell'ambito di una colonna d'acqua che poteva arrivare ai 500 m (Wright, 1978).

Fig. 6 - Sequenze stratigrafico-deposizionali (schematiche) dei bacini di Montecalvo in Foglia e di Monteluro. SMF = sezione di Montecalvo in Foglia; SMO = sezione di Monte Osteriaccia; SMM = sezione di Montecchio-Monteluro; a) arenarie e marne (formazione a Colombacci, Messiniano superiore); b) peliti grigio-azzurre (Pliocene inferiore, zona a *Sphaeroidinellopsis spp*); c) peliti con orizzonti sabbiosi, Pliocene inferiore, zona a *G. margaritae*; d) coltre alloctona del Montefeltro; e) peliti alternate a sottili arenarie torbiditiche, Pliocene inferiore, zona a *G. puncticulata*; f) arenarie grossolane e conglomerati interposti a peliti (Pliocene inferiore, zona a *G. puncticulata-G.bononiensis*; g) ciottoli cristallini in matrice sabbiosa; i) discontinuità tettonico-deposizionale.


BACINO DI MONTECALVO IN FOGLIA
BACINO DI MONTELURO
PLIOCENE INF. – ZONA G. PUNCTICULATA
MIOCENE – PLIOCENE INF.
ZONA G. PUNCTICULATA
SPHAEROIDINELLOPSIS
m 50
km 8
G. BONONIENSIS
sistema torbiditico epibatiale
sistema torbiditico di fan-delta
sistema torbiditico epibatiale – batiale
pelite bacinale
SMF
SMO
SMM
a
b
c
d
e
f
g
i

4. Caratteri sedimentari

Sulla base dei dati micropaleontologici il bacino di Montecalvo in Foglia risulta colmato, quasi totalmente, da sedimenti marini del Pliocene inferiore terminale, compresi in un intervallo di distribuzione «temporale» che va dalla zona a *G. puncticulata* alla zona a *G. bononiensis* (Fig. 6). La sequenza deposizionale, di tipo SM = sequenza media (sensu Mutti, 1989), con ben definiti «*System tracts*» interpretabili secondo i modelli della stratigrafia sequenziale (Posamentier e Vail, 1988; Van Wagoner *et al.*, 1988) , è costituita, dal basso verso l'alto, da peliti e siltiti grigio-azzurre, alternate a strati arenacei torbiditici a geometria nastriforme. Gli strati arenacei, spessi dai 3 cm ai 95 cm, mostrano sequenze di Bouma di tipo Ta-e, Tabc/e, Tb-e, Tbc/e, Tbe, Tc-e, Tce, Tde, attribuibili alle facies C1, C2, D1 e D2 (Mutti e Ricci Lucchi, 1975). Il passaggio alle sovrastanti facies grossolane di «chiusura» è sempre ben marcato o da contatto stratigrafico ondulato-parallelo (Fig. 7) o da contatto discordante di tipo

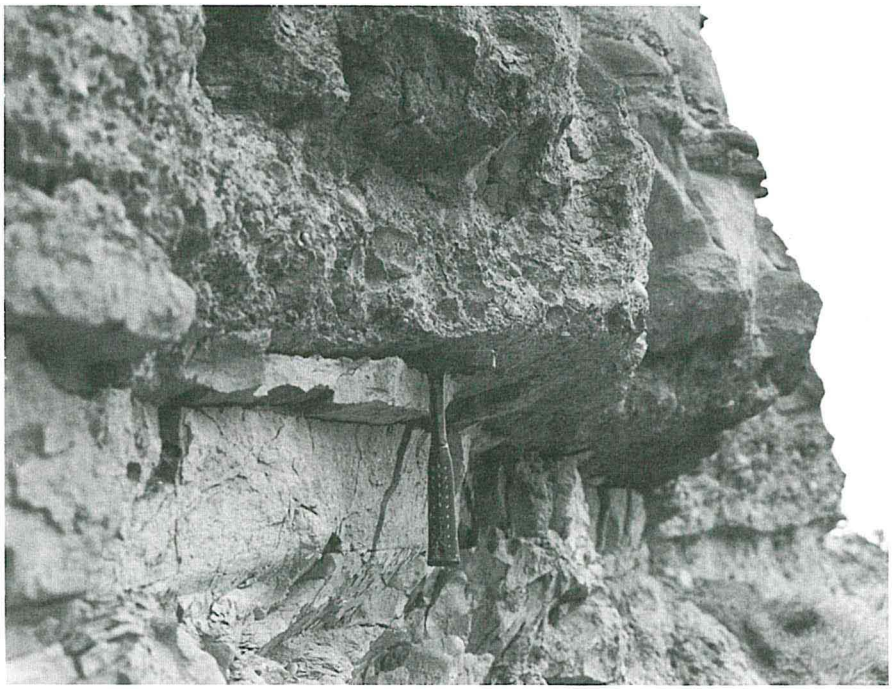


Fig. 7 - Contatto stratigrafico ondulato-parallelo di strato conglomeratico con le sottostanti siltiti marnose a macrofauna (loc. il Castellaccio, presso Auditore).

Fig. 8 - Aggradazione (verticale) di corpi compositi «arenaceo-ruditici» del fianco (prossimale) occidentale del bacino di Montecalvo in Foglia (loc. M. Osteriaccia-Auditore).

Fig. 9 - Facies arenaceo-pelitica del bordo settentrionale del bacino di Montecalvo in Foglia (loc. M. Croce).

«onlap». Questi depositi grossolani, che colmano il bacino e rappresentano una tipica sequenza SP e SPM (sensu MUTTI, 1989), sono costituiti da sequenze di facies arenacee ed arenaceo-conglomeratiche tipiche di un elevato rapporto sedimentazione/subsidenza, a stratificazione generalmente spessa, amalgamata, a geometria lenticolare-cuneiforme, a marcata ciclicità (Fig. 6). Dal punto di vista «spaziale» si osserva che le facies grossolane affiorano sul fianco interno del bacino (Fig. 8), mentre nelle aree settentrionali, orientali e meridionali dello stesso si assiste ad una diminuzione negli spessori delle arenarie, accompagnato dall'incremento delle facies pelitiche interposte (Fig. 9).

La facies conglomeratica a geometria lenticolare è caratterizzata da ciottoli frammisti a malacofauna (Fig. 10). I ciottoli, ad elevato rapporto di sfericità, riflettono una prevalente elaborazione fluviale (Fig. 11). La presenza di ciottoli perforati da litofagi (Fig. 12) prova la permanenza degli stessi in ambiente litorale. I ciottoli, di prevalente natura carbonatica e/o selciosa, provengono prevalentemente dalla coltre alloctona del Montefeltro e dalla successione umbro-marchigiano-romagnola.

Il carattere «ciclico» di queste facies (Figg. 6 e 8) è legato al controllo tettonico e/o eustatico (CAPUANO *et al.*, 1989) ed ai mutamenti climatici verificatisi intorno ai 3 MA, durante l'intervallo della biozona a *G. bononiensis* (VALLERI *et al.*, 1986).

Per quanto concerne il significato ambientale esse sono state interpretate come facies deltizie «risedimentate» in ambiente epibatiale (CAPUANO *et al.*, 1989).

L'ambiente deposizionale dei bacini di Montecalvo in Foglia e di Monteluro mostra strette analogie con i bacini padani (DONDI *et al.*, 1982; DONDI e D'ANDREA, 1986) e con il bacino della Laga (CANTALAMESSA *et al.*, 1986), in quanto anche in questi bacini l'ingressione pliocenica copre sedimenti «torbiditici» messiniani.

Nel bacino di Monteluro, allo stato attuale della ricerca, non è stata evidenziata né la discontinuità sedimentaria mio-pliocenica, che è stata invece indicata in parte da CANTALAMESSA *et al.* (1986), né la biozona a *G. margaritae*, la cui assenza dovrebbe essere collegabile alla discordanza regionale del Pliocene inferiore basale. Inoltre non risulta accertata l'età pliocenica superiore dei depositi ruditici a ciottoli cristallini di Monteluro (SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 1969). C'è tuttavia da rilevare che in questo bacino la sequenza de-

Fig. 10 - Facies ruditica a prevalente componente fossilifera, costituita da Lamellibranchi (ostrea, pecten, cardium, venus, ecc.) e, in minor misura, da Gasteropodi (loc. il Castellaccio, presso Auditore).

Fig. 11 - Conglomerato eterometrico granulo-sostenuto in matrice sabbiosa. La morfologia dei ciottoli è indicativa di un prevalente ambiente fluviale (loc. il Castellaccio).

posizionale comporta particolari difficoltà interpretative non solo per la scarsa presenza di affioramenti significativi, ma, soprattutto, per l'impossibilità di riconoscere un qualche «marker litologico» che consenta di valutare geometrie e rapporti laterali. Tuttavia è stata tentata ugualmente la ricostruzione della sequenza verticale pur attraverso osservazioni su differenti affioramenti, ubicati a diverse altezze stratigrafiche; essa appare costituita essenzialmente da intervalli pelitici grigio-azzurri basali, passanti superiormente a marne siltoso-sabbiose, con intercalate sabbie gialle ed arenarie sottili torbiditiche a dispersione longitudinale (CANTALAMESSA *et al.*, 1986). Il colmamento del bacino è realizzato da depositi ruditici poligenici,

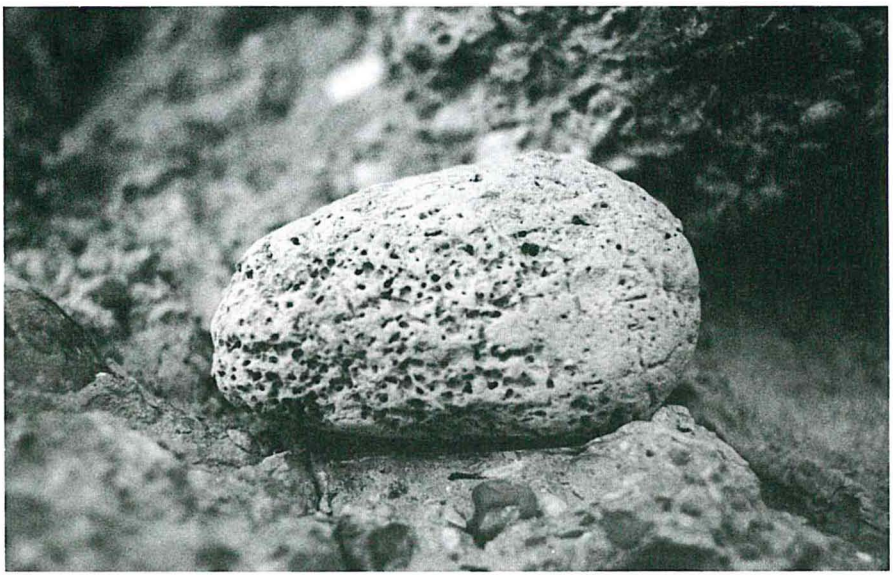


Fig. 12 - Ciottolo di roccia carbonatica perforato da litofagi (loc. il Castellaccio).

costituiti in prevalenza da ciottoli cristallini immersi in una matrice sabbiosa (Fig. 6).

Tale sequenza deposizionale evidenzia una maggiore subsidenza del lato interno del bacino, a ridosso della dorsale di Montefiore Conca-M. Colbordolo; questo dato appare confermato da una associazione faunistica tipica di batimetrie più profonde (epibatiale basso-batiale) osservata su questo lato del bacino.

Per quanto riguarda i depositi clastici grossolani a ciottoli cristallini prevalenti, che «chiudono» la sequenza deposizionale e che affiorano nelle vicinanze di Monteluro, valgono le seguenti conside-

razioni: a) i ciottoli sono costituiti in prevalenza da elementi di rocce ignee e metamorfiche (graniti, dioriti, sieniti, porfidi quarziferi, gneiss, micascisti, filladi, quarziti) e, subordinatamente, da frammenti di rocce carbonatiche extra-appenniniche (Fig. 13); b) a questi clasti sono associati Lamellibranchi del genere *Ostrea edulis*, *Pecten jacoibens*, *Pecten opercularis*. Questi depositi sono stati interpretati da SELLI (1952) genericamente come depositi del bacino adriatico e da VEGGIANI (1984), come depositi di ambiente fluvio-deltizio e litoraneo, risedimentati da correnti di torbida sottomarine provenienti dalle Alpi centro-orientali e sfocianti nel bacino profondo nord-marchigiano. La presenza di bacini marini profondi durante il Pliocene nella zona nord-marchigiana è confermata dai dati delle perfo-

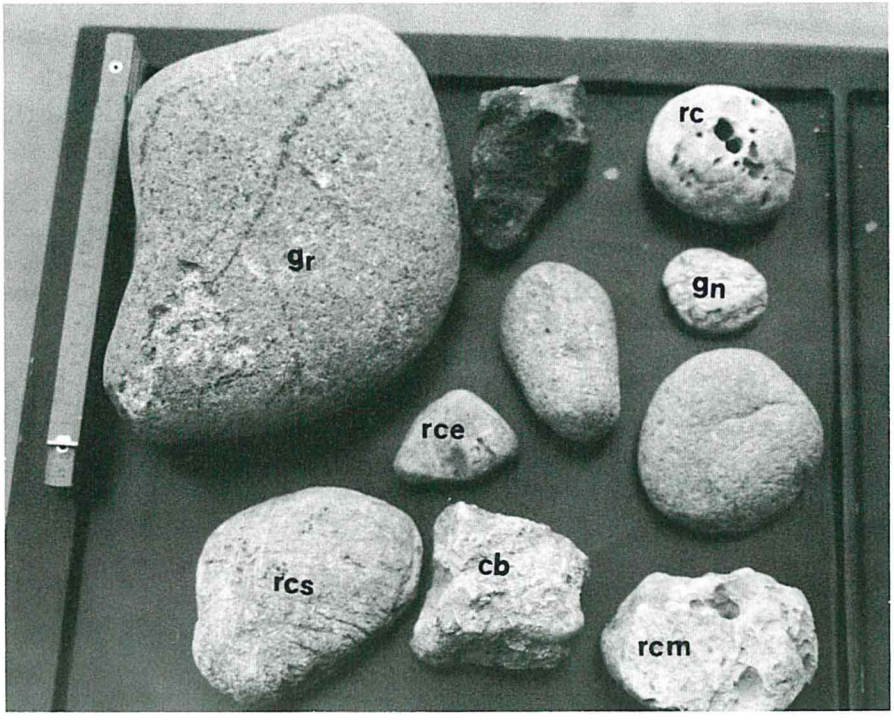


Fig. 13 - Ciottoli cristallini e carbonatici non appartenenti alla locale successione umbro-marchigiano-romagnola rinvenuti in loc. Monteluro: gr = granito, rc = roccia carbonatica perforata da litodomi, gn = gneiss, rce = roccia carbonatica extrappenninica, rcs = roccia carbonatica con livelli di selce nera, cb = conglomerato bioclastico, rcm = roccia calcareo-marnosa con strutture di dissoluzione e di impatto.

razioni eseguite dall'Agip per la ricerca di idrocarburi (Dondi *et al.*, 1982; Cassano *et al.*, 1986) e dalle sezioni bilanciate della zona, ottenute attraverso l'interpretazione dei profili di sismica a riflessione (Bally *et al.*, 1986).

5. Conclusioni

I bacini di Montecalvo in Foglia e di Monteluro, già delineati durante la fase tettonica mio-pliocenica, risultano «riempiti» durante il Pliocene inferiore terminale. Dal punto di vista tettonico essi rappresentano bacini sinorogenici (Ricci Lucchi e Ori, 1985; Ricci Lucchi, 1986a; 1986b), a geometria asimmetrica, con depocentro batimetrico deposizionale più subsidente lungo i margini interni (Fig. 14).

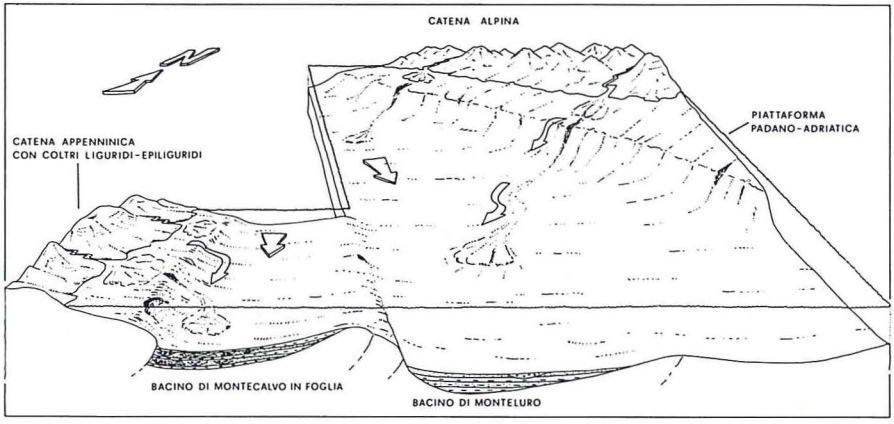


Fig. 14 - Ricostruzione paleogeografica dell'avanfossa nord-marchigiano-romagnola durante il Pliocene inferiore. Le frecce indicano la provenienza e la dispersione dei clasti nel bacino.

Attualmente essi si configurano come bacini minori «satelliti» associati all'avanfossa adriatica.

Nel bacino di Montecalvo in Foglia le sequenze caratterizzate da facies grossolane suggeriscono un sistema torbiditico ad «alta energia» alimentato quasi integralmente da un precedente apparato di delta-conoide che captava gli apporti terrigeni della catena ap-

penninica in condizioni di «high stand» relativo (CAPUANO *et al.*, 1989). Tali depositi, inizialmente situati in un ambiente di piattaforma, venivano, a seguito di fatti tettonico-eustatico-climatici, rideposti nelle parti più depresse dello stesso bacino, disperdendosi per deflessione assiale verso SE, seguendo appunto meccanismi deposizionali di tipo torbiditico (Fig. 14). Le facies pelitico-arenacea ed arenaceo-pelitica dell'intervallo sottostante le facies più grossolane riflettono anch'esse un sistema torbiditico alimentato direttamente dalla catena appenninica retrostante (Fig. 6).

Nel bacino di Monteluro la sequenza deposizionale riflette sistemi torbiditici (Fig. 6) forse alimentati principalmente dalla catena alpina; quest'ipotesi è suffragata, per il momento, soprattutto dai ciottoli cristallini che, secondo VEGGIANI (1984), trarrebbero la loro origine dall'avampaese «Alpino», da dove sarebbero giunti nel Bacino di Monteluro a seguito di processi gravitativi ripetuti, seguendo antichi «truogoli» o canyons sottomarini (Fig. 14).

La stessa ipotesi è sostenuta da CASTELLARIN e STEWART (1989), per i quali l'area di alimentazione dei ciottoli cristallini di Monteluro è da ricercarsi nei settori del dominio delle Alpi Meridionali. Circa la modalità di messa in posto, gli stessi Autori ipotizzano che il loro trasporto sia avvenuto attraverso processi torbiditici, compiuto in più cicli di immissione dei ciottoli nell'avanfossa a partire dal Tortoniano fino al Pliocene inferiore terminale. Si può quindi concludere affermando che, nonostante alcune analogie fra i due bacini studiati, analogie che riguardano soprattutto il meccanismo di deposizione, diversa è la composizione, la regione petrografica di provenienza e la dispersione dei clasti nei due bacini.

Inoltre anche se adiacenti i due bacini hanno avuto una diversa evoluzione paleoambientale. Infatti nel bacino di Montecalvo in Foglia la profondità è di tipo «epibatiale alto», con tendenza ad un ambiente di «piattaforma»; il bacino di Monteluro presenta invece una profondità di tipo «epibatiale basso», con probabile tendenza al «batiale». Tale differenza batimetrica è presumibilmente legata alla differente collocazione strutturale dei due bacini. Infatti il bacino di Montecalvo in Foglia appare in stretto rapporto con la dinamica della coltre alloctona del Montefeltro (CAPUANO *et al.*, 1986; 1987), che ne avrebbe modificato la topografia, mentre l'evoluzione batimetrica del bacino di Monteluro va vista in funzione dell'attività dei «thrusts» di Montefiore Conca-M. Colbordolo e di Gabicce-Pesaro.

RINGRAZIAMENTI

L'Autore ringrazia il dott. R. Barbieri, dell'Agip spa di Milano, per l'analisi biostratigrafica ed il dott. F. Angelelli, del Servizio Geologico Nazionale, per la classificazione della malacofauna.

BIBLIOGRAFIA

BALLY A.W., BURBI L., COOPER C., GHELARDONI R. (1986) - Balanced sections and seismic reflection profiles across the Central Apennines. *Mem. Soc. Geol. It.*, **35**, 257-310.

BARBIERI R., CAPOZZI R. (1985) - Evoluzione pliocenica comparata della sinclinale di Teodorano e della monoclinale di Bracciano, margine dell'Appennino romagnolo. *Rend. Soc. Geol. It.*, **8**, 81-85.

BOCCALETTI M., CALAMITA F., CENTAMORE E., CHIOCCHINI U., DEIANA G., MICARELLI A., MORATTI G., POTETTI M. (1986) - Evoluzione dell'Appennino tosco-umbro-marchigiano durante il Neogene. *Giorn. Geol.*, ser. 3, **48**/1-2, 227-233.

CANTALAMESSA G., CENTAMORE E., CHIOCCHINI U., COLALONGO M.L., MICARELLI A., NANNI T., PASINI G., POTETTI M., RICCI LUCCHI F., con la collaborazione di CRISTALLINI C., LORITO L. (1986) - Il Plio-Pleistocene delle Marche. Studi Geologici Camerti, vol. speciale, «La Geologia delle Marche», 61-81.

CAPUANO N., GIAMPIERI A. (1989) - Appennino marchigiano settentrionale: il retroscorrimento dei Monti della Cesana. *Boll. Soc. Geol. It.*, **108**, 59-68.

CAPUANO N., TONELLI G., VENERI F. (1986) - Ricostruzione dell'evoluzione paleogeografica del margine appenninico dell'area feltresca (Marche settentrionali) durante il Pliocene inferiore e medio. *Mem. Soc. Geol. It.*, **35**, 163-170.

CAPUANO N., TONELLI G., VENERI F. (1987) - Rapporti fra la successione «autoctona» ed i complessi alloctoni nell'area della Val Marecchia dal Miocene superiore al Pliocene inferiore. *Mem. Soc. Geol. It.*, **39**, 165-173.

CAPUANO N., TONELLI G., VENERI F., RICCHI LUCCHI F., BARBIERI R. (1989) - Cannibalized fan-delta deposits of Montecalvo in Foglia, Marchean Apennines, Italy: a problem of identification. *Giorn. Geol.* ser. 3, **51**/1, 45-60.

CARLONI G.C., COLANTONI P., CREMONINI G., D'ONOFRIO S., SELLI R. (1971) - Note illustrative della Carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000. Fogli 109-110-117, Pesaro-Senigallia-Iesi. *Boll. Serv. Geol. d'It.*, 1-62.

CASSANO E., ANELLI L., FICHERA R., CAPPELLI V. (1986) - Pianura Padana. Interpretazione integrata di dati geofisici e geologici. AGIP, 73 Congr. S.G.I., Roma 29/9-4/10, 1-27.

CASTELLARIN A., EVA C., GIGLIA G., VAI G.B. con un contributo di RABBI E., PINI G.A., CRESTANA G. (1985) - Analisi strutturale del Fronte Appenninico Padano. *Giorn. Geol.*, **47**/1-2, 47-75.

CASTELLARIN A., STEWART K.G. (1989) - Exotic clasts in a Pliocene conglomerate near Pesaro have an Alpine source. *Boll. Soc. Geol. It.*, **108**, 607-618.

CERETTI E., COLALONGO M.L. (1984) - Alloctonia nell'area padano-adriatica: il caotico pliocenico della Val Sellustra. *Giorn. Geol.*, ser. 3, **46**/2, 113-126.

COLALONGO M.L., SARTONI S. (1979) - Schema biostratigrafico per il Pliocene e il basso Pleistocene in Italia, CNR, PFG, sottoprogetto Neotettonica, *Pubbl.*, **251**, 10 pp.

CONTI S., FREGNI P., GELMINI R. (1987) - L'età della messa in posto della coltre della Val Marecchia. Implicazioni paleogeografiche e strutturali. *Mem. Soc. Geol. It.*, **39**, 143-164.

CONTI S. (1989) - Geologia dell'Appennino marchigiano-romagnolo tra le valli del Savio e del Foglia. *Boll. Soc. Geol. It.*, **108**, 453-490.

CREMONINI G. (1982) - Il substrato autoctono e alloctono nell'Appennino romagnolo. In CREMONINI G., RICCI LUCCHI F. (Ed.): Guida alla Geologia del margine appenninico-padano, 9-11. *Guide Geol. Reg., Soc., Geol. It.*, Bologna.

CREMONINI G., FARABEGOLI E. (1978) - Tettonica sinsedimentaria messiniana nell'Appennino romagnolo. *Rend. Soc. Geol. It.*, **1**, 7-8.

DONDI L., PAPETTI I. (1968) - Biostratigraphical zones of Po Valley Pliocene. Comm. Med. Neog. Strat., Giorn. Geol., **35**, 63-68.

DONDI L., MOSTARDINI F., RIZZINI A. (1982) - Evoluzione sedimentaria della Pianura Padana. In CREMONINI G., RICCI LUCCHI F. (Ed.): Guida alla Geologia del margine appenninico-padano, 47-58. *Guide Geol. Reg., Soc. Geol. It.*, Bologna.

DONDI L., D'ANDREA M.G., (1986) - La Pianura Padana e Veneta dall'Oligocene superiore al Pleistocene. *Giorn. Geol.*, ser. 3, **48**/1-2, 197-225.

FAZZINI P., GELMINI R., (1982) - Tettonica trasversale nell'Appennino settentrionale. *Mem. Soc. Geol. It.*, **24**, 299-309.

GASPERI G., GELATI R., PAPANI G., (1986) - Neogene evolution of the Northern Apennines on the Po Valley side. *Giorn. Geol.*, ser. 3, **48**/1-2, 187-195.

HAQ B.U., HARDENDOBOL J., VAIL P.R., (1987) - The new cronostratigraphic basis of cenozoic sea level cycles. Cushman Foundation for Foraminiferal Research., *Spec. Publ.* n. **24**.

MARABINI S., VAI G.B., (1985) - Analisi di facies e macrotettonica della Vena del Gesso in Romagna. *Boll. Soc. Geol. It.*, **104**, 21-42.

MUTTI E., RICCI LUCCHI F. (1975) - Turbidite facies and facies associations. In: Example of turbidite facies and association from selected formations of Northern Apennines, Field Trip A II, IX Intern. Congr. Sedim., Nice, France.

MUTTI E., SGAVETTI M., (1987) - Sequence stratigraphy of the upper Cretaceous Aren Strata in the Orcau-Aren Region, south-central Pyrenees, Spain: distinction between eustatically and tectonically controlled depositional sequences. Ann.li Univ. di Ferrara, ser. Scienze della Terra, **11**-22.

MUTTI E., (1989) - Alcuni problemi relativi all'applicazione dei concetti della stratigrafia sequenziale all'Eocene ed al Cretacico superiore sud-pirenaici. Notiziario n. 4, Gruppo Informale di Sedimentologia, C.N.R., Suppl. vol. 51 Gior. Geol., 37-53.

ORI G.G., FRIEND P.F. (1984) - Sedimentary basins formed and carried piggyback on active thrust sheets. Geology, **12**, 475-478.

PIERI M., GROPPI G. (1981) - Subsurface geological structure of the Po Plain. Pubbl. 414, P.F. Geodinamica. CNR, 23 pp.

POSAMENTIER H.W., JERVEY M.T., VAIL P.R. (1988) - Eustatic controls on clastic deposition I: Conceptual framework. In WILGUS C.K., HASTINGS B.S., ST. C. KENDALL C.G., POSAMENTIER H.W., ROSS C.A., VAN WAGONER J.C., eds., Sea level Changes: An Integrated approach. SEMP, Special Pubblication n. **42**, 109-125.

POSAMENTIER H.W., VAIL P.R. (1988) - Eustatic controls on clastic deposition II: Sequence and system tract models. In WILGUS C.K., HASTINGS B.S., ST. C. KENDALL C.G., POSAMENTIER H.W., Ross C.A., VAN WAGONER J.C., eds., Sea Level Changes: An Integrated Approach. SEMP, Special Pubblication n. **42**, 125-155.

RICCI LUCCHI F. (1986a) - The Oligocene to Recent foreland basins of the Northern Apennines. *Spec. Publs. Int. Ass. Sediment.*, **8**, 105-139.

RICCI LUCCHI F. (1986b) - The foreland basin system of the Northern Apennines and related clastic wedges: a preliminary outline. *Giorn. Geol.*, ser. 3, **48**/1-2, 165-185.

RICCI LUCCHI F., COLALONGO M.L., CREMONINI G., GASPERI G., JACCARINO S., PAPANI G., RAFFI S., RIO D. (1982) - Evoluzione sedimentaria e paleogeografica del margine appenninico. In CREMONINI G., RICCI LUCCHI F. (Ed.) Guida alla geologia del margine appenninico-padano, 17-46. *Guide Geol. Reg., Soc. Geol. It.*, Bologna.

RICCI LUCCHI F., ORI G.G. (1985) - Syn-orogenic deposits of a migrating basin system in the NW Adriatic Foreland. Field Excursion D., Inter. Symp. on Foreland Basins, Excursion, Guidebook, Fribourg, 137-176.

SAVELLI D., WEZEL F.C. (1978) - Schema geologico del Messiniano del Pesarese. *Boll. Soc. Geol. It.*, **97**, 165-188.

SELLI R. (1952) - Il bacino del Metauro. *Giorn. Geol*, **24**, 1-268.

SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1969) - Carta Geologica d'Italia. Foglio **109** «Pesaro».

VAI G.B. (1988) - A field trip guide to the Romagna Apennine geology. The Lamone Valley. In DE GIULI C., VAI G.B. Fossil vertebrates in the Lamone Valley. Romagna Apennines Field Trip Guidebook, Univ. Bologna, Univ. Firenze e Comune di Faenza, 1-76 p.

VAIL P.R., MITCHUM R.M., THOMPSON S. (1977) - Seismic stratigraphy and global changes of sea level, part 2: The depositional sequence as a basic unit for stratigraphic analysis. In: PAYTON C.E. (Ed) - Seismic Stratigraphy-Application to hydrocarbon exploration. AAPG Mem. *26*, pp. 53-62, Tulsa.

VALLERI G., MONECHI S. & PIRINI RADRIZZANI C. (1986) - Pliocene and Pleistocene marine stratigraphy. *Mem. Soc. Geol. It.*, **31**, 153-166.

VAN WAGONER J.C., POSAMENTIER H.W., MITCHUM R.M. JR., VAIL P.R., SARG J.F., LOUTIT T.S., HARDENBOL J. (1988) - An overview of the fundamentals of sequence stratigraphy and key definitions, in WILGUS C.K., HASTINGS B.S., ST. C. KENDALL C.G., POSAMENTIER H.W., ROSS C.A., VAN WAGONER J.C., eds., Sea level changes: An integrated approach. SEMP, Special Pubblication n. **42**, 39-47.

VEGGIANI A. (1984) - L'interesse geologico dei conglomerati pliocenici di Monteluro e Montepeloso nel territorio di Tavullia. Atti del Convegno «Tavullia fra Montefeltro e Malatesta». Tavullia 15-16 settembre.

WRIGHT R. (1978) - Neogene paleobathymetry of the Mediterranean based on benthic foraminifers. From DSDP Leg **42** A. In: *In. Rep. Deep Sea Drill. Proj.*, 1-42.

(ms. pres. il 2 marzo 1990; ult. bozze il 28 dicembre 1990)