

CROP 03. SETTORE COMPRESO TRA CASTIGLION FIORENTINO E BOCCA TRABARIA: NUOVI DATI STRATIGRAFICI, PETROGRAFICI E STRUTTURALI(+)

RIASSUNTO

Il tratto della sezione CROP 03 compreso tra Castiglion Fiorentino e Bocca Trabaria è stato esaminato sulla base di un nuovo rilevamento speditivo a scala 1:25.000. Le successioni stratigrafiche più significative (successione del Trasimeno e successione di S.Sepolcro-Bocca Trabaria) sono state campionate e datate per mezzo del nannoplancton calcareo. E' stato anche eseguito uno studio petrografico delle arenarie.

La successione del Trasimeno (Oligocene inf. - Aquitano) viene considerata di origine toscana e correlata con la successione Scaglia-Macigno.

La successione di S.Sepolcro - Bocca Trabaria (Aquitano/Burdigaliano - Langhiano) è da considerare di tipo umbro.

La Unità Trasimeno è sovrascorsa sulle successioni di tipo umbro con una direzione di movimento intorno a N40-50. Sia l'Unità Trasimeno sia la successione umbra appaiono a loro volta suddivise in elementi tettonici minori. Le varie superfici di sovrascorrimento risultano spesso ripiegate in strutture per lo più padano-vergenti ma in alcuni casi anche retroflesse che nel loro insieme sono state interpretate come il prodotto di una deformazione progressiva.

L'assetto strutturale della sezione è stato interpretato fino ad una profondità di circa 4 Km.

thrusts into tectonic elements. The thrusts appear to have been further affected by NE-verging structures or, sometimes, by SW-verging ones: thrusting and folding were probably caused by progressive deformation.

The section was tentatively extended down to 4 km depth.

PAROLE CHIAVE: Biostratigrafia, Petrografia sedimentaria, Analisi strutturale, Macigno, Marnoso-arenacea.

KEY WORDS: Biostratigraphy, Sedimentary petrography, Structural analysis, Macigno, Marnoso-arenacea.

INTRODUZIONE

Questo lavoro si riferisce alla parte intermedia del profilo CROP 03 compresa tra Castiglion F.no e Bocca Trabaria.

Nell'area considerata i problemi geologici da risolvere ai fini di una impostazione corretta della sezione sono riassumibili come segue:

ABSTRACT

This study refers to the area included between Castiglion Fiorentino and Bocca Trabaria (Toscana and Umbria regions, Central Italy) within the CROP 03 Project. The work was based on a new field mapping quickly carried out at the 1:25.000 scale.

The stratigraphic successions outcropping in this area (Trasimeno and Bocca Trabaria successions) were sampled and dated by the means of Calcareous Nannoplancton. A petrographic analysis of the sandstones was also accomplished.

The Trasimeno succession (Early Oligocene - Aquitanian in age) is here referred to the Tuscan Domain and related to the Scaglia - Macigno succession while the S.Sepolcro - Bocca Trabaria is referred to the Umbrian Domain.

The Trasimeno Unit overthrusts the Umbrian succession with a N40° - 50° movement direction. Both the Trasimeno Unit and the Umbrian succession are divided by minor

INTERPRETAZIONE DELLA SUCCESIONE DEL TRASIMENO

In letteratura questa unità è stata interpretata come Macigno (MERLA e BORTOLOTTI, 1967; PLESI, 1975; CARTA GEOLOGICA D'ITALIA, Fogli 114, 115, 122) o come Cervarola (GIANNINI *et al.*, 1962; NARDI & TONGIORGI, 1962; NARDI, 1965; BORTOLOTTI *et al.*, 1970; DALLAN NARDI & NARDI, 1972; BOSCHERINI *et al.*, 1982; CARTA STRUTTURALE DELL'APPENNINO SETTENTRIONALE, BOCCALETTI & COLI ED., 1982). Nel primo caso essa si configurerebbe come una successione di pertinenza toscana forse originariamente situata anche più all'interno di quelle che hanno dato luogo ai nuclei metamorfici (Apuane, Montagnola Senese ecc.); nel secondo caso essa rappresenterebbe verosimilmente una successione deposta esternamente al Dominio apuano, adiacente alla Marnoso-arenacea. In ogni caso le differenze implicate dai due tipi di interpretazione possono risultare notevoli ai fini della ricostruzione dell'assetto della catena.

INTERPRETAZIONE DELLA SUCCESIONE DI SANSEPOLCRO-BOCCA TRABARIA

Da alcuni Autori (CENTAMORE & CHIOCCHINI, 1985; CHIOCCHINI *et al.*, 1986) è considerata di perti-

(*) Istituto di Geologia, Università di Parma

(**) Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Pavia.

(***) Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Bologna.

(****) Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Pisa.

(+) Lavoro finanziato con fondi MURST 40%: progetti di ricerca coordinati dai proff. Plesi e Zanzucchi.

nenza umbra, da altri (CARTA GEOLOGICA D'ITALIA, FOGLIO 115) una zona di passaggio, con eteropie marcate e ricorrenti dei vari termini, fra il Dominio toscano e quello umbro.

Il problema si pone anche a causa delle relazioni che intercorrono tra la successione di Sansepolcro e quella affiorante intorno a S.Maria Tiberina che è da considerare di tipo umbro, e che, per la direzione assiale delle sue strutture, si proietta sulla sezione immediatamente all'interno della struttura di Sansepolcro - Bocca Trabaria.

Anche in questo caso le due interpretazioni alternative comportano ricostruzioni paleogeografiche e palinsastiche molto differenti.

Più in generale si può dire che la zona in esame presenta le difficoltà tipiche di tutte le aree deformate di cui non esista un rilevamento geologico di dettaglio ed in cui quindi viene a mancare una base affidabile di dati stratigrafici (ricostruzione delle successioni, loro caratterizzazione biostratigrafica, sedimentologica ecc.) che possano costituire una guida per l'interpretazione strutturale. La limitatezza dei dati già esistenti e la loro non facile interpretabilità impedivano, nel caso in esame, una loro utilizzazione immediata ai fini del progetto CROP. D'altro lato i tempi estremamente brevi imposti dalla fase preparatoria del progetto non potevano permettere uno studio esauriente come sarebbe stato necessario.

Il lavoro svolto finora, che per questi motivi è soltanto un abbozzo di ciò che dovrà essere fatto in futuro, si è articolato in tre direzioni differenti.

1) Rilevamento geologico stratigrafico e strutturale (E.Costa-G.Plesi) lungo la traccia della sezione; esso è stato condotto in modo speditivo alla scala 1:25.000. I dati raccolti sono sintetizzati nella sezione geologica Castiglione Fiorentino - Bocca Trabaria (E1) e in uno schema interpretativo (E2) della medesima ricostruito fino ad una profondità di circa 4 Km.

2) Analisi biostratigrafiche (A.Negri). Non c'è stato il tempo di campionare sezioni misurate, tuttavia abbiamo tentato di campionare spezzoni continui e ben esposti evitando il più possibile campionature sparse. Le analisi si riferiscono alle due successioni prima ricordate (Trasimeno - Sansepolcro - Bocca Trabaria).

3) Si è cercato infine di caratterizzare le petrofacies sedimentarie delle arenarie delle due successioni (A.DiGiulio).

Sono stati evitati per il momento problemi di altro tipo come lo studio delle coperture recenti, ivi inclusi i depositi villafranchiani della zona di Anghiari - Citerna, che purtuttavia sono presenti con spessori non indifferenti e comportano problemi di assetto non trascurabili. Anche l'analisi mesostrutturale si è limitata, per il momento, alle strutture più evidenti, in quanto essa deve essere a nostro avviso complementare e non sostitutiva della ricostruzione delle megastrutture.

In considerazione di quanto detto finora il nostro rapporto ha un valore preliminare, suscettibile di modifiche anche importanti e dovrà essere integrato in futuro con ricerche più approfondite e dettagliate.

GEOLOGIA (E. Costa e G. Plesi) STRATIGRAFIA

Vengono fornite in questo capitolo solo indicazioni schematiche sulla stratigrafia delle unità esaminate come risulta dalle nostre ricostruzioni. Per una descrizione più dettagliata delle formazioni si rimanda alla bibliografia e per le ricerche biostratigrafiche e petrografiche condotte nel corso di questo lavoro ai capitoli relativi.

SUCCESSIONE DEL TRASIMENO

Affiora estesamente fra Castiglione F.no e Sansepolcro e si compone dei seguenti termini dal basso:

- argille varicolori.

Vi si possono distinguere tre litofacies a partire dal basso:

a) argille varicolori con interstrati calcarei e calcarenitici;

b) argille varicolori rosse e verdine con rari e sottili interstrati siltosi;

c) marne siltose grigie e varicolori in strati gradati di spessore medio.

Nell'orizzonte a) sono state rinvenute nanoflore riferibili alla biozona NP 23 (Oligocene inf.), nel livello b) nanoflore della biozona NP 24 (Chattiano inf.) e nel livello c) che affiora solo nelle aree più esterne, nanoflore delle biozone NP 25 (Chattiano sup.) ed NN 1-2 (Aquitano-Burdigaliano inf.); (campioni contrassegnati dalle sigle AV, SV, MT in tab. 1 e 2a)

- arenarie torbiditiche in strati spessi e molto spessi.

Esse contengono nanoflore dell'Oligocene sup. NP 25 (campioni TRA in tab.1). Da un punto di vista petrografico sono da considerare affini al Macigno.

- arenarie torbiditiche in strati sottili.

Nella parte intermedia di tale unità sono presenti due banchi a base calcarenitica e tetto marnoso con spessori compresi tra i 4 e gli 8 m (Fig.1). Essi sono

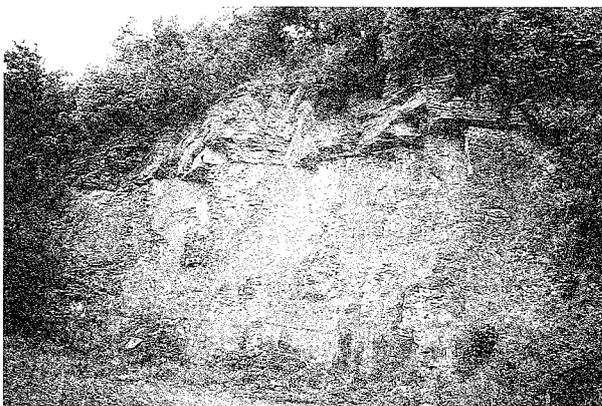
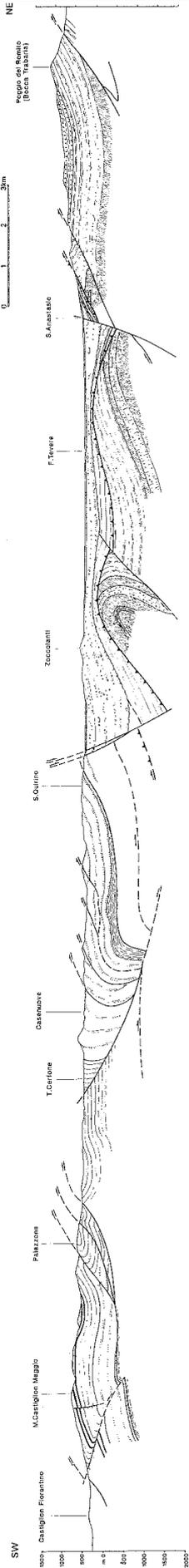


Fig.1 - Bancata a base calcarenitica e tetto marnoso spessa circa 8 m., nelle arenarie torbiditiche a strati sottili che caratterizzano il membro più alto della successione del Trasimeno.

CROP 3. SEZIONE GEOLOGICA CASTIGLION FIORENTINO - BOCCA TRABARIA.

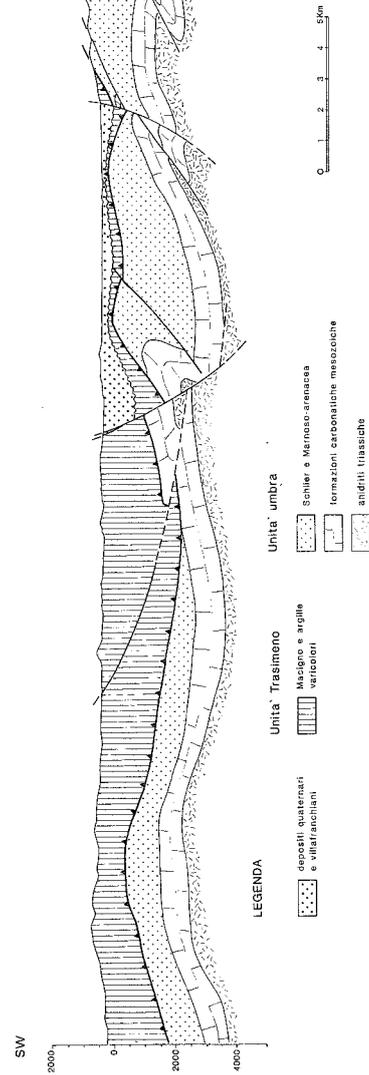
E. COSTA G. PLESI



E1 - Sezione geologica del tratto compreso tra Castiglion Fiorentino e Bocca Trabaria.

CROP 3 SCHEMA INTERPRETATIVO DELLA SEZIONE CASTIGLION F.NO - BOCCA TRABARIA

E. COSTA G. PLESI



E2 - Schema interpretativo desunto dall'E1 ed estrapolato in profondità fino a 4 Km.

stati cartografati come livelli guida nell'area compresa tra Castiglion F.no e il Km 9 della strada per Palazzo del Pero.

Questa successione comprende le biozone NP 25 (Chattiano sup.) nella parte inferiore e NN 1-2 (Aquitano-Burdigaliano inf.) in quella superiore (campioni MGM in tab.1). Il limite Oligo - Miocene si colloca circa in corrispondenza dei banchi guida.

La caratterizzazione di tali arenarie su basi petrografiche non è risolutiva in quanto i campioni analizzati cadono sistematicamente in un'area del diagramma in cui i campi di appartenenza del Macigno e del Cervarola si sovrappongono.

SUCCESSIONE DI SANSEPOLCRO - BOCCA TRABARIA

Affiora nella zona omonima ed è composta a partire dal basso da:

- Schlier; comprende le biozone NN 1-2 ed NN 3 (Aquitano-Burdigaliano).

- torbiditi arenacee e calcarenitiche in strati medi e sottili (Fig.2);

- torbiditi arenacee in strati spessi e molto spessi (Fig.3).

Questo intervallo torbiditico ed il precedente comprendono le zone NN 4 e NN 5 (Burdigaliano sup. - Langhiano)

- Marnoso-arenacea tipica in cui è segnalata la presenza dello strato Contessa (CHIOCCHINI *et al.*, 1986)

SUCCESSIONE DI S.MARIA TIBERINA

Affiora in finestra nella zona di S.Maria Tiberina ed è formata dal basso da:

- Schlier.

In questa formazione è riconoscibile e separabile cartograficamente un orizzonte di marne a selci listate nere e, stratigraficamente più in alto, un orizzonte di calcareniti e breccie grossolane (torbiditi e *debris flow*) alimentate verosimilmente in gran parte da materiale di piattaforma carbonatica.

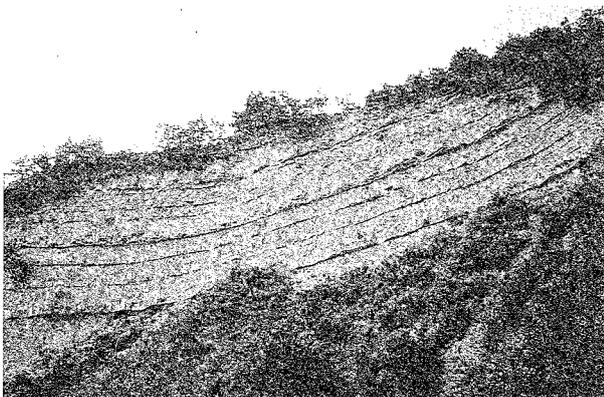


Fig.2 - La successione rappresenta il passaggio stratigrafico tra lo Schlier e la soprastante Marnoso-arenacea.

La successione di S.Maria Tiberina sembra differenziarsi dunque, per la sua stratigrafia, da quella di Sansepolcro - Bocca Trabaria. Ci sembra possibile che all'atto della sedimentazione dello Schlier essa si configurasse come una zona più profonda, costituente una trappola per depositi gravitativi grossolani.

-Marnoso-arenacea.

Sulla successione di S.Maria Tiberina non sono stati condotti per il momento da parte nostra studi biostratigrafici e petrografici.

TETTONICA

UNITÀ TETTONICHE

I rapporti tra la successione del Trasimeno e le successioni del dominio umbro sono ricostruiti sulla sezione (E1) e sullo schema interpretativo (E2). Secondo la nostra ricostruzione le formazioni della successione del Trasimeno ricoprono tettonicamente quelle ombre per tutta la lunghezza della sezione e costituiscono una vera propria unità tettonica alloctona. L'Unità del Trasimeno ammette come livello principale basale di scollamento la formazione delle argille varicolori. Sia lungo questa fascia, sia lungo trasversali parallele, questa formazione basale appare più laminata e ridotta nelle zone esterne, più completa e meglio conservata in quelle interne, dove sono presenti anche formazioni di età eocenica e cretacea (Fig.4).

Questo assetto può essere spiegato ammettendo che la superficie di sovrascorrimento principale tagli la successione a livelli via via più alti verso l'esterno.

Lungo la sezione Castiglion F.no - Bocca Trabaria il fronte di questo sovrascorrimento è situato circa 1,5 km ad Est di Sansepolcro. Come risulta dai dati di campagna l'Unità Trasimeno non giace ovunque sulla Marnoso-arenacea ma almeno in due casi si accavalla direttamente sullo Schlier (zona di S.Maria Tiberina e dintorni di Sansepolcro). Questa giacitura è probabilmente in relazione con una strutturazione precoce del substrato avvenuta prima o durante il sovrascorrimento.

Nella zona di Sansepolcro l'età della messa in posto dell'Unità Trasimeno sull'Unità umbra risulta posteriore al Langhiano superiore; nell'area di M.Acuto - Umbertide questa stessa superficie di sovrascorrimento risulta posteriore al Burdigaliano - Langhiano inferiore (CERRINA *et al.* in preparazione).

Una caratteristica generale del contatto in parola è che esso appare ampiamente deformato come conseguenza di episodi compressivi successivi al sovrascorrimento stesso e di fenomeni di rotazione indotti da faglie normali; questa geometria è ricostruita dai dati del rilevamento e mostra analogie con quanto è osservabile anche più a Sud (zona di M.Acuto - Umbertide), dove il sovrascorrimento del Trasimeno è chiaramente ripreso in pieghe tarde (CERRINA *et al.*, in preparazione). Questa strutturazione, come sembra



Fig.3 - Marnoso-arenacea in strati spessi affiorante in località Convento di M.Casale.

no indicare anche le osservazioni a scala mesoscopica, potrebbe essere legata, almeno in gran parte, ad uno stadio tardivo di una deformazione progressiva con direzioni di raccorciamento abbastanza omogenee (sovrapposizione di pieghe grosso modo coassiali), forse dovuto ad un impedimento alla propagazione del sovrascorrimento principale nei settori esterni (BUTLER, 1987).

La presenza dell'Unità umbra è stata da noi ipotizzata fino al limite occidentale della sezione al di sotto dell'Unità del Trasimeno a profondità che sono state estrapolate tenendo conto della giacitura generale dell'Unità Trasimeno, del suo presumibile spessore e delle strutture che la interessano. Questa ricostruzione risulta largamente interpretativa per la scarsità dei dati disponibili.

In tutta l'area i sovrascorrimenti maggiori non sono osservabili in affioramento.

PIEGHE A GRANDE SCALA

Le megastrutture plicative hanno direzioni assiali comprese tra $N130^\circ$ e $N160^\circ$ ed una immersione assiale di $10^\circ - 20^\circ$ verso NW che caratterizza tutta la fascia esaminata. La vergenza è normalmente verso NE o ENE ma esistono anche strutture retroflesse verso SW.

Tra queste ultime la più importante è quella osservabile nella successione del Trasimeno dell'area immediatamente a NE di Plazzo del Pero. Questa strut-

tura coinvolge, per quanto visibile in affioramento, sia le arenarie torbiditiche in strati spessi sia quelle in strati sottili. Sulla nostra sezione essa è stata interpretata come un retroscorrimento tardivo rispetto ai sovrascorrimenti est-vergenti presenti in quest'area ma legato all'avanzamento dell'Unità Trasimeno sulla più esterna struttura di S.Maria Tiberina. Questa genesi delle strutture retrovergenti ("*triangle zone*" in ELLIOTT, 1981) è descritta in letteratura come la più probabile e diffusa (PRICE, 1986; BUTLER, 1987; RAMSAY & HUBER, 1987). Altre megastrutture notevoli e ben affioranti nell'area esaminata sono, a livello della successione umbra, l'anticlinale di S.Maria Tiberina, la sinclinale rovesciata sotto il fronte di accavallamento dell'Unità Trasimeno, affiorante lungo il torrente Vertola (tra Sperlaglia e Stregorata) e la blanda sinclinale esistente nella Marnoso-arenacea lungo la strada di Bocca Trabaria.

L'anticlinale di S.Maria Tiberina, il cui fianco occidentale appare piallato dei suoi livelli più alti in corrispondenza del sovrascorrimento dell'Unità Trasimeno, ha, nella sezione meglio esposta a sud di S.Maria Tiberina, una direzione assiale vicino a $N170^\circ$ ed una immersione assiale di 15° verso NW. Tutta la struttura è interessata da un fitto clivaggio di piano assiale ben visibile sia nello Schlier sia nei livelli calcarenitici. Nello Schlier questo clivaggio è più fitto e immerge verso SW su entrambi i fianchi della piega (Fig.5); nelle calcareniti le superfici di clivaggio appaiono più distanziate, sono caratterizzate da fenomeni di dissoluzione per pressione e immergono di pochi gradi verso NNE come conseguenza della rifrazione che il clivaggio subisce in corrispondenza del limite litologico (Fig.6).

La sinclinale di Sperlaglia ha un asse di direzione $N140^\circ$ orizzontale.

La sinclinale presente nell'area di Bocca Trabaria ha un angolo di apertura molto blando ed immerge assialmente di $10^\circ - 15^\circ$ verso NW.

Tutte le altre megastrutture rappresentate nella sezione non sono direttamente osservabili ma sono desunte dai dati cartografici e dalle misure di strato.



Fig.4 - Pieghe nella Scaglia alla base delle arenarie del Trasimeno in località Montanare

Sia l'Unità del Trasimeno sia l'Unità umbra sono ulteriormente scomposte da sovrascorrimenti minori che individuano "elementi tettonici". Nell'Unità Trasimeno tali sovrascorrimenti sono localizzati, a volte, nelle argille varicolori, e ne portano in affioramento strette fasce allungate in direzione appenninica, a volte si instaurano o risalgono in livelli più superficiali.

Come conseguenza di ciò vengono a determinarsi variazioni di spessore delle unità che sono difficili da valutare e che rendono problematica la ricostruzione della sezione e la valutazione dell'entità del raccorciamento.

A scala mesoscopica tali superfici minori risultano in certe zone così diffuse da obliterare e trasporre completamente la successione stratigrafica originaria; a queste si alternano normalmente ampi settori apparentemente indeformati.

I singoli elementi tettonici appaiono spesso composti da successioni normali. Le porzioni rovesciate si instaurano generalmente in corrispondenza dei sovrascorrimenti e sono ad essi correlabili. Normalmente non è possibile verificare se i fianchi diritti e quelli inversi siano raccordati da una cerniera; sembra possibile in vari casi, per mancanza dello spazio necessario, che queste cerniere di raccordo non esistano perché tagliate dalla propagazione del sovrascorrimento (SUPPE & MEDWEDEFF, 1990). Può essere questo il caso della fascia di Macigno rovesciato delimitato da due superfici di sovrascorrimento affiorante lungo la strada Palazzo del Pero - le Ville tra il Km 159,5 e il Km 160,5 e della Marnoso-arenacea rovesciata della zona di Bocca Trabaria.

In queste condizioni non è stato possibile ricostruire con sicurezza le geometrie e i meccanismi deformativi; la presenza di fianchi rovesciati spesso legati ai sovrascorrimenti ci induce a considerare il "*fault propagation folding*" (Suppe & Medwedeff, 1984; 1990) come possibile modello evolutivo del sistema.

A proposito dei sovrascorrimenti minori a vergenza adriatica che segmentano l'Unità umbra va infine precisato che almeno finora non è stato possibile sta-



Fig.5 - Clivaggio di piano assiale nello Schlier. Anticlinale di S.Maria Tiberina.



Fig.6 - Clivaggio di piano assiale nei livelli calcarenitici dell'anticlinale di S.Maria Tiberina. Le superfici sono interessate da dissoluzione per pressione.

bilire che tipo di relazione geometrica essi abbiano con il sovrascorrimento basale dell'unità Trasimeno, se cioè taglino tale contatto o si parallelizzano e confluiscono in esso. Le geometrie disegnate a questo proposito sulla sezione non corrispondono in effetti a osservazioni puntuali di campagna.

MESOSTRUTTURE

In varie località dell'area esaminata sono state osservate mesostrutture, duttili e fragili, che, come anticipato in precedenza, non potevano costituire in questa fase oggetto di uno studio sistematico. Alcune situazioni sono comunque state analizzate per avere indicazioni sullo stile e sui meccanismi della deformazione e sulle direzioni di compressione e di movimento.

Nei pressi di Palazzo del Pero (località l'Intoppo) nelle torbiditi a strati spessi della successione del Trasimeno immergenti a SW di 65° sono sviluppati sistemi di faglie coniugate (Figg.7a, 7b e 8) la cui intersezione (2) coincide con la direzione di strato e la cui bisettrice dell'angolo acuto (1) coincide con l'immersione e l'inclinazione degli strati. Poiché questo tipo di rapporti reciproci tra i sistemi di faglie coniugate e la stratificazione si ripete in altri affioramenti indipendentemente dalle giaciture della stratificazione stessa, queste strutture sembrano essere il prodotto di un raccorciamento precoce che si è sviluppato negli strati suborizzontali. La direzione di massima compressione



Fig.7a - Sistemi di faglie coniugate nel membro inferiore della successione del Trasimeno.



Fig.7b - La figura tratta dalla precedente evidenzia le strutture deformative in rapporto alle superfici di strato. L'intersezione tra i sistemi F1 e F2 coincide con la direzione di strato, mentre la bisettrice dell'angolo acuto tra gli stessi sistemi di faglie coincide con l'immersione di strato.

nell'affioramento di Palazzo del Pero è vicina a N50. A questo sistema coniugato precoce se ne sovrappone un secondo con la medesima direzione di raccorciamento ma con σ_1 orizzontale e con differenti rapporti geometrici con la stratificazione. Questo secondo episodio di deformazione fragile si è sviluppato pertanto quando gli strati avevano già subito una rotazione conseguente ad una piega il cui asse è N150° circa. L'insieme di queste strutture sembra attribuibile quindi ad una deformazione progressiva in cui la direzione di massima compressione si mantiene costante nel tempo.

Al Km 10,5 della strada Castiglion F.no - Palazzo del Pero le torbiditi sottili della successione del Trasimeno sono interessate da sovrascorrimenti mesoscopici associati ad un sistema coniugato di superfici di Riedel sintetiche antitetiche coerenti con una direzione di movimento N50°. Solo la presenza di pieghe minori con asse orientato nella direzione di movimento risulta poco comprensibile; potrebbe trattarsi di pieghe appartenenti ad una fase diversa oppure, nel caso che fossero congeneri del taglio potrebbero essere state trasportate fino al parallelismo con la direzione di trasporto.

Strie di movimento con direzione N50 sono state misurate su piani di taglio suborizzontali e debolmente inclinati anche in altre località e sembrano perciò rappresentare una situazione abbastanza diffusa. Questa

direzione di raccorciamento si accorda con quella deducibile dalle strutture a grande scala.

Al Km 152,5 della strada senese-aretina, in strati sottili di arenarie fini intercalate a peliti sono presenti alcune superfici di sovrascorrimento associate a pieghe (Figg.9a e b) e a superfici di Riedel sintetiche e antitetiche; questo sistema ammette una direzione di movimento intorno a N100° - 120° ed è ripreso da una piega successiva che ammette una direzione di raccorciamento circa equivalente. Anche in questo caso si è avuta quindi una deformazione progressiva. Le direzioni di movimento ricostruite in quest'ultimo affioramento si discostano notevolmente da quelle di tutte le altre zone analizzate. Questo potrebbe essere dovuto ad una variazione locale del campo di stress oppure a rotazioni rigide tardive imputabili a cause le più diverse che al momento non è stato possibile individuare.

BIOSTRATIGRAFIA

(A. Negri)

Lo studio biostratigrafico si è basato su un totale di 98 campioni che rappresentano le successioni più significative affioranti nell'area della sezione. Di questi solamente 12 sono risultati sterili, mentre i restanti

Tab. 3

		Successione dello Schlier e Marnoso - arenacea				
		Area Orientale				
ZONE	specie	1	2	3	4	5
ANNO	campioni					
	BTN 1	35	0	65	100	0
	BTN 2					
	BTN 3	60	0	40	100	0
	BTN 4					
	BTN 5	54	0	46	100	0
	BTN 6					
	BTN 7	68	0	32	100	0
NN5	BTN 10	25	0	75	100	0
	BTN 9					
	BTN 8	44	0	56	98	2
	BTN 20	52	0	42	100	0
	BTN 19	50	0	50	100	0
	BTN 18					
	BTN 17	45	0	55	100	0
	BTN 16					
	BTN 15	36	0	64	100	0
	BTN 14	34	0	66	100	0
	BTN 13	66	0	34	82	18
NN4	BTN 12	54	0	46	80	20
NN3?	SCH 1	88	8	0	1°	0
	SCH 2	92	0	0	1.3°	0
	SCH 3	100	0	0	0.7°	0
NN1-2	SCH 4	100	0	0	1.3°	0
	SCH 5	94	0	0	1.3°	0

1) *S. moriformis* †
 2) *S. belemnos* †
 3) *S. heteromorphus* †
 4) *H. carteri* @
 5) *H. ampliapertura* @

†= percentuale su 100 sfenoliti
 @= percentuale su 50 elicoliti

*= conteggio effettuato su 300 individui dell'associazione

si sono rivelati quasi sempre molto fossiliferi e abbastanza ben conservati. La campionatura ha interessato, come specificato meglio in seguito, la successione delle Arenarie del Trasimeno, suddivisa nella sua parte inferiore ad arenarie grossolane e nella sua parte superiore a torbiditi sottili, le argille varicolori e la successione di Sansepolcro - Bocca Trabaria che comprende la parte superiore dello Schlier e una parte della Marnoso-arenacea

SCHEMA BIOSTRATIGRAFO ADOTTATO

Lo schema biozonale utilizzato è quello di Martini (1971), sebbene questo, come peraltro altri schemi cosiddetti "standard", presenti alcune limitazioni dovute all'assenza di alcune forme marker nel bacino del Mediterraneo. Ad esempio, l'assenza di *Discoaster druggii* non permette di riconoscere il limite tra le zone NN1 e NN2, che pertanto verranno trattate come un unico intervallo indistinto. Allo stesso modo l'estrema rarità di *Triquetrorhabdulus carinatus* non permette di determinare il limite tra le zone NN2 e NN3 che è definito dall'estinzione di questa specie. È possibile tuttavia, approssimare questo limite con la comparsa di *S. belemnos* ritenuta circa coeva (cfr. OKADA e BURKY, 1980; PERCH-NIELSEN, 1985; RIO *et al.*, 1990).

Infine per quanto riguarda il limite Oligo-Miocene, il problema è tuttora in fase di aperta discussione, si

ritiene tuttavia che esso venga approssimato dai seguenti eventi: *Helicosphaera recta* LO (Last occurrence) (MARTINI, 1971), *S. ciperoensis* LO (MARTINI, 1971; OKADA e BURKY, 1980) e *D. bisectus* LO (MARTINI, 1971). Quest'ultimo evento sembra tuttavia piuttosto diacrono ed in particolare nel bacino mediterraneo sembra essere successivo all'estinzione di *S. ciperoensis* (FORNACIARI *et al.*, 1990).

METODOLOGIA

È stata adottata una metodologia di tipo "quantitativo" come descritta in RIO *et al.* (1990). Questa prevede sostanzialmente due diversi tipi di conteggio della forma usata come marker stratigrafico: il primo è relativo all'intera associazione, cioè il marker viene contato rispetto ad un numero prefissato di individui (in questo caso ristretto a 300 individui). Con questo conteggio è stata stimata la frequenza nell'associazione di *Dictyococcites bisectus*, *Ciclycargolithus abisectus* (forme aventi dimensioni superiori a 10 micron), *Helicosphaera euphratis* e *Helicosphaera carteri* (successione Arenarie del Trasimeno, aree orientale ed occidentale).

Il secondo tipo di conteggio quantifica la forma marker stratigrafico in rapporto a un numero prefissato di individui ad essa tassonomicamente correlati (ad

Tab. 1

Successione delle Arenarie del Trasimeno Area Occidentale											
ZONE	specie	1	2	3	4	5	6	7	8	9 10	
NANNO	campioni										
	MGM 10	100	0	0	0	5	0	1	0		
	MGM 11	100	0	0	0	3	0	3	0		
	MGM 12	100	TERZIARIO INDIFFERENZIATO								
	MGM 13	100	0	0	0	1	0	0	0		
	MGM 14	100	0	0	0	1	0.3	4	0		
	MGM 15										
	MGM 16										
	MGM 17										
	MGM 18	100	0	1	0	0.3	0	1	0		
	MGM 19	100	0	0	0	0	0	1	0		
	MGM 20	100	0	0	0	0	0	0	0		
NN1-2	MGM 21	100	0	0	0	0	0	1	0		
	MGM 22	100	0	0	0	0	0	3	1		
	MGM 23	100	0	0	0	0.3	0	2	1		
	MGM 24	100	0	0	0	0	0	1	0		
	MGM 25	100	0	0	0	4.7	0.3	1	0		
	MGM 26	100	0	1	0	0.3	0	2	0		
	MGM 27	100	0	0	0	0.6	0.7	5	0		
	MGM 28	100	0	0	0	3.7	0	6	0		
	MGM 31	100	TERZIARIO INDISTINTO								
	MGM 32	100	TERZIARIO INDISTINTO								
	MGM 1	100	0	0	0	0.3	0	8	0		
	MGM 2	100	0	0	0	0	0	6	1		
	MGM 29	100	0	0	0	0.3	0	2	0		
	MGM 30		STERILE								
	MGM 33	100	0	0	0	1	0	3	0		
	MGM 40	100	0	0	0	5.7	2	3	0		
	MGM 41	100	0	0	0	2	0	5	0		
	MGM 42	100	0	0	0	3.7	1	1	0		
	TRA 6		TERZIARIO INDISTINTO								
	TRA 5		TERZIARIO INDISTINTO								
	TRA 4		STERILE								
	TRA 3	100	0	0	0	5	2.3	4	0		
	TRA 2	100	0	0	0	5.7	3	3	0		
NP25	TRA 57		STERILE								
	TRA 56		STERILE								
	TRA 55		STERILE								
	TRA 54	100	0	0	0	5	1	7	0		
	TRA 53b	99	0	0	1	6.7	1.3	11	0		
	TRA 53	100	0	0	0	5	0.3	5	0		
	TRA 52		STERILE								
	TRA 51		STERILE								
	TRA 50		STERILE								
	TRA 1		STERILE								
	TRA 59		TERZIARIO INDISTINTO								
	TRA 58		TERZIARIO INDISTINTO								
	AV 1		STERILE								
NP24	AV 2		STERILE								
	AV 3	91	0	3	6	13.3	10	1	0	0	
	SV 50		STERILE								
NP23	SV 51	90	10	0	0	12.3	0	0	0	0	

RIMANEGGIAMENTO CRETACEO-PALEOCENE

RIMANEGGIAMENTO PALEOCENE

RIMANEGGIAMENTO CRETACICO

1) S. moriformis *

2) S. predistentus #

3) S. distentus #

4) S. ciperoensis *

5) D. bisectus #

6) C. abisectus #

7) H. euphratis @

8) H. carteri @

9) R. umbilica #

10) C. formosus #

*= percentuale su 100 sfenoliti

#= percentuale su 300 individui

@= percentuale su 50 elicoliti

Tab. 2a

Successione delle Arenarie del Trasimeno Area Orientale							
ZONE	specie	1	2	3	4	5	
NANNO	campioni						
	AT 18	100	0	0	9	1	RIMANEGGIAMENTO CRETACEO
	AT 3	100	0	0	9	0	
	AT 2	100	0	0	15	1	1) S. moriformis *
	AT 1	100	0	0.3	9	0	2) S. ciperensis *
							3) D. bisectus #
	MT 17	100	0	0.3	1	0	4) H. euphratis @
	MT 16	100	0	0.3	0	0	5) H. carteri @
	MT 15		TERZIARIO INDISTINTO				
	MT 14	100	0	0	9	0	
NN1-2	MT 13		TERZIARIO INDISTINTO				*= percentuale su 100 sfenoliti
	MT 12		TERZIARIO INDISTINTO				#= percentuale su 300 individui
							@= percentuale su 50 elicoliti
	SV 37	100	0	0	0	0	
	SV 36	100	0	0	0	0	
	SV 35	100	0	0	0	0	
	SV 34	100	0	0	1	0	
	SV 33	100	0	0	0	0	
	SV 11	100	0	0.3	1	0	
	SV 10	100	0	0	2	0	
	SV 9	100	0	0	0	0	
	SV 8	100	0	0	1	0	

Tab. 2b

Successione delle Arenarie del Trasimeno Area Orientale							
ZONE	specie	1	2	3	4	5	
NANNO	campioni						
	MT 32	100	0	0	0	0	
	MT 31	100	0	0.3	2	0	1) S. moriformis *
	MT 30	100	0	0	0	0	2) S. ciperensis *
	MT 29	100	0	0	1	0	3) D. bisectus #
	MT 28	100	0	0.3	4	0	4) H. euphratis @
	MT 27	100	0	0.3	0	0	5) H. carteri @
NN1-2							
	SV 26	100	0	0	1	0	
	SV 25	100	0	0.3	0	0	*= percentuale su 100 sfenoliti
	SV 24	100	0	0.3	1	0	
	SV 23	100	0	0.7	0	0	#= percentuale su 300 individui
	SV 22	100	0	1	1	0	
	SV 21	100	0	0.7	0	0	@= percentuale su 50 elicoliti
	SV 20	100	0	0	0	0	
NP25	SV 19	100	0	9.7	2	0	

esempio *Sphenolithus heteromorphus* rispetto al genere *Sphenolithus*).

Per il presente studio questo numero è stato fissato, quando possibile, a 100 individui per gli sfenoliti e 50 per gli elicoliti. In questo modo è stata stimata la frequenza di *Sphenolithus moriformis*, *Sphenolithus predistentus*, *Sphenolithus distentus*, *Sphenolithus ciproensis*, *Sphenolithus belemnos*, *S. heteromorphus* e, nella sola successione dello Schlier, Marnoso-arenacea di *H. carteri* e *Helicosphaera ampliaptera*.

SUCCESSIONI CAMPIONATE E RISULTATI OTTENUTI

Nelle tabelle 1, 2A, 2B, 3 sono indicati le aree di provenienza e i valori di frequenza delle varie specie riconosciute, espressi in percentuale secondo le metodologie spiegate in precedenza.

In tabella 1 è rappresentata la successione affiorante nella zona più occidentale dell'area in esame. Questa campionatura è stata eseguita lungo la strada Castiglione F.no - Palazzo del Pero dove affiora con buona continuità la parte alta della successione del Trasimeno in cui sono presenti due bancate calcarenitico-marnose descritte in precedenza dalle quali provengono i campioni 1, 2, 28, 31, 32. Tra Palazzo del Pero e Le Ville è stata campionata la parte inferiore e l'intervallo di passaggio a quella superiore. La sigla MGM contraddistingue i campioni provenienti dalla parte superiore della successione, la sigla TRA quelli della parte inferiore. Infine le sigle AV e SV contraddistinguono le argille varicolori alla base delle Arenarie del Trasimeno campionate in due località diverse in affioramenti che non mostrano i rapporti con le sovrastanti arenarie: presso Colle (campioni SV 50 e 51; argille varicolori intercalate a strati calcarei e calcarenitici) e presso Le Ville (campioni AV 1, 2, 3; argille rosse con rari interstrati pelitico-marnosi).

Dalla tabella 1 risulta chiaro che la parte inferiore delle argille varicolori (SV e AV) è con certezza oligocenica, in particolare il campione AV 3 è riferibile alla zona NP 24 per la presenza di *S. distentus* e *S. ciproensis* ed il campione SV 51 alla NP 23 per l'as-



Fig.8 - Particolare della superficie di una faglia appartenente al sistema F1 della figura precedente.

senza di *Reticulofenestra umbilica* e *S. ciproensis*.

In tutti i campioni (raramente fossiliferi) provenienti dalla successione TRA, *S. ciproensis* è quasi sempre assente, ad esclusione del campione TRA 53b dove compare in percentuale bassissima. *D. bisectus* presenta valori di frequenza piuttosto elevati (5-10%), il che permette di riferire alla zona NP 25 i campioni osservati.

La quasi totalità della successione MGM è attribuibile alle zone NN1-2, poiché al di sopra del campione MGM 40 è sempre assente *S. ciproensis* e *D. bisectus*, quando presente, è sempre caratterizzato da basse frequenze (inferiori all'1%), contrariamente a quelle osservabili nell'intervallo precedente. Queste sono probabilmente dovute agli effetti di un certo tasso di rimaneggiamento, che caratterizza i sedimenti di origine torbida. *D. bisectus* è inoltre una forma particolarmente resistente e quindi piuttosto soggetta a questo fenomeno. A conferma di quanto detto, si notano nella successione MGM anche occasionali picchi di frequenza (campioni MGM 10, 25 e 28), dovuti presumibilmente a effetti ancora più forti di rimaneggiamento qui evidenziato anche dalla presenza di forme Cretaciche. È evidente che questa caratteristica riduce il valore biostratigrafico di *D. bisectus* specie quando si debba ottenere una datazione su campioni sparsi. Tuttavia in una successione abbastanza continua, come quella esaminata, e con un approccio quantitativo l'evento può essere utile, alle medie latitudini (WEI & WISE, 1989), per il riconoscimento del limite Oligo-Miocene.

Nella parte più bassa della successione MGM (campioni 40, 41 e 42), in prossimità del limite con le arenarie più grossolane (TRA) la frequenza di *D. bisectus* è molto più elevata e quindi verosimilmente l'intervallo è riferibile alla zona NP 25.

In tabella 2A e 2B sono rappresentati i risultati delle analisi effettuate sui campioni provenienti dalla successione affiorante nell'area più orientale della zona in studio (sezione di Farnetalto 1,5 Km a NE di Sansepolcro).

I campioni contrassegnati dalla sigla AT sono relativi alle Arenarie del Trasimeno, mentre la sigla MT indica i livelli marnosi che costituiscono il tetto delle argille varicolori; la sigla SV contraddistingue i campioni provenienti dagli argille varicolori.

In questa località affiorano due livelli di argille e marne varicolori separati da alcuni metri di arenarie. Questa situazione si mantiene per vari chilometri verso NW ed è cartografata sul Foglio Città di Castello.

Il livello arenaceo intermedio (Arenarie del Trasimeno in strati spessi) ha alla base in continuità un orizzonte di marne grigie laminate e gradate (circa 6 m) che passa verso il basso ad argilliti rosse con rari straterelli siltosi; i campioni provenienti da questa parte della sezione sono riportati in tab.2A. La fascia varicolore superiore è composta in basso da argilliti varicolori rosse e verdastre con rari straterelli siltosi e in alto da argilliti e marne nocciola; questa sequenza appare continua ed ha uno spessore complessivo di cir-

componenti	parametri	QFL+CE	C/Q	P/F
QUARZO				
1) Quarzo monocristallino		Q	Q	-
2) Quarzo policristallino		Q	Q	-
3) Quarzo microcristallino		Q	C/Q	-
4) Selce		Q	C/Q	-
5) Quarzo in F.R.		Q	Q	-
FELDSPATI				
6) K-feldspati		F	-	F
7) K-feldspati in F.R.		F	-	F
8) Feldspati alterati		F	-	-
9) Plagioclasti		F	-	P/F
10) Plagioclasti in F.R.		F	-	P/F
FRAMMENTI LITICI				
11) Silicatici		L	-	-
12) Carbonatici		CE	-	-
GRANI ACCESSORI EXTRAB. (miche, cloriti e minerali pesanti)				
GRANI INTRAB. (fossili, glauconia e fiocchi pelitici)				
MATERIALI D'INTERSTIZIO (matrice, cementi ed altri min. autigeni)				

Tab. 4; schema di ricalcolo dei parametri relativi al conteggio totale della roccia.

ca 10 m. Non si vede il contatto con le arenarie sottostanti. I campioni provenienti da questa parte della sezione sono riportati in tab.2B

Come si nota in tabella 2A e 2B quasi tutti i campioni analizzati contengono *D.bisectus* in frequenze molto basse (inferiori all'1%) e sono quindi riferibili alle zone NN 1-2. Solamente nel campione più basso delle argille varicolori della fascia superiore (SV 19) si osserva un brusco innalzamento della frequenza di *D. bisectus*. Ciò potrebbe riferire il campione alla zona NP 25 dell'Oligocene superiore e indicare l'esistenza di un contatto tettonico tra la fascia superiore di argille varicolori e le sottostanti arenarie.

In tabella 3 è infine rappresentata la successione di campioni provenienti dalla F.ne dello Schlier (SCH) e dalla F.ne della Marnoso-arenacea (BTN).

Tutti i campioni BTN contengono abbondante *S.heteromorphus* e in BTN 13 e 12 è stata osservata anche *H.ampliaperta*. Poiché l'estinzione di questa ultima specie definisce il tetto della zona NN 4 ne segue che la successione è in parte riferibile alla zona NN 4 (BTN 13 e 12) ed in parte alla zona NN 5 (restanti campioni).

Nella sottostante F.ne dello Schlier sembra possibile individuare la zona NN 3 in un unico campione (SCH 1) per la presenza di *S.belemnos*, mentre i restanti campioni sono attribuibili alle zone NN 1-2 (assenza *D.bisectus* e *S.belemnos*).

PETROGRAFIA DELLE ARENARIE (A. Di Giulio)

Gli studi condotti in questi ultimi anni sulla petrografia delle diverse successioni torbiditiche dell'Oligo-Miocene appenninico (VALLONI, 1978; MEZZADRI & VALLONI, 1981; GANDOLFI *et al.*, 1983; VALLONI & ZUFFA, 1984), integrati con dati ancora inediti, forniscono ormai elementi di confronto relativamente precisi per discutere circa la appartenenza delle arenarie

in esame ad uno o all'altro dei maggiori complessi stratigrafico-strutturali della catena appenninica.

Inoltre, al fine di rendere gli elementi di confronto ancora più completi, per le Arenarie del Cervarola si è ritenuto utile aggiungere ai dati editi (MEZZADRI e VALLONI, 1981) provenienti da un'unica località piuttosto decentrata rispetto alla maggior parte degli affioramenti della formazione (Val Dolo, Reggio Emilia), alcuni dati inediti che si riferiscono ad analisi condotte sulle Arenarie del Cervarola dell'area tipo (V.Fellicarolo, Modena) nell'ambito di un lavoro ancora in corso (in collaborazione con Andreozzi M.).

L'analisi modale che ha riguardato la successione del Trasimeno e quella di Sansepolcro - Bocca Trabaria è stata condotta con il metodo Gazzi-Dickinson (GAZZI, 1966; DICKINSON, 1970) modificato secondo ZUFFA (1985). Per ogni campione è stato effettuato un primo conteggio comprensivo di tutte le componenti tessiturali (grani dell'ossatura, matrice, cemento ed altre fasi autigene), fino a caratterizzare almeno 250 grani essenziali (miche e minerali pesanti esclusi). Successivamente per ogni campione è stato condotto un secondo conteggio limitato ai soli frammenti di roccia a tessitura fine (costituiti da cristalli o granuli <62 micron) giungendo a caratterizzarne almeno 100.

Sulla base dei dati analitici così raccolti sono stati ricalcolati alcuni dei parametri principali e secondari normalmente utilizzati per descrivere le caratteristiche composizionali salienti dei depositi arenacei; il significato dei singoli parametri è illustrato nelle tabb. 4 e 5.

Il conteggio appositamente dedicato ai frammenti litici a tessitura fine è reso necessario dal fatto che, pur rappresentando essi una frazione limitata dell'ossatura detritica (10-20 % per la arenarie in esame), i dati raccolti fin ora dimostrano che le proporzioni tra i diversi tipi base di frammenti litici (metamorfici, vul-

gr. litici	parametri	LmLvLs+CE
ROCCE METAMORFICHE		
1) Scisti a quarzo+miche		Lm
2) Scisti a qz.+miche+min.pes.		Lm
3) Slate		Lm
4) Mica microcristallina		Lm
5) Serpentino-cloritoscisti		Lm
ROCCE VULCANICHE		
6) Serpentinite massive		Lv
7) Vulcanite basico-intermedie		Lv
8) Vulcanite acide		Lv
ROCCE SEDIMENTARIE		
9) Argilliti-siltiti		Ls
10) Calcilutiti		CE
12) Altri carbonatici		CE

Tab. 5; schema di ricalcolo dei parametri relativi al conteggio sui soli frammenti di roccia a tessitura fine.

Tab. 6

litostr.		petrogr.	PARAMETRI PRINCIPALI			PARAMETRI SECONDARI				
Fm.	mem.	camp.	Q	F	L+CE	C/Q	P/F	Lm	Lv	Ls
SUC. TRASIMENO	SUP	MG 1	60	26	14	0,15	0,24	88	7	5
		MG 3	53	32	15	0,13	0,37	85	7	8
		MG 4	62	23	15	0,12	0,33	85	8	7
		MG 6	59	28	13	0,14	0,35	80	13	7
	INF	TR 1	52	24	24	0,16	0,47	77	19	4
		TR 3	59	28	13	0,11	0,32	64	28	8
		TR 4	55	28	17	0,12	0,38	70	21	9
		TR 5	58	29	13	0,09	0,26	74	20	6
		TR 7	58	24	18	0,08	0,25	76	15	9

canici e sedimentari) rimangono molto costanti nelle diverse sezioni e mostrano un'evoluzione nel tempo che permette in diversi casi di distinguere le arenarie provenienti dalle diverse successioni; al contrario la composizione principale delle arenarie delle diverse successioni d'avanfossa (sintetizzata nel classico diagramma QFL) è relativamente omogenea (VALLONI & ZUFFA, 1984), e per di più all'interno di una stessa successione si notano piccole differenze tra le diverse sezioni esaminate (in particolare per il Macigno si veda ad esempio LAZZARI, 1987).

SUCCESSIONE DEL TRASIMENO

Sono stati analizzati 5 campioni provenienti dalle torbiditi arenacee della parte inferiore della serie del Trasimeno (campioni TR), stratigraficamente sovrapposte alla Scaglia, e 4 campioni prelevati nella parte superiore della serie (campioni MG).

Tutti i campioni mostrano una composizione principale poco dispersa attorno ad un valore medio di Q57 F27 L+CE16 (tab.6), con grani di quarzo policristallini sempre assai scarsi (mediamente C/Q = 0.12) e K-fel-

Tab. 7

litostr.		petrogr.	PARAMETRI PRINCIPALI			PARAMETRI SECONDARI				
Fm.	mem.	camp.	Q	F	L+CE	C/Q	P/F	Lm	Lv	Ls
SUC. S.SEPOLCRO	SUP	BT 4	53	39	8	0,03	0,25	48	10	42
		BT 5	50	41	9	0,06	0,25	37	17	46
		BT 6	52	44	4	0,03	0,28	45	15	40
	MED	BT 8	52	37	11	0,04	0,22	48	17	35
		BT 9	57	39	4	0,06	0,23	47	19	34
		BT 10	49	40	11	0,01	0,13	64	12	24
	INF	BT 1	57	38	5	0,05	0,40	47	10	43
		BT 2	57	39	4	0,06	0,24	46	18	36
		BT 3	52	43	5	0,04	0,29	46	18	36
		BT 11	55	38	7	0,01	0,20	57	7	36
		BT 13	58	39	3	0,05	0,35	57	7	36

dspati sempre prevalenti sui plagioclasti (mediamente $P/F = 0.33$); dalla fig.10 si può vedere come da questo punto di vista esse appaiono affini sia al Macigno del Chianti (LAZZARI, 1987), sia alle Arenarie del Cervarola (MEZZADRI & VALLONI, 1981; ANDREOZZI & DI GIULIO, dati inediti).

I frammenti di roccia a tessitura faneritica risultano essere di derivazione sia metamorfica (gneiss e micasisti) sia plutonica (graniti s.l.).

Tra i frammenti di roccia a grana fine sono presenti litotipi di tutte e tre le categorie base.

I grani metamorfici sono rappresentati prevalentemente da scisti e rocce microgranulari a $Qz+Mu$, associati a più scarsi cloritoscisti di varia tessitura e scisti a $Qz+Bi+F$.

I frammenti di rocce vulcaniche sono prevalentemente di tipo intermedio a tessitura generalmente porfirica o fluidale, a cui si aggiungono in alcuni campioni clasti di serpentiniti massive a tessitura a maglie.

I frammenti di rocce sedimentarie, costantemente scarsi, sono sia di natura silicoclastica (shale e siltiti), sia di natura carbonatica (per lo più micriti o clasti carbonatici variamente ricristallizzati).

Le categorie base dei frammenti di roccia a tessitura fine mostrano rapporti reciproci medi riassumibili in $Lm78 Lv15 Ls+CE7$. In questo caso però si nota anche una certa differenziazione tra i campioni della parte inferiore della serie (mediamente $Lm72 Lv21 Ls+CE7$) e quelli della parte superiore (mediamente $Lm84 Lv9 Ls+CE7$).

Nel diagramma di Fig.11 sono riportati i dati relativi ai campioni studiati e, per confronto, quelli relativi al Macigno del Chianti dell'area a Sud di Firenze



Fig.9a - Strutture sviluppate nelle torbiditi arenaceo-pelitiche che caratterizzano il membro superiore della successione del Trasimeno. Località Scopetone, Km.152 della SS senese-aretina.

(Cintoia-Ponte agli Stolli-S.Polo; da LAZZARI, 1987), delle Arenarie del Cervarola della sezione di Torre Amorotti (Val Dolo, Reggio Emilia; da MEZZADRI & VALLONI, 1981) e di alcuni campioni delle Arenarie del Cervarola dell'area tipo.

A proposito di questi ultimi vale la pena di osservare per inciso come a livello dei frammenti litici essi tendono a discostarsi leggermente dall'area composizionale individuata dai campioni della Val Dolo (linea 2 in figura) suggerendo che le Arenarie del Cervarola coprano nel loro insieme un campo più ampio di quello finora individuato.

Dall'analisi comparata di tutti questi dati risulta evidente la assoluta analogia tra i campioni della parte inferiore della serie del Trasimeno e quelli del Maci-



Fig.9b - Nel disegno tratto dalla figura precedente sono stati messi in risalto i piani di taglio e le strutture minori associate.

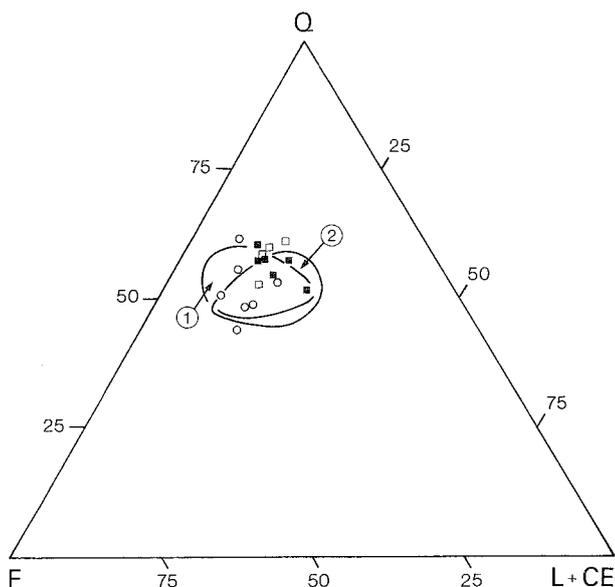


Fig. 10 - Composizione principale delle arenarie della successione del Trasimeno secondo i parametri QFL+CE; quadrati pieni = parte inferiore della suc. del Trasimeno; quadrati vuoti = parte superiore della suc. del Trasimeno; cerchi = Arenarie del Cervarola dell'area tipo (da ANDREOZZI & DI GIULIO, dati inediti); 1 = area composizionale coperta dal Macigno del Chianti (da LAZZARI, 1987); 2 = area composizionale coperta dalle Arenarie del Cervarola della Val Dolo (MEZZADRI & VALLONI, 1981). Si noti la grande similitudine mostrata a livello di composizione principale da tutte le arenarie considerate.

gno del Chianti, mentre si può notare come essi cadano sistematicamente al di fuori del campo occupato dalle Arenarie del Cervarola della Val Dolo e si discostino ancora più sensibilmente dai campioni del Cervarola dell'area tipo; la petrografia delle arenarie depone quindi nettamente a favore di una attribuzione della serie in esame al Macigno, anziché alle Arenarie del Cervarola.

Nella stessa figura si può vedere anche che i campioni della parte superiore della serie del Trasimeno cadono tutti in un'area del diagramma in cui i campi del Macigno (petrofacies superiore) e delle Arenarie del Cervarola (almeno quelle della Val Dolo) si sovrappongono; non è quindi possibile su base esclusivamente petrografica dare una connotazione formazionale a tali campioni. Da questi dati risulta che anche nel Macigno della serie del Trasimeno è presente il trend composizionale riconosciuto in sezioni più settentrionali (Chianti e Abetone; LAZZARI, 1987); si può anche osservare però che i campioni della parte inferiore della serie del Trasimeno cadono esattamente a cavallo delle due petrofacies che caratterizzano, più a Nord la parte inferiore e superiore del Macigno.

SUCCESSIONE DI SANSEPOLCRO-BOCCA TRABARIA

Come dettagliatamente illustrato anche da CENTAMORE & CHIOCCHINI, 1985 e da CHIOCCHINI *et al.*, 1976 la successione affiorante è suddivisibile in tre membri:

A) un membro inferiore costituito da torbiditi pelitico arenacee con intercalazioni di arcose e di biocalcareni torbiditiche ("torbiditi miste" di CHIOCCHINI *et al.*, 1986);

B) un membro intermedio composto prevalentemente da arcose torbiditiche grossolane in strati spessi comunemente amalgamati ed organizzati in cicli positivi;

C) Marnoso-arenacea nella sua facies più tipica nella quale è intercalato, presso la sommità della successione, lo strato Contessa.

Nonostante gli aspetti composizionali relativi alle arenarie torbiditiche in esame siano stati diffusamente trattati in CHIOCCHINI *et al.* (1986), si è ritenuto utile, ad integrazione dei dati raccolti per il presente lavoro, prelevare ed analizzare con la stessa procedura descritta per i campioni della serie del Trasimeno, alcuni campioni arenacei dei tre membri descritti, in modo tale da avere alla fine un quadro petrografico omogeneo dal punto di vista metodologico.

Dei 13 campioni prelevati, solo 2, provenienti dal membro inferiore hanno mostrato un'ossatura detritica costituita per la quasi totalità da frammenti di fossili (Fig. 12) analogamente ad alcune delle "torbiditi miste" segnalate in tale membro dagli autori citati; su di essi non è stato quindi effettuato il consueto conteggio indirizzato soprattutto ai grani extrabaccinali.

Gli altri 11 campioni sono risultati essere senza eccezioni costituiti da arcose con una composizione principale assai poco dispersa attorno al valore medio di Q54 F40 L6 (tab. 7), con grani di quarzo nettamente dominati dai tipi monocristallini (mediamente C/Q = 0.04) e feldspati potassici più abbondanti di quelli sodico-calcici (mediamente P/F = 0.32); tra i frammenti di roccia a tessitura faneritica sono risultati del tutto

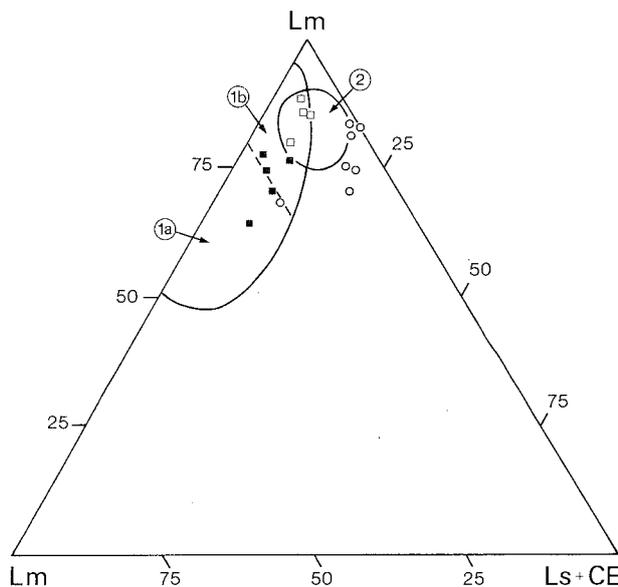


Fig. 11 - Proporzione tra le categorie base di frammenti litici a tessitura fine per le arenarie della suc. del Trasimeno, quelle del Macigno del Chianti (da LAZZARI, 1987) e le Arenarie del Cervarola della Val Dolo (da MEZZADRI & VALLONI, 1981) e dell'area tipo (ANDREOZZI & DI GIULIO, dati inediti). Simboli come nel diagramma precedente; 1a ed 1b indicano rispettivamente la petrofacies inferiore e superiore del Macigno (la linea tratteggiata segna il limite).

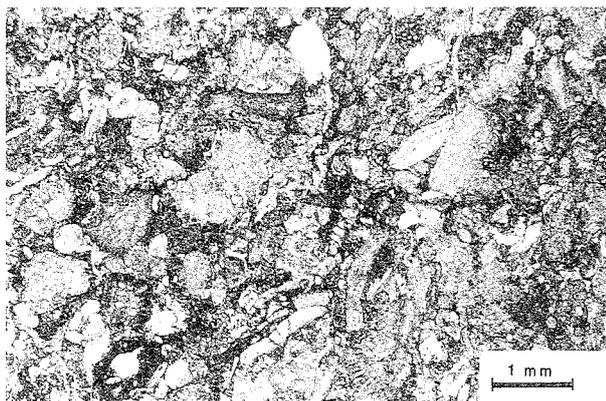


Fig. 12 - Microfotografia panoramica di una delle biocalcareni torbiditiche intercalate nel membro inferiore della Marnoso-arenacea dell'alta Val Tiberina; camp. BT 12.

predominanti i tipi intrusivi (graniti).

La proporzione tra le categorie base dei frammenti litici a grana fine appare moderatamente dispersa attorno al valore medio Lm49 Lv14 Ls37 (fig. 13).

Tra i frammenti di rocce metamorfiche sono particolarmente rappresentati gli scisti a Qz+Mu ed in subordine quelli a Qz+Bi, mentre sono risultati scarsi gli scisti cloritici e del tutto assenti i serpentinoscisti.

I grani vulcanici sono di natura prevalentemente intermedio-acida con più rari basalti, associati costantemente a piccole percentuali di serpentiniti con tessitura cellulare perfettamente conservata; inoltre ricorrono con una certa frequenza facies intrusive a tessitura microgranulare ("micrograniti") di probabile origine filoniana o ipoabissale. Si noti che anche queste, dando la prevalenza, per motivi di coerenza metodologica, all'aspetto tessiturale su quello strettamente genetico, sono stati conteggiati come frammenti vulcanici e quindi inseriti nella categoria Lv, essendo costituiti da cristalli < 62 micron.

Tra gli abbondanti frammenti di origine sedimentaria sono risultati rappresentati in percentuali non molto dissimili sia i tipi silicoclastici (shale e siltiti di vario genere), sia i tipi carbonatici; tra questi ultimi sono state osservate micriti non di rado fossilifere, biopattiti e grani carbonatici variamente ricristallizzati, mentre sono risultate assenti le dolomie.

Sia a livello di composizione principale, sia a livello di frammenti litici non sono state notate differenze significative tra i campioni provenienti dai diversi membri della formazione, e tutti i campioni analizzati sono apparsi riconducibili alle arcose di CHIOCCHINI *et al.* (op. cit.), mentre non sono risultate rappresentate dal campionamento effettuato le subarcose descritte dagli stessi autori.

Facendo riferimento alle diverse sorgenti detritiche individuate all'interno della Marnoso-arenacea da GANDOLFI *et al.* (1983), l'insieme degli elementi composizionali descritti è in buon accordo con una provenienza trasversale, appenninica del detrito dei livelli silicoclastici campionati (sorgente ApIII) come del resto riconosciuto anche da CHIOCCHINI *et al.* (1986).

La chiarissima analogia composizionale dei campioni analizzati con quella osservata in particolare per le Arenarie di Loiano (CIBIN, 1989) sostiene inoltre l'ipotesi che le arcose intercalate nella Marnoso-arenacea nella sezione considerata siano il prodotto del riciclo di arenarie più antiche (GANDOLFI *et al.*, 1983, come del resto sembra suggerire anche il grado di arrotondamento complessivamente discreto del detrito quarzoso-feldspatico che ne costituisce la parte preponderante dell'ossatura (Fig. 14).

BREVI CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE E PROBLEMI APERTI

Sulla base di quanto detto ai paragrafi precedenti si giunge alla conclusione che la successione del Trasimeno debba essere assegnata al Dominio toscano, che vi siano cioè rappresentate le formazioni del Macigno del Chianti e del Mugello nell'accezione degli Autori (MERLA & BORTOLOTTI, 1967) e la parte superiore della Scaglia. I dati biostratigrafici da noi raccolti sono in particolare in buon accordo con la datazione di successioni analoghe dell'Appennino settentrionale (successione delle Porraie, della strada del Duca ecc., CATANZARITI, tesi inedita).

Solo al margine orientale della successione, come spiegato nel capitolo della biostratigrafia, il limite tra la parte pelitica e quella torbiditica sembra "salire" leggermente e debordare nel Miocene basale. Questa variazione cronologica suggerisce la possibilità di una giacitura in *onlap* delle torbiditi arenacee sulle peliti del margine esterno.

Lungo il tratto di sezione in oggetto non è stata riconosciuta la presenza di formazioni attribuibili alla successione del Cervarola. Solo nella zona di Pieve S.Stefano, al tetto del Macigno del Mugello, compare una formazione marnosa (Marne di Vicchio) che è stata ipoteticamente correlata con la parte basale della

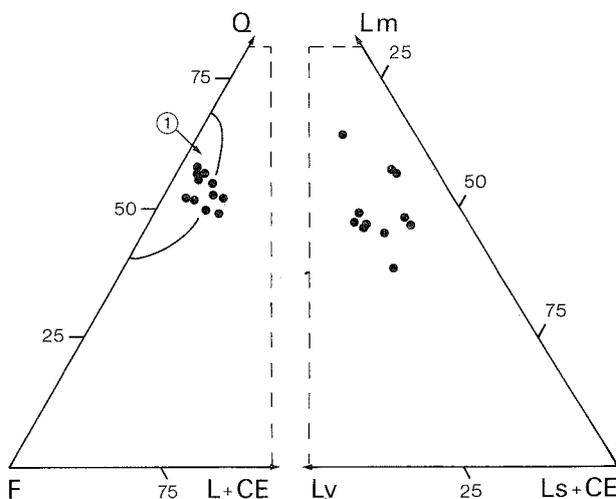


Fig.13 - Composizione principale e proporzione tra le categorie base dei frammenti litici delle arcose intercalate nella Marnoso-arenacea presso Sansepolcro; per confronto sul diagramma QFL+CE è anche riportato il campo composizionale occupato dalle Arenarie di Loiano (1; da CIBIN, 1989).

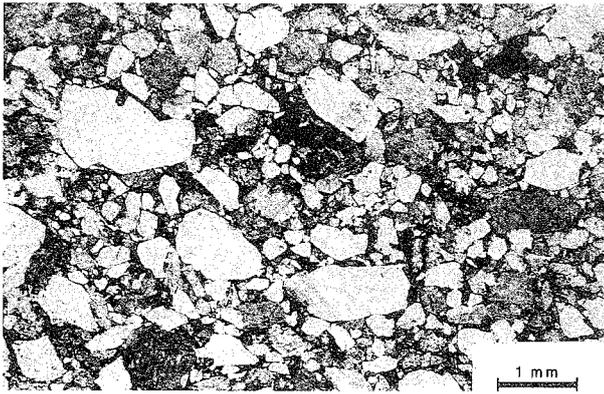


Fig.14 - Microfotografia panoramica in cui è visibile il grado di arrotondamento complessivamente discreto del detrito quarzoso-feldspatico che costituisce la parte preponderante dell'ossatura delle arcose intercalate nella Marnoso-arenacea dell'alta Val Tiberina; camp BT 11.

successione del Cervarola (CHICCHI e PLESI, in stampa).

In base ai dati esposti in precedenza e alla posizione che occupa nell'ambito della catena, l'Unità del Trasimeno potrebbe rappresentare il tetto delle successioni toscane a "serie ridotta"; questo pone il problema di conciliare le ipotesi proposte in letteratura sull'origine della "serie ridotta" con i movimenti dell'Unità Trasimeno.

Un altro problema rimasto aperto, e che d'altronde il tipo di approccio utilizzato in questo studio non poteva chiarire, riguarda il limite occidentale di estensione della Marnoso-arenacea al di sotto delle serie toscane. Nella sezione schematica (E2) essa è stata prolungata in modo ipotetico almeno fino alla terminazione occidentale della sezione.

Meno problematica sembra l'attribuzione della successione di Sansepolcro - Bocca Trabaria al dominio umbro, in questa zona in effetti le eteropie ipotizzate dai rilevatori del foglio Città di Castello sembrano poco aderenti ai dati del terreno. In particolare non sono chiari i motivi per cui si è pensato di interpretare il corpo di torbiditi grossolane presente nell'area di Bocca Trabaria - Montagna come Macigno del Mugello. I dati biostratigrafici e petrografici contribuiscono a differenziare nettamente la successione in parola e a caratterizzarla come di pertinenza umbra (come riconosciuto già da CHIOCCHINI *et al.*, 1986). Questa attribuzione risolve anche il problema dei rapporti tra la successione di Sansepolcro - Bocca Trabaria e quella di S.Maria Tiberina.

La mancanza di un rilevamento di dettaglio unito ad una oggettiva scarsità di affioramenti non ha permesso di precisare più di tanto, nell'area in esame, né gli spessori delle successioni stratigrafiche né le geometrie di molte strutture deformative. Sono mancate quindi, almeno in questa fase del lavoro, le basi indispensabili per valutare l'entità del raccorciamento subito dalle serie studiate.

RINGRAZIAMENTI

Gli A. ringraziano la Signora Edvige Masini che ha eseguito i disegni

BIBLIOGRAFIA DELLA PARTE GEOLOGICO-STRUTTURALE

BOCCALETTI M., COLI M. (ED.) (1982) - *Carta Strutturale dell'Appennino Settentrionale 1:250.000*. SELCA, Firenze.

BORTOLOTTI V., PASSERINI P., SAGRI M. & SESTINI G. (1970) - *The miogeosynclinal sequences*. In DEVELOPMENT OF THE NORTHERN APENNINES GEOSYNCLINE, *Sedimentary Geology*, **4** (3/4), 341-444.

BOSCHERINI A., NOCCHI LUCARELLI M. & PIALLI G. (1982) - *Geologia della riva etrusca del Tevere tra le confluenze del T.Niccone e del T.Nese*. Rend.Acc.Sc.Fis.Nat.Soc.Naz. di Sc.e Lett. di Napoli, **4**, 48, 409- 444.

BUTLER R. (1987) - *Thrust sequences*. Jour.Soc.Geol. London, **144**, 619-634.

CATANZARITI R. (1987/88) - *La stratigrafia a nanofossili calcarei ed età dei flysch oligo-miocenici dell'alto Appennino reggiano-modenese*. Tesi inedita, Università di Pisa.

CENTAMORE E. & CHIOCCHINI U. (1985) - *Le unità torbiditiche della Marnoso-arenacea nell'alta Valle Tiberina*. Studi Geologici Camerti, **10**, 37-59.

CERRINA FERONI A., PLESI G., PRIAMI S. (1992) - *Il sovrascorrimento dell'Unità Trasimeno sulla Marnoso-Arenacea nella zona di Umbertide: dati stratigrafici e strutturali*. In stampa.

CHIOCCHINI U., CHIOCCHINI M., CIPRIANI N. & TORRICINI F. (1986) - *Petrografia delle unità torbiditiche della Marnoso-arenacea nella alta Valle Tiberina*. Mem. Soc. Geol. It, **35**, 57-73.

DALLAN NARDI L. & NARDI R. (1972) - *Schema stratigrafico e strutturale dell'Appennino settentrionale*. Mem.Acc.Lunig.Sc., **XLII**, 1-212.

ELLIOTT D. (1981) - *The strength of rocks in thrust sheets*. Transactions Am.Geoph.Union, **62**,397.

GIANNINI E., NARDI R. & TONGIORGI M. (1962) - *Osservazioni sul problema della Falda Toscana*. Boll.Soc.Geol.It., **81**(2), 17-98.

MERLA G. & BORTOLOTTI V. (1967) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia, F 113 (Castelfiorentino)*. Serv.Geol. d'Italia.

NARDI R. & TONGIORGI M. (1962) - *Contributo alla geologia dell'Appennino tosco-emiliano, 1. stratigrafia e tettonica dei dintorni di Pievepelago (Appennino modenese)*. Boll.Soc.Geol.It., **81**(3), 1-76.

NARDI R. (1965) - *Schema geologico dell'Appennino toscano-emiliano tra il M. Cusna e il M. Cimone e considerazioni sulle unità tettoniche dell'Appennino*. Boll. Soc. Geol. It., **84**, 35-92.

PLESI G. (1975) - *La giacitura del Complesso Bratica - Petrignacola nella serie del Rio di Roccaferara (Val Parma) e dei flysch arenacei tipo Cervarola dell'Appennino settentrionale*. Boll. Soc. Geol. It., **94**, 157-176.

PRICE R.A. (1986) - *The southeastern Canadian Cordillera: Thrust faulting, tectonic wedging and delamination of the lithosphere*. Jour. Struct. Geol., **8**, 239-54.

RAMSAY J.G. & HUBER M. (1987) - *The techniques of modern structural geology*. vol 2. Academic Press, 1-700.

SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1967) - *Carta Geologica d'Italia F 114 (Arezzo)*.

SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1969) - *Carta Geologica d'Italia F 115 (Città di Castello)*.

SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1968) - *Carta Geologica d'Italia F 122 (Perugia)*.

SUPPE J. & MEDWEDEFF D.A. (1984) - *Fault-propagation folding*. Geol. Soc. Am. Abst. Prog., **16**, 670.

SUPPE J. & MEDWEDEFF D.A. (1990) - *Geometry and kinematic of fault-propagation folding*. Eclogae Geol. Helv., **83**(3), 409-454.

BIBLIOGRAFIA DELLA PARTE BIOSTRATIGRAFICA

FORNACIARI E., RAFFI I., RIO D., VILLA G., BACKMAN J., & OLAFSSON G. (1990) - *Quantitative distribution patterns of Oligocene and Miocene calcareous nannofossils from the Western Equatorial Indian Ocean*. Proceedings of O.D.P, Scientific Results, **115**, 237-254

MARTINI E. (1971) - *Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton Zonation*. In: A. FARINACCI (ED.) PROCEEDINGS OF THE SECOND INTERNATIONAL CONFERENCE ON PLANKTONIC MICROFOSSILS, Roma, 739-785.

OKADA H., & BURKY D. (1980) - *Supplementary modification and introduction of code numbers to the low-latitude coccolith biostratigraphic zonation (Bukry 1973, 1975)*. Mar. Micropal. **5**, 321-325.

PERCH-NIELSEN K. (1985) - *Cenozoic calcareous nannofossils*. In: BOLLI H.M., SAUNDERS J.B., PERCH-NIELSEN K. (EDS.) PLANKTON STRATIGRAPHY. Cambridge University Press, 427-554.

RIO D., RAFFI I. & VILLA G. (1990) - *Pliocene-Pleistocene calcareous nannofossil distribution patterns in the Western Mediterranean*. Proceedings of O.D.P, Scientific Results, **107**, 513-533.

RIO D., FORNACIARI E. & RAFFI I. (1990) - *Late Oligocene through early Pleistocene calcareous nannofossils from Western Equatorial Indian Ocean (Leg 115)*. Proceedings of O.D.P, Scientific Results, **115**, 175-235.

WEI W. & WISE S.W. (1989) - *Paleogene Calcareous Nannofossil Magnetobiochronology: Results from South Atlantic DSDP Site 516*. Mar. Micropal. **14**, 119-152.

BIBLIOGRAFIA DELLA PARTE PETROGRAFICA

CIBIN U. (1989) - *Petrografia e provenienza delle Arenarie di Loiano (Eocene sup. - Oligocene inf., Appennino bolognese e modenese)*. Giornale di Geologia, **51/2**, 81-92.

DICKINSON W. (1970) - *Interpreting detrital modes of graywacke and arkose*. Jour. Sed. Petr., **40**, 695-707.

GANDOLFI G., PAGANELLI L. & ZUFFA G.G. (1983) - *Petrology and dispersal pattern in the Marnoso-arenacea Formation (Miocene, Northern Apennines)*. Jour. Sed. Petr., **53**, 493-507.

GAZZI P. (1966) - *Le arenarie del flysch sopracretaceo dell'Appennino modenese; correlazioni con il flysch di Monghidoro*. Min. Petrog. Acta, **12**, 69-97.

LAZZARI D. (1987) - *Studio composizionale delle torbiditi arenacee del Macigno (Oligo-Miocene) affioranti sull'allineamento Abetone -Monti del Chianti*. Tesi di Laurea inedita, Università di Parma.

MEZZADRI G. & VALLONI R. (1981) - *Studio di Provenienza delle Arenarie di M. Cervarola (Torre Amorotti, Reggio E.)*. Miner. Petrog. Acta, **25**, 91-102.

OGNIBEN L., PAROTTO L. & PRATURLON A. (1975) - *Structural Model of Italy*. Quaderni de "La ricerca scientifica".

SERVIZIO GEOLOGICO ITALIANO (1969) - *Carta geologica d'Italia 1:100.000, foglio Città di Castello, n.115*.

VALLONI R. (1978) - *Provenienza e storia post-deposizionale del Macigno di Pontremoli (Massa)*. Boll. Soc. Geol. It., **98**, 317-326.

VALLONI R., ZUFFA G.G. (1984) - *Provenance changes for arenaceous formations of the Northern Apennines, Italy*. Geol. Soc. Am. Bull., 1035-1039.

ZUFFA G.G. (1985) - *Optical analyses of arenites: influence of methodology on compositional results*. In G.G. ZUFFA (ED.) "PROVENANCES OF ARENITES", NATO-ASI series, 165-189.