

IL SOVRASCORRIMENTO DELL'UNITA' TRASIMENO SULLA SUCCESSIONE UMBRA DELLA ZONA DI UMBERTIDE: DATI STRATIGRAFICI E STRUTTURALI(\*\*\*)

INDICE

RIASSUNTO	pag. 147
ABSTRACT	" 147
INTRODUZIONE E CENNI STORICI	" 147
STRATIGRAFIA	" 148
SUCCESSIONE UMBRA	" 148
<i>Inquadramento biostratigrafico della Marnoso-arenacea s.l.</i>	" 150
SUCCESSIONE DEL TRASIMENO	" 152
<i>Argille varicolori</i>	" 152
<i>Inquadramento biostratigrafico delle Argille varicolori</i>	" 152
<i>Arenaria del Trasimeno</i>	" 153
<i>Inquadramento biostratigrafico dell'Arenaria del Trasimeno</i>	" 153
TETTONICA	" 155
LE DEFORMAZIONI COMPRESSIVE	" 155
<i>Fase deformativa D<sub>1</sub></i>	" 155
<i>Fase deformativa D<sub>2</sub></i>	" 156
<i>Fase deformativa D<sub>3</sub></i>	" 156
<i>Dati mesostrutturali relativi alle "fasi" deformative D<sub>1</sub> e D<sub>2</sub></i>	" 157
LE DEFORMAZIONI A CARATTERE DISTENSIVO	" 158
A SCALA MEGA E MESOSCOPICA	" 158
CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	" 159
BIBLIOGRAFIA	" 160

RIASSUNTO

E' stata esaminata la zona di sovrascorrimento fra l'Unità Trasimeno e la successione umbra nell'area di M. Acuto - M. Migianella (Riva destra del Tevere nei pressi di Umbertide).

Da un punto di vista biostratigrafico sono state studiate la parte superiore della successione umbra (Marnoso-arenacea s.l.) e la successione del Trasimeno. La Marnoso-arenacea s.l., sulla base del contenuto in foraminiferi, è attribuibile alla biozona N7 di Blow; il tetto della formazione corrisponde alla parte alta della biozona stessa (Burdigaliano). Le Argille varicolori della successione toscana appartengono alla biozona N3 di Blow e rientrano perciò tutte nell'Oligocene, compresi i livelli sommitali. Dell'Arenaria del Trasimeno sono stati riesaminati anche i livelli basali a Miogypsine che, sulla base del grado di evoluzione del loro apparato embrionale, risultano attribuibili all'Aquitano inferiore.

La geometria finita dell'area in esame è il risultato della sovrapposizione di quattro eventi deformativi (D1, D2, D3 e D4). La D1 è una "fase" compressiva, essenzialmente fragile, che conduce sia al sovrascorrimento dell'Unità Trasi-

meno sulla successione umbra sia alla scomposizione in elementi delle due unità. La D2 conduce al ripiegamento dei sovrascorrimenti precedenti secondo mega e mesopieghe parallele di direzione compresa fra N120 e N140. Nella D3 si formano faglie trascorrenti N10 (destre) e N55 (sinistre). Nella D4 si producono infine faglie normali di direzione appenninica e di direzione NS. Gli episodi deformativi corrispondenti alle D1, D2 e D3 sono interpretabili nel quadro di una deformazione progressiva iniziata al limite Burdigaliano-Langhiano. Le faglie D4 sono da considerare almeno in parte plio-pleistoceniche. La successione del Trasimeno viene correlata con la parte alta della Scaglia e con la formazione del Macigno.

ABSTRACT

A sector of the Umbrian thrust belt is examined here: the "Argille varicolori line" near Umbertide (Tevere Valley) in which the Trasimeno Unit thrusts over the Umbrian succession.

From a biostratigraphic point of view the uppermost part of the Umbrian succession (i.e. the Marnoso-arenacea formation) and the Trasimeno succession were analyzed. The Marnoso-arenacea formation belongs, on the basis of its planktonic foraminifera contents, to the N7 Blow biozone. The top of the formation corresponds to the uppermost part of the same biozone. The Argille varicolori formation of the Tuscan succession belongs to the N3 Blow biozone and it is entirely comprised in the Oligocene. The Trasimeno Miogypsina sandstone basal levels were also re-examined. They result early-Aquitano in age on the basis of the study of Miogypsina embryonic apparatus evolution degree.

The finite geometry of the outcropping structural units is the result of four successive deformation episodes (D1, D2, D3, and D4). The D1 is a compressional brittle episode which produces the main thrust surface as well as the minor thrusts which affect the Tuscan and the Umbrian succession. The D2 deformation episode produces mesoscopic and megascopic parallel folds (axial direction N120-N140) which deform previous thrust surfaces. In the D3 strike-slip faults N10 (right-handed) and N55 (left-handed) are formed. The D4 produces normal faults which have "appenninic" and NS strike. The D1, D2 and D3 episodes are probably steps of a progressive deformation which begins in late-Burdigalian or early-Langhian time. The D4 normal faults are partly Plio-Pleistocene. The Trasimeno succession is related to the uppermost part of the Tuscan Scaglia and to the Macigno formation.

PAROLE CHIAVE: Geologia strutturale, Biostratigrafia, Thrusts, Appennino settentrionale.

KEY WORDS: Structural Geology, Biostratigraphy, Thrusts, Northern Apennines.

(\*)Centro di Studio per la Geologia strutturale e dinamica dell'Appennino settentrionale del CNR. Via S.Maria, 53 - Pisa.

(\*\*)Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Pisa. Via S. Maria 53 - Pisa.

(\*\*\*)Piazza Garibaldi, 5 - Massa Marittima (GR).

\*\*\*\*Lavoro eseguito con il contributo del Centro di Geologia strutturale e dinamica del C.N.R. e con i fondi MURST 60% "Flysch arenacei oligo-miocenici dell'Appennino settentrionale" (Resp. Prof. Graziano Plesi)

INTRODUZIONE E CENNI STORICI

Lo scopo di questo lavoro era quello di ricostruire la geometria e analizzare i caratteri stratigrafici del-

le formazioni coinvolte in una delle più classiche zone di sovrascorrimento appartenenti alla cosiddetta "Linea degli Scisti varicolori": il sovrascorrimento dell'Unità Trasimeno sulla successione umbra nella zona di M. Acuto - M. Migianella (sponda destra del Tevere nei pressi di Umbertide).

Gli studi relativi a quest'area iniziati già nel secolo scorso (LOTTI, 1899) e proseguiti nelle prime decadi di quello attuale (LOTTI, 1926; SIGNORINI, 1936, 1941; PRINCIPI, 1933; RENZ, 1933, 1936a, 1936b) hanno avuto all'inizio carattere prevalentemente stratigrafico-micropaleontologico ma hanno evidenziato la presenza di due unità distinte: una successione autoctona ("Serie umbra") ed una successione sovrascorsa comprendente gli "Scisti varicolori" e la sovrastante Arenaria del Trasimeno.

Nel suo lavoro di sintesi MERLA (1951) ha considerato gli "Scisti varicolori" come appartenenti alla "Serie toscana" assimilandoli alla Scaglia o Scisti policromi; le arenarie sovrastanti sono state assimilate al Macigno.

Questa stessa opinione è stata confermata dagli Autori che negli anni '50 e primi anni '60 hanno considerato la geologia della zona (GHELARDONI & MAIOLI, 1958; FAZZINI, 1959; NOCCHI, 1961).

Successivamente e soprattutto come conseguenza dei lavori di NARDI & TONGIORGI (1962) e NARDI (1965) nella valle dello Scoltenna e di GIANNINI & TONGIORGI (1962) in Toscana meridionale c'è stata la tendenza a considerare la successione del Trasimeno come una unità differenziabile dalla successione toscana che affiora nelle zone più interne.

Nei lavori di GIANNINI *et alii*, (1962); NARDI & TONGIORGI (1962); NARDI (1965); DALLAN NARDI & NARDI (1974) tale successione è stata esplicitamente correlata con ciò che, nella opinione degli Autori stessi, costituisce la parte alta della successione toscana, cioè la Formazione di Pievepelago e le Arenarie del Cervarola.

Anche i geologi di Firenze hanno interpretato la successione del Trasimeno come estesamente costituita dalle Arenarie del Cervarola, o legate direttamente al Macigno (BORTOLOTTI *et alii*, 1970) o alle Arenarie del Falterona (ABBATE & BRUNI, 1989) o del Falterona-Trasimeno (CARTA STRUTTURALE DELL'APPENNINO SETTRIONALE).

Queste opinioni più generali sono state per un certo periodo assorbite dalla letteratura locale che è sembrata adeguarsi alle nuove proposte di correlazione. Si vedano ad esempio i lavori di NOCCHI & CATINELLI (1965) che hanno adottato il termine di Arenarie del M. Falterona e del Trasimeno proprio per distinguere queste arenarie dal Macigno più interno o di BOSCHERINI *et alii* (1982) che hanno parlato esplicitamente di Complesso Scisti varicolori - Arenaria del Cervarola.

In tempi ancora più recenti si è ritornati ad una certa prudenza interpretativa: la successione del Trasimeno viene definita "toscana" senza ulteriori più precise proposte di correlazione a scala regionale (DAMIANI *et alii*, 1983; DAMIANI & PANNUZI, 1984).

Per un inquadramento preliminare più specifico della geologia dell'area in esame i risultati dei lavori più interessanti risultano così schematizzabili:

— RENZ (1936b) ha eseguito un lavoro stratigrafico-micropaleontologico completo sia della successione umbra che di quella toscana, datando in modo abbastanza preciso tutte le formazioni presenti;

— NOCCHI (1961) ha assegnato gli Scisti policro-

mi all'Eocene medio-Oligocene, il "Macigno" all'Oligocene sup. - Aquitaniano. L'età aquitaniana dell'arenaria è stata stabilita con lo studio dei microforaminiferi rinvenuti nelle calcareniti presenti alcune decine di metri sopra la base dell'arenaria. L'A. ha distinto inoltre due litofacies nelle torbiditi di tetto della successione umbra: la Marnoso-arenacea (in alto) costituita da alternanze di marne, siltiti e arenarie (età langhiana<sup>(1)</sup> nella sezione di M. Corona - M. Castiglione) e la Marnoso-umbra costituita prevalentemente da marne (Aquitaniano sup.-Langhiano inf.).

— PISTOLESI (1966) ha studiato una fauna a *Miogypsina* e *Miogypsinoidea* rinvenuta in un banco di brecciola calcarea presente nella parte basale dell'arenaria del Trasimeno nei pressi di Migianella dei Marchesi. Su questa base ha attribuito al "Macigno" una età non più antica del Miocene inferiore.

— DAMIANI *et alii* (1983) hanno assegnato le Argille varicolori all'Eocene inf.-Oligocene sup., la parte basale dell'arenaria soprastante all'Oligocene sup.-Miocene inf. (Aquitaniano ?); hanno attribuito inoltre al Burdigaliano la Marnoso-umbra e la Marnoso-arenacea etrusca; dal punto di vista strutturale gli A. hanno riconosciuto una sovrapposizione tettonica dell'unità toscana (Argille varicolori e soprastante arenaria) sulle unità dell'Umbria occidentale.

— DAMIANI & PANNUZI (1984) hanno concluso che le Argille varicolori ad Ovest del F. Tevere costituiscono la base stratigrafica dell'"Unità arenacea toscana", mentre ad Est di questo rappresentano degli olistostromi intercalati alla Marnoso-arenacea.

Per ciò che riguarda l'assetto strutturale non esistono studi di grande dettaglio nella zona considerata, ma c'è un accordo pressoché generale, se si escludono le interpretazioni autoctoniste dei geologi del Servizio Geologico (JACOBACCI *et alii*, 1970) e di PISTOLESI (1966), a considerare la successione toscana sovrascorsa su quella umbra, anche se variano le geometrie e quindi l'evoluzione strutturale del sovrascorrimento. Alcune delle interpretazioni fornite dagli Autori sono riportate in Fig. 1.

Il nostro lavoro nella zona considerata è stato articolato come segue:

— un rilevamento geologico eseguito alla scala 1:10.000 sulle ortofotocarte della cartografia regionale.

— uno studio stratigrafico e biostratigrafico (microforaminiferi) sulle sezioni più significative della successione del Trasimeno e della Marnoso-arenacea umbra.

— uno studio biometrico dello sviluppo dell'apparato embrionale delle *Miogypsinae* presenti nella brecciola del M. Migianella.

— uno studio strutturale a scala mesoscopica degli affioramenti meglio esposti sia nella successione toscana che nella successione umbra.

## STRATIGRAFIA

### SUCCESSIONE UMBRA

La successione di tipo umbro affiorante nei dintorni di M. Acuto inizia con la Corniola e finisce con

<sup>(1)</sup>Come precisato dall'Autore al momento Burdigaliano e Langhiano erano considerati come sinonimi.

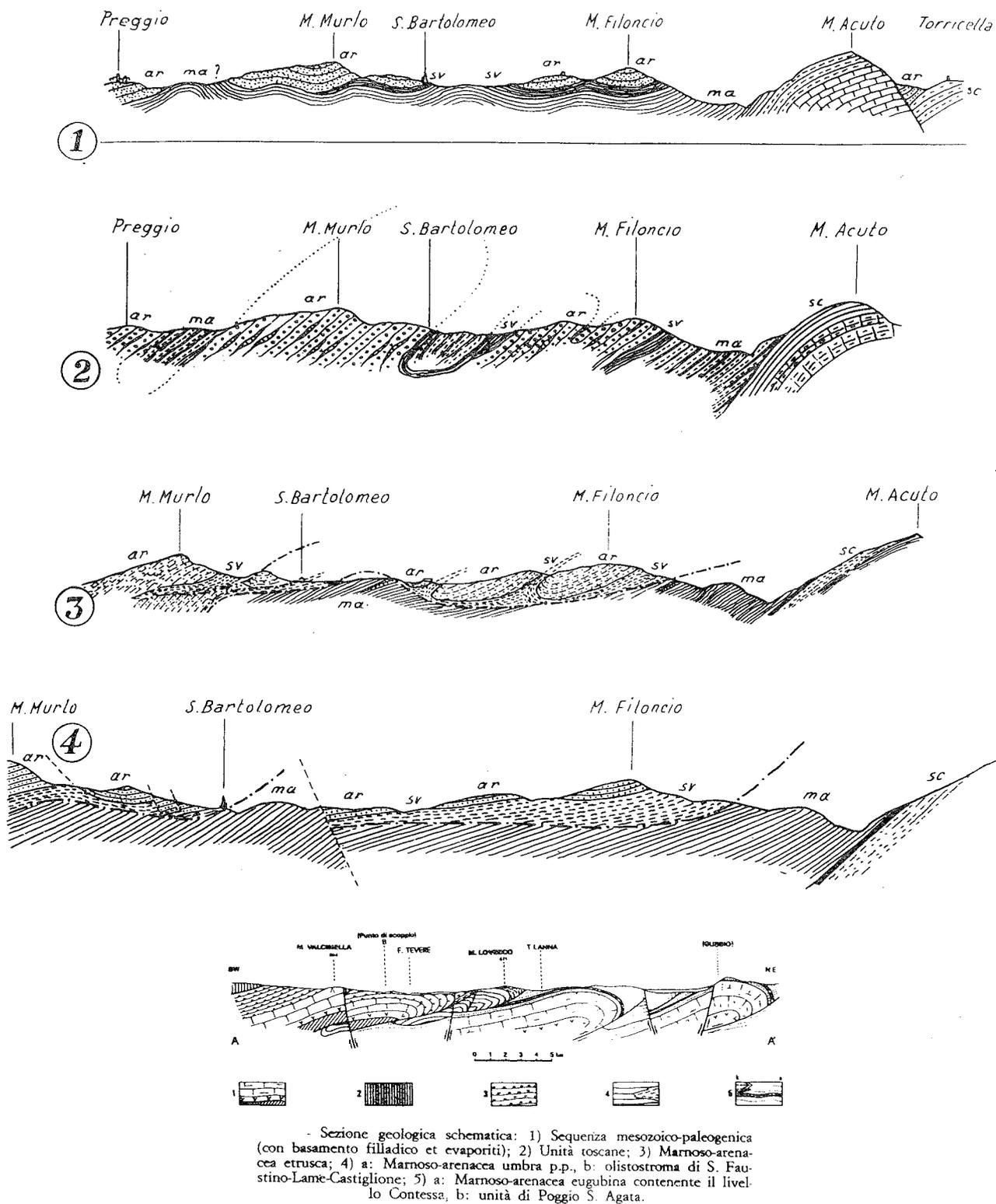


Fig. 1 - Varie interpretazioni della struttura dell'area esaminata. (1, 2, 3, 4): da FAZZINI (1959). 1 (LOTTI, 1899), 2 (PRINCIPI, 1933), 3 (RENZ, 1936b), 4 (FAZZINI, 1959). Sez. A-A' da DAMIANI *et alii* (1983).

la Marnoso-arenacea. Sulla Carta Geologica, riprodotta nella Tav. 1, sono state unificate le formazioni dei Diaspri, Rosso Ammonitico e Marne a Posidonia per il loro scarso spessore e la pessima esposizione complessiva. Il termine più basso della successione affiorante (Corniola) è ben esposto sulla parete della vecchia cava situata sul lato orientale del M. Acuto; il re-

sto della successione (dalla Maiolica alla Marnoso-arenacea) lungo la strada Provinciale Umbertide - Passignano. Per le notizie stratigrafico-sedimentologiche relative alla successione si rimanda alla letteratura. Lo studio biostratigrafico è stato eseguito solo per la parte alta della successione (Marnoso-umbra e Marnoso-

arenacea qui indicata come Marnoso-arenacea s.l.).

*Inquadramento biostratigrafico della Marnoso arenacea s.l.*

Per l'inquadramento biostratigrafico della Marnoso-arenacea s.l. sono stati raccolti e studiati in via preliminare tre campioni situati lungo l'unica sezione continua e ben sviluppata verticalmente nella zona: la sezione nota in letteratura come "Sezione dei Balconcelli", fra M. Acuto e M. Filoncio. La sezione inizia in basso dal contatto fra il Bisciario e la Marnoso-umbra ed è troncata verso l'alto, a livello della Marnoso-arenacea, dal contatto di sovrascorrimento delle Argille varicolori che costituiscono la base delle scaglie tettoniche del M. Filoncio. Il primo dei tre campioni è stato raccolto alla base della Marnoso-umbra (MA II 22), il secondo alla base della Marnoso-arenacea (MA II 28), il terzo pochi metri sotto il contatto con le Argille varicolori (MA II 39). Lo studio di questi tre campioni è stato necessario per avere a disposizione tre capisaldi rispetto a cui calibrare la posizione dei campioni raccolti in altre località, sulla cui posizione nell'ambito della formazione potevano esistere motivi di incertezza. La posizione delle sezioni studiate è riportata sulla Carta Geologica.

Dei numerosi campioni raccolti solo tredici presentano un contenuto micropaleontologico utilmente studiabile. In tutti i preparati la frazione organica è abbondantissima e costituita quasi esclusivamente da foraminiferi planctonici. Il residuo di lavaggio del campione MA II 22 è costituito ad esempio addirittura dal 99% di foraminiferi planctonici; esso proviene dalla parte basale della Marnoso-umbra. Nella Marnoso-arenacea il *plancton* risulta relativamente meno abbondante ma comunque sempre di gran lunga preponderante rispetto al *benthos*. Si osserva anche un certo aumento della frazione detritica, anche se tale aumento è talvolta più apparente che reale perché dovuto alla presenza di frammenti indigregati di sedimento.

I foraminiferi non risultano certo in condizioni ottimali: in genere si presentano mal conservati, ricristal-

lizzati, fortemente incrostati e spesso deformati. Tutto ciò rende difficoltoso il lavoro di determinazione.

La fauna planctonica è risultata comunque, oltreché ricca, anche ben diversificata. L'elenco complessivo delle forme riconosciute nei campioni è il seguente:

- Globigerina angustiumbilitata*
- Globigerina ciperoensis*
- Globigerina praebulloides s.l.*
- Globigerina woodi woodi*
- Globigerinoides bisphericus*
- Globigerinoides quadrilobatus immaturus*
- Globigerinoides quadrilobatus irregularis*
- Globigerinoides quadrilobatus quadrilobatus*
- Globigerinoides quadrilobatus sacculifer*
- Globigerinoides quadrilobatus trilobus*
- Globigerinoides subquadratus*
- Globigerinita glutinata*
- Globoquadrina altispira altispira*
- Globoquadrina altispira globosa*
- Globoquadrina baroemoenensis*
- Globoquadrina dehiscens*
- Globoquadrina langhiana*
- Globoquadrina larmeui larmeui*
- Globorotalia acrostoma*
- Globorotalia obesa*
- Globorotalia cf. mayeri*
- Globorotalia scitula praescitula*
- Globorotalia siakensis*
- Hastigerina siphonifera praesiphonifera*

L'elenco sopra riportato consente un inquadramento immediato della Marnoso-arenacea nel suo complesso alla biozona N7 di BLOW (1969) o, se si preferisce, alla zona a *Globigerinoides trilobus* di IACCARINO & SALVATORINI (1982) (Fig. 2). La limitazione a questa zona è infatti indicata superiormente dalla presenza di *Globigerinoides bisphericus* e dalla contemporanea assenza di rappresentanti del genere *Praeorbulina*; inferiormente dall'assenza di *Catapsydrax dissimilis* e di *Globigerinoides altiapertura* in associazioni ricche

BOLLI, 1957		BLOW, 1969	IACCARINO & SALVATORINI, 1982	IACCARINO, 1985
	Globigerinatella insueta	N 8	Praeorbulina glomerosa s.l.	P.g.circularis P.g.sicana
		N 7	Globigerinoides trilobus	↑ P. glomerosa circularis ↑ P. glomerosa sicana    ↑ G. bisphericus
C. dissimilis ↓	Catapsydrax stainforthi	N 6	Globoquadrina dehiscens	↓ C. dissimilis    ↑ G. scitula praescitula
G. insueta ↑	Catapsydrax dissimilis	N 5	Catapsydrax dissimilis	↑ G. altiapertura
G. kugleri ↓	G. kugleri	N 4	Globoquadrina dehiscens	↑ G. dehiscens
G. kugleri ↑			Globorotalia kugleri	↑ G. kugleri
G. o.opima ↓	G. c. ciperoensis	N 3 (=P22)		
	G. opima opima	N 2 (=P21)		

Fig. 2 - Correlazione tra gli schemi zonali di BOLLI (1957), BLOW (1969), IACCARINO & SALVATORINI (1982) e IACCARINO (1985) per l'intervallo studiato.

di *Globigerinoides*. Del resto la presenza in molti campioni di taxa quali *Globorotalia scitula praescitula*, *Hastigerina siphonifera praesiphonifera*, la comparsa dei quali si realizza in corrispondenza o in prossimità della base della biozona N7, l'elevata frequenza in tutti i campioni di *Globigerinoides* gr. *quadrilobatus* ben diversificati, nonché la consistente presenza di più specie di *Globoquadrina*<sup>(2)</sup>, sono tutti elementi che danno indicazioni coerenti con l'attribuzione sopra effettuata.

Un esame più dettagliato del quadro riassuntivo (Tab. 1) consente ulteriori precisazioni.

Per quanto riguarda in particolare la sezione dei

uguale a quella del campione precedente, salvo una minore frequenza dei *Globigerinoides* (in particolare di *Globigerinoides quadrilobatus trilobus*) e una maggiore abbondanza di *Globoquadrina*. Nel campione più alto (MA II 39) sono presenti tutte le forme più significative dell'elenco, in particolare il campione sopra citato è l'unico della sezione in cui è sicuramente presente *Globigerinoides bisphericus*, che per di più è qui anche relativamente frequente, più frequente comunque che in altri campioni dove pure è stato rinvenuto.

Purtroppo lo stato di conservazione degli esemplari del campione non consente accurate osservazioni

	Sezione Cornabecco									Sez. Balconcelli			Sez. Polgeto	
	MG	MG	MG	MG	MG	MG	MG	MG	MG	MAII	MAII	MAII	MG	MG
	54	55	56	57	58	59	60	61	22	28	39	70	71	
<i>G. angustiumbilitata</i>														
<i>G. ciproensis</i>														
<i>G. praebulloides</i>														
<i>G. woodi woodi</i>														
<i>G. bisphericus</i>														
<i>G. quadrilobatus immaturus</i>														
<i>G. quadrilobatus irregularis</i>														
<i>G. quadrilobatus quadrilobatus</i>														
<i>G. quadrilobatus sacculifer</i>														
<i>G. quadrilobatus trilobus</i>														
<i>G. subquadratus</i>														
<i>G. glutinata</i>														
<i>G. altispira altispira</i>														
<i>G. altispira globosa</i>														
<i>G. baroemoensis</i>														
<i>G. dehiscens</i>														
<i>G. langhiana</i>														
<i>G. larmeui larmeui</i>														
<i>G. acrostoma</i>														
<i>G. obesa</i>														
<i>G. cf. mayeri</i>														
<i>G. scitula praescitula</i>														
<i>G. siakensis</i>														
<i>H. siphonifera praesiphonifera</i>														

Tab. 1 - Distribuzione dei foraminiferi planctonici nei campioni di Marnoso-arenacea s.l. delle diverse sezioni.

Balconcelli si può rilevare che nel campione più basso (MA II 22, appartenente alla Marnoso-umbra) rispetto all'elenco complessivo mancano alcune forme importanti quali: *Globorotalia scitula praescitula*, *Globoquadrina altispira altispira*, *Globoquadrina altispira globosa* e *Globigerinoides bisphericus* (nonostante la frequenza di *Globigerinoides* gr. *quadrilobatus*). Nel campione intermedio (MA II 28) alla base della Marnoso-arenacea si ritrova una associazione pressappoco

sulla forma e il numero delle aperture per stabilire con sicurezza se alcuni rarissimi individui con più forte ricoprimento dell'ultima camera siano già da riferire o meno al genere *Praeorbulina* (es.: *Praeorbulina glomerosa sicana*).

Per quanto sopra, e tenendo presente quanto osservato in precedenza a proposito dell'elenco complessivo, si ritiene di poter attribuire l'intero spessore della Marnoso-arenacea s.l. affiorante nella zona dei Balconcelli alla biozona N7 di Blow (1969) (corrispondente alla zona a *Globigerinoides trilobus* di IACCARINO & SALVATORINI, 1982) e, in particolare, la parte superiore della Marnoso-arenacea s.s. alla porzione sommitale della stessa zona<sup>(3)</sup>. Per i mo-

<sup>(2)</sup>*Globoquadrina langhiana* è una forma in genere segnalata in sedimenti riferiti al Langhiano (ad es. IACCARINO, 1985, nel quadro generale di distribuzione relativo al Mediterraneo, ne pone l'inizio alla base della zona a *Praeorbulina* s.l. = Zona N8 di Blow). Ricordiamo però che in Atlantico la specie è stata ricordata da SALVATORINI & CITA (1979) nella Zona N7, e che GIANNELLI & SALVATORINI (1972, 1975) la segnalano a Malta già nel loro intervallo 3 correlato con parte delle zone N 6 e N 7.

<sup>(3)</sup>Si ricorda che nel lavoro di BOSCHERINI *et alii* (1982) *Globigerinoides sicana* (leggi *Globigerinoides bisphericus*) è segnalato nella sezione dei Balconcelli già a partire da poco sopra la metà della Marnoso-arenacea.

tivi sopra spiegati (presenza o meno di esemplari di *Praeorbulina glomerosa sicana*) non si può del tutto escludere la presenza della parte basale della biozona N8 (sottozona a *Praeorbulina glomerosa sicana* di IACCARINO & SALVATORINI, 1982).

Per quanto riguarda gli otto campioni provenienti dalla sezione di Cornabecco, le associazioni contengono quasi tutte le forme più significative comprese *Globorotalia scitula praescitula* e *Hastigerina siphonifera praesiphonifera* presenti fino dal campione più basso, e *Globigerinoides bisphericus* che compare dal campione MG56.

Tutto ciò consente di inquadrare la Sezione di Cornabecco nella parte superiore della zona N7 e di correlarla con il tratto medio-superiore della Marnoso-arenacea dei Balconcelli. L'affioramento da cui provengono i campioni MG70 e MG71 è anch'esso riferibile alla parte superiore della zona N7 per la presenza, nel campione MG71, insieme ad altre forme significative, di *Globigerinoides bisphericus* (Tab. 1).

Il riferimento della Marnoso-arenacea s.l. alla biozona N7 ne consente anche un immediato inquadramento cronostratigrafico al Burdigaliano. E' infatti unanimemente accettato, nonostante opinioni non perfettamente concordanti sulla estensione dello stratotipo (DEMARQ *et al.*, 1974; POIGNANTI & PUJOL, 1976, 1978; MULLER & PUJOL, 1979; BIZON & MULLER, 1979), che il limite superiore del Burdigaliano vada posto in corrispondenza dell'inizio della successiva biozona N8 che a sua volta coincide con la base del Langhiano. Ovviamente se ricerche future scioglieranno il dubbio prima espresso e sarà dimostrata anche la presenza di *Praeorbulina sicana* anche il significato cronostratigrafico dei livelli sommitali dovrà essere leggermente modificato fino a comprendere il Langhiano basale. Si ricorda a questo proposito che nella zona di M. Castiglione (erroneamente indicato come M. Corona, *vide* DAMIANI *et alii*, 1983) NOCCHI (1961) segnala la presenza di alcune specie di *Globigerinoides* che attualmente rientrerebbero nel genere *Praeorbulina* e quindi sarebbero da riferire alla zona N8, circa 400 m sopra la base della Marnoso-arenacea.

#### SUCCESSIONE DEL TRASIMENO

Della successione fanno parte le Argille varicolori (note in letteratura anche come Scisti varicolori, Scisti policromi, Argilloscisti varicolori, ecc.) e le Arenarie del Trasimeno. Il contatto fra le due formazioni è stratigrafico per alternanze.

#### Argille varicolori

Affiorano come mostra la carta lungo varie fasce che costituiscono, secondo la nostra interpretazione, la base di elementi sovrascorsi. Nella formazione stessa sono normalmente presenti due litofacies:

— a) una parte inferiore costituita da argille marnose o marne argillose rosse o verdastre a stratificazione centimetrica mal espressa e sfaldatura "galestrina"; ai litotipi precedenti si intercalano di solito sottili livelli di calcari marnosi o marne calcaree verdoline, subordinatamente calcareniti caratterizzate dalla presenza di strutture da corrente (laminazioni ondulate).

— b) una parte superiore costituita prevalentemente da marne giallastre e siltiti marnose color tabacco, finemente laminate, che preludono al passaggio alle arenarie.

In certe zone alla base delle Argille varicolori sono presenti lenti, di solito molto stirate di marne rosse a foraminiferi planctonici (*Globorotalia aragonensis*, *Globorotalia bulbrookii* e grosse Globigerine che indicano un non meglio precisabile Eocene inf.-medio). La successione illustrata in precedenza caratterizza tutte le fasce di Argille varicolori affioranti nella zona, ma la successione stessa appare più o meno completa verso il basso. E' già stato fatto notare (DAMIANI & PANNUZI, 1984; COSTA *et alii*, 1991) come spostandosi verso l'interno la formazione delle Argille varicolori si completi di unità via via più profonde (del Paleocene-Eocene e del Cretaceo) configurando una rampa di tetto. Lo spessore massimo delle Argille varicolori nella zona di Umbertide è di circa 100 m.

#### Inquadramento biostratigrafico delle Argille varicolori

Sono stati raccolti complessivamente 40 campioni distribuiti in diverse sezioni nelle varie fasce (vedi Carta Geologica di Tav. 1).

Non tutti i campioni sono risultati significativi: i foraminiferi planctonici, quando presenti, risultano comunque sempre scarsi o molto scarsi, anche se in genere abbastanza ben conservati. L'elenco dei *taxa* è il seguente:

*Globigerina angustiumbilitata*  
*Globigerina cf. galavisi*  
*Globigerina officinalis*  
*Globigerina praebulloides s.l.*  
*Globigerina tripartita*  
*Globigerina venezuelana*  
*Catapsydrax dissimilis*  
*Catapsydrax unicavus*  
*Globoquadrina globularis*  
*Globorotalia opima nana*  
*Globorotalides suteri*

Per le distribuzioni campione per campione e sezione per sezione si rimanda alla Tab. 2.

Ai fini dell'inquadramento biostratigrafico va tenuto presente che nei livelli più alti delle Argille varicolori di M. Filoncio e perciò in un affioramento molto vicino e in orizzonti chiaramente correlabili con quelli in esame L. GIANNELLI (dati inediti) ha rinvenuto, anche se in rari esemplari, *Globigerina angulisuturalis*<sup>(4)</sup>.

Dei *taxa* elencati solo *Globorotalia opima nana*, le varie specie di *Catapsydrax* e *Globigerina venezue-*

<sup>(4)</sup>*Globigerina angulisuturalis* è una forma facilmente riconoscibile e caratterizzata da un range limitato. C'è identità di vedute per quanto riguarda il suo momento di comparsa ed è stata utilizzata da BLOW per definire la base della zona N2; qualche controversia riguarda invece il suo momento di estinzione. La maggior parte degli Autori, BOLLI compreso, ritiene che la sua scomparsa avvenga all'interno della zona N3, più precisamente in coincidenza o poco prima della comparsa di *Globorotalia kugleri s.s.*, e cioè alla sommità della zona a *Globigerina ciperoensis* di BOLLI (1957); altri, fra cui BLOW, almeno per alcune aree fuori del Mediterraneo, ne estendono la distribuzione un pò più in alto, all'interno della zona N4; per es. BERGGREN (1983), nel suo studio del Site 516 nel Sud Atlantico, ne pone il *fad* in corrispondenza del *fad* di *Globoquadrina dehiscens* a 23,2 Ma. Per un quadro più esauriente sull'argomento si veda la Tab. 2 in BORSETTI *et alii* (1984). Si ricorda comunque che in nessuna delle sequenze studiate dagli specialisti del gruppo di lavoro per la definizione del limite Paleogene/Neogene (CATI *et alii* (Ed.), 1981; GELATI & STEININGER (Ed.), 1984; BIOLZI, 1985), né relativa a sezioni terrestri, né a pozzi oceanici, *Globigerina angulisuturalis* è mai risultata estendersi oltre il *fad* di *Globorotalia kugleri s.s.*.

	Sezione Cornabecco						Sezione Migianella				Sez. Polgeto		Sez. C. Ripa		Sezione C. Gliati			Sez. Pod. Le Masse	
	MG62	MG63	MG64	MG65	MG66	MG67	MG50	MG51	MG52	MG53	MG47	MG48	MG72	MG73	MC1	MC2	MC3	MG79	MG80
<i>G. angustiumbilitata</i>																			
<i>G. cf. galavisi</i>																			
<i>G. officinalis</i>																			
<i>G. praebulloides</i>																			
<i>G. tripartita</i>																			
<i>G. venezuelana</i>																			
<i>C. dissimilis</i>																			
<i>C. unicavus</i>																			
<i>G. globularis</i>																			
<i>G. opima nana</i>																			
<i>G. suteri</i>																			

Tab. 2 - Distribuzione dei foraminiferi planctonici nei campioni di Argille varicolori delle diverse sezioni.

*lana* sono relativamente comuni e presenti nella maggior parte dei campioni; gli altri sono tutti più o meno rari.

L'assenza in tutti i campioni di *Globigerinoides primordius* e di *Globorotalia kugleri* indicano che il limite superiore cade all'interno della zona N3 di BLOW (1969) e, a nostro avviso, anche all'interno della zona a *Globigerina ciperensis ciperensis* di BOLLI (1957), (Fig. 2). Indicazioni analoghe sono date dalla consistente presenza, anche nei campioni più alti, di esemplari tipici di *Globorotalia opima nana*. Il limite inferiore cui possono essere riferite le Argille varicolori campionate ricade anch'esso nella zona N3: questo soprattutto per l'assenza di *Globorotalia opima opima* il *lad* della quale definisce il limite superiore della zona N2. Tutte le misure eseguite sugli esemplari del gruppo della *Globorotalia opima* per stabilire, secondo i criteri fissati da BOLLI & SAUNDERS (1985), l'appartenenza all'una o all'altra sottospecie, hanno portato ad escludere la presenza di *Globorotalia opima opima*.

Altre indicazioni coerenti col riferimento alla biozona N3 ci vengono anche dalla presenza di *Globigerina officinalis*, dalla presenza di *Globigerina globularis* (questo *taxon* è considerato da BERGGREN & AMDURER, 1973, come caratteristico del Cattiano pur non essendone esclusivo) e dalla presenza di *Globigerina tripartita*, anche se quest'ultima, contrariamente all'opinione di BLOW (1969) e di BOLLI & SAUNDERS (1985), è spesso segnalata anche in biozone del Miocene inferiore.

Assumendo come *marker* del limite Oligo-Miocene la comparsa di *Globorotalia kugleri* e tenendo presenti i dati biostratigrafici finora illustrati è evidente che l'intero spessore delle Argille varicolori analizzate, e presenti sia al tetto della Marnoso-arenacea sia in varie fasce intercalate alle Arenarie del Trasimeno appartengono tutte all'Oligocene superiore. E' infatti unanimemente accettato che sia la zona a *Globigerina ciperensis ciperensis* (schema di BOLLI, 1957) sia la zona N3 (per chi si attiene alla zonatura di BLOW, 1969) appartengono all'Oligocene superiore (totalmente la prima, in gran parte la seconda). Nel nostro caso in definitiva il limite fra le Argille vari-

colori e l'Arenaria del Trasimeno cade al di sotto del limite Oligo-Miocene sia che si scelga per definirlo il criterio del *datum* a *Globigerinoides* (ormai in disuso) sia che si prenda a riferimento la comparsa di *Globorotalia kugleri*.

#### Arenaria del Trasimeno

Affiora nella zona per uno spessore massimo di circa 200 m. Si tratta di torbiditi spesse a grana grossolana nella parte inferiore della successione, di torbiditi più sottili con intercalazioni più frequenti di siltiti e marne nella parte superiore. Poche decine di metri sopra la base sono presenti i banconi di calcarenite a macroforaminiferi citati dalla letteratura (Castello di Migianella e altre località).

#### Inquadramento biostratigrafico dell'Arenaria del Trasimeno

Nel tentativo di inquadrare biostratigraficamente l'Arenaria del Trasimeno sono stati raccolti numerosi campioni nelle marne intercalate nelle arenarie a varie altezze: tutti sono risultati sterili, tranne il campione MG29, raccolto immediatamente sotto al bancone di calcarenite a Miogypsine.

Esso contiene una fauna planctonica costituita da numerosi individui sia pur spesso deformati e ricristallizzati. Sono state riconosciute le seguenti specie:

*Globigerina angustiumbilitata*  
*Globigerina praebullides s.l.*  
*Globorotalia obesa*  
*Globorotalia opima nana*  
*Globorotalia siakensis*  
*Cassigerinella chipolensis*

Si tratta di una fauna scarsamente significativa che nulla aggiunge alle informazioni già desumibili dalle datazioni delle Argille varicolori.

Più precise e sicure indicazioni di età sono state invece ricavate dallo studio delle Miogypsine presenti nelle calcarenite basali. Due sono le specie riconosciute: *Miogypsinoides bantamensis*, molto abbondante, e *Miogypsina gunteri* molto subordinata rispetto alla prima (Fig. 3a e 3b). L'età delle calcarenite è stata otte-

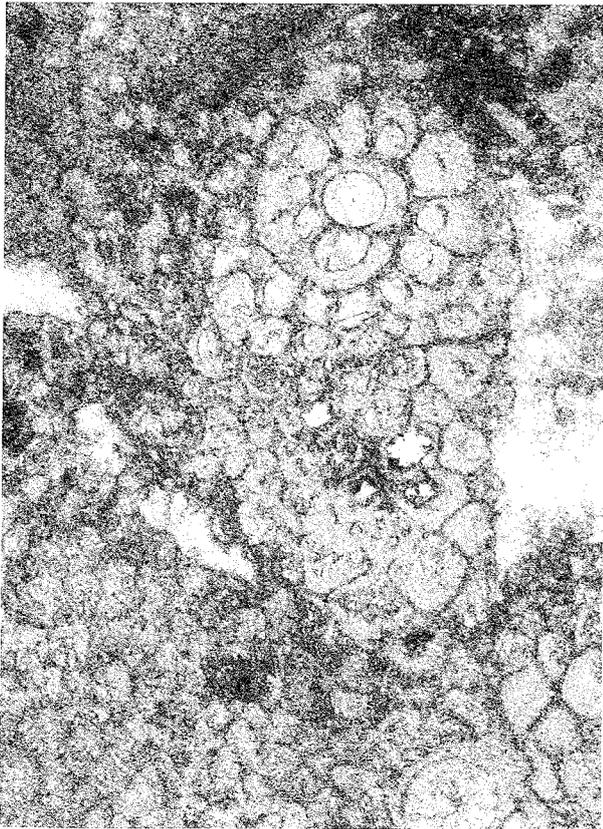


Fig. 3a - Sezione equatoriale di *Miogypsinoides bantamensis*, si noti la presenza di canali intrasettali. x 20

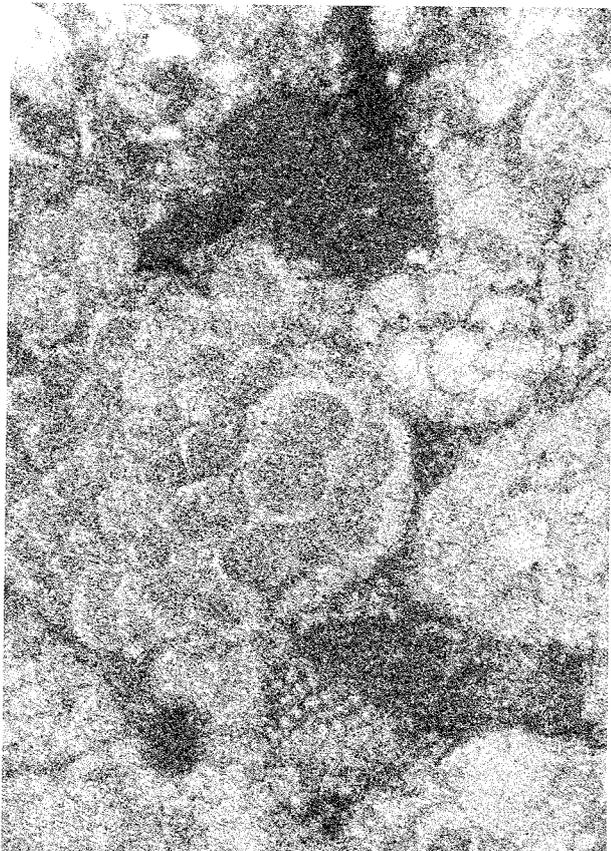


Fig. 3b - Sezione equatoriale di *Miogypsina gunteri*; si noti l'assenza di canali intrasettali. x 20

nuta dallo studio biometrico dei parametri  $X$  e  $\gamma^{(5)}$  dell'apparato embrionale di queste forme (Fig. 4). Per

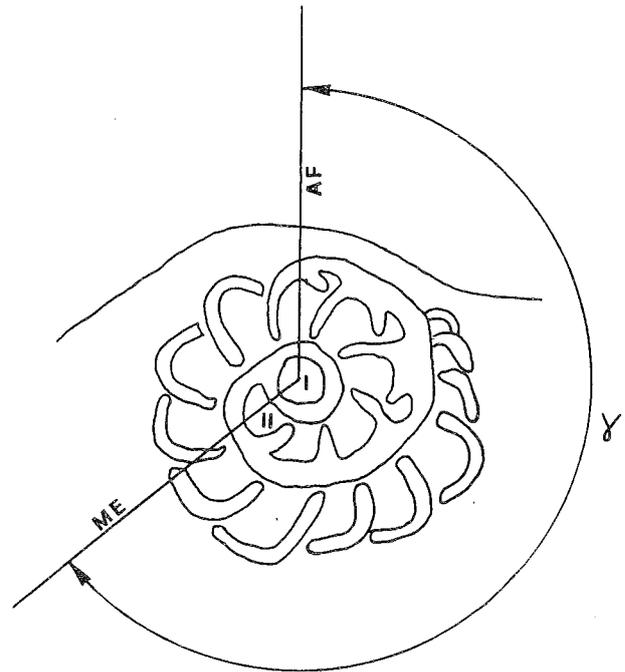


Fig. 4 - Schematizzazione dell'apparato embrionale e nepionico di un Miogypsinide unispiralato. Sezione equatoriale. AF = linea apicale-frontale  
ME = linea medio-embryonica  
I = protoconca  
II = deutoconca  
Da MORTARA (1987) semplificato.

tutti i dettagli tecnici relativi alla datazione si rimanda a PRIAMI (Tesi inedita, Università di Pisa). Ci limitiamo qui a far presente che in termini cronostratigrafici i banchi di calcarenite, e quindi la base dell'Arenaria del Trasimeno in questa zona, sono riferibili, sulla base dei macroforaminiferi, alla parte inferiore dell'Aquitano. Il loro apparato embrionale (Tab. 3) appare infatti leggermente più evoluto di quello indicato da DROOGER *et alii* (1976) come caratteristico del limite Oligo-Miocene (che corrisponde ad un valore del parametro  $X = 12,5$ ). Secondo gli Autori questo grado di evoluzione cade molto vicino al limite zonale NP25 / NN1 della scala del Nannoplankton e a quello *Globigerina ciperoensis* - *Globorotalia kugleri* della scala dei planctonici. Si può pertanto concludere che nella sequenza Argille varicolori - Arenaria del Trasimeno il limite Oligo-Miocene sembra corrispondere ad un orizzonte compreso fra il contatto delle due formazioni e il banco di calcarenite a Miogypsinide, che si trova circa 20 metri sopra il contatto stesso.

<sup>(5)</sup> $X$  = numero di camere che costituiscono la spirale nepionica avvolta intorno alla protoconca e alla deutoconca (queste ultime escluse dal conteggio);

$\gamma$  = angolo compreso tra la "linea apicale frontale" (AF) e la "linea medio embryonica" (ME), v. Fig. 4.

CAMPIONI	X					Y				
	N	C.V.	Mx	S	Sm	N	C.V.	My	S	Sm
MM 1	66	7/15	10.48	+1.56	+0.19	62	-47/-187	-116.97	+33.10'	+4.20'
MM 2	53	7/16	10.64	+1.88	+0.25	60	-36/-214	-119.43'	+39.44'	+5.09'
MM 3	45	7/14	11.04	+1.88	+0.28	43	-52/-180	-118.72'	+35.46'	+5.46'

Tab. 3 - Valori biometrici degli apparati embrionali delle Mio-gypsine studiate.

N = numero dei campioni (non in tutti gli individui è stato possibile effettuare le misure di entrambi i parametri);

X = numero delle camere che costituiscono la spirale nepionica.

$\gamma$  = angolo compreso fra la "linea apicale frontale" (AF) e la "linea medio embrionica" (ME) (v. Fig. 4)

MX,  $M_\gamma$  = media di X e di  $\gamma$ ;

S = deviazione standard;

Sm = deviazione standard della media.

## TETTONICA

La geometria finita dell'area in esame risulta, secondo la nostra analisi, dalla sovrapposizione di quattro eventi deformativi, che indicheremo nel seguito come D1, D2, D3 e D4 (dal più antico al più recente) e che schematicamente possono essere definiti come segue:

D1 - Si tratta di una fase compressiva di stile prettamente fragile che conduce alla suddivisione in elementi tettonici delle due successioni sedimentarie (successione toscana e successione umbra).

D2 - Conduce al ripiegamento dei sovrascorrimenti precedenti secondo mega e mesopiege orientate mediamente fra N 120 e N 140.

D3 - Si generano faglie trascorrenti di direzione prevalente intorno a N10 (destre) e N 55 (sinistre).

D4 - Si producono faglie normali di direzione appenninica e di direzione NS immergenti verso NE ed E.

Le fasi D1, D2 e D3 potrebbero essere considerate come risultato di una deformazione progressiva anche se in effetti la documentazione in tal senso non è completa soprattutto per ciò che concerne la continuità fra la D1 e la D2. Nella letteratura di questa area e di aree limitrofe (GHELARDONI & MAIOLI, 1958; NOCCHI, 1961; BOSCHERINI *et alii*, 1982; DAMIANI *et alii*, 1983) le deformazioni a carattere compressivo erano state unificate in un'unica fase tettonica, seguita da una distensione plio.-pleistocenica. MINELLI *et alii* (1988) nell'area del Massiccio di Perugia (M. Torrazzo) hanno ricostruito invece una evoluzione strutturale analoga a quella qui descritta. In un quadro ancora più generale LAVECCHIA *et alii* (1988) hanno ricostruito l'evoluzione strutturale progressiva del *fold belt* umbro-marchigiano dal Miocene medio al Plio-Pleistocene. Gli stessi Autori (1989) hanno interpretato la struttura superficiale e profonda e descritto la tettonica compressiva e distensiva lungo il transetto Lago Trasimeno - Pesaro che attraversa la zona di M. Acuto.

### LE DEFORMAZIONI COMPRESSIVE

#### Fase deformativa D1

Questa fase si esplica come detto essenzialmente con superfici di taglio, attraverso le quali si realizza un edificio strutturale composto da varie unità ed elementi.

L'elemento più profondo geometricamente (1 dello

schema di Tav. I) è costituito da una successione stratigrafica in facies umbra sostanzialmente continua dalla Maiolica alla Marnoso-arenacea s.l.. L'elemento strutturale intermedio (2) anch'esso in facies umbra è costituito dalla successione Scaglia cinerea - Bisciario - Marnoso-umbra - Marnoso-arenacea. I rapporti fra gli elementi strutturali 1 e 2 richiedono un commento specifico. Era già nota in precedenza, JACOBACCI *et alii*. (1970), la sovrapposizione meccanica dell'insieme Scaglia cinerea - Bisciario - Marnoso-arenacea s.l. sulla Marnoso-umbra. Questa situazione anomala era stata ricondotta ad una semplice faglia inversa di direzione intorno a N170 (Colle di Prugnano). Nel corso del rilevamento è stato individuato sul versante opposto del T. Mansola, in corrispondenza dell'incisione di un fosso laterale, un affioramento di Bisciario in precedenza sconosciuto, che suggerisce una diversa interpretazione dei rapporti fra l'insieme Bisciario - Marnoso-arenacea e la Marnoso-arenacea geometricamente sottostante. Il Bisciario affiorante in destra del T. Mansola, cui fanno seguito in successione stratigrafica la Marnoso-umbra e la Marnoso-arenacea (come sul versante opposto), sormonta tettonicamente la Marnoso-arenacea. Il contatto meccanico è accompagnato da una fascia cataclastica ad elementi di selci scure. La superficie di contatto immerge in questo caso in senso opposto (e cioè verso NNE) rispetto alla situazione esposta sul colle di Prugnano. Il nuovo affioramento individuato in destra del T. Mansola appartiene al fianco orientale dell'antiforme del M. Acuto (zona periclinale) e la geometria del contatto tettonico (blanda immersione verso Est) è perciò coerente con la sua collocazione nell'ambito della struttura; benché purtroppo non siano stati individuati nel corso del rilevamento altri affioramenti di Bisciario (e/o Scaglia cinerea) in posizione anomala, le due situazioni descritte si ricordano coerentemente, ammettendo appunto che i due affioramenti di Bisciario appartengano entrambi alla stessa unità strutturale, sovrapposta tettonicamente alla Marnoso-arenacea, nel quadro di un raddoppio di "Serie umbra" ripreso, successivamente, nel piegamento dell'antiforme di M. Acuto. E' da sottolineare comunque che il contatto anomalo fra l'Unità 2 e l'Unità 1 è ancora individuabile fuori della zona descritta per la sovrapposizione anomala della Marnoso-umbra sulla Marnoso-arenacea.

L'unità strutturale più alta che corrisponde all'Unità del Trasimeno è costituita dalla associazione Argille varicolori - Arenaria del Trasimeno che si ripete verticalmente più di una volta. Benché il contatto con la "Serie umbra" non sia generalmente ben esposto, il passaggio fra la Marnoso-arenacea e le soprastanti Argille varicolori è sempre molto netto mentre, per contrasto, è generalmente progressivo il contatto fra le Argille varicolori e le soprastanti arenarie. In qualche caso, al contatto con la Marnoso-arenacea, le Argille varicolori assumono una tessitura cataclastica che è conseguenza della natura meccanica del contatto stesso. In accordo con i dati stratigrafici e strutturali finora esposti si può inoltre ritenere, coerentemente con l'interpretazione d'insieme dell'edificio strutturale, che anche le singole ripetizioni di Argille varicolori e Arenaria del Trasimeno siano di natura tettonica e che di conseguenza l'Unità del Trasimeno sia costituita da una serie di scaglie tettoniche congeneri del sovrascorrimento principale (fase D1). In questo senso appare significativo il fatto che le sequenze Argille varicolori - Are-

naria del Trasimeno si ripetano più volte con le stesse particolarità litostratigrafiche, a livelli diversi della successione geometrica. Dai dati stratigrafici illustrati in precedenza si desume che l'età di questa prima fase deformativa può essere fissata, come limite inferiore, al Burdigaliano superiore (Langhiano inferiore?).

Alla fine di questo paragrafo è opportuna infine una precisazione circa il significato da noi attribuito ad alcune faglie (per esempio la "faglia" F10 dello Schema strutturale di Tav. I) che hanno geometria apparente finita di faglie normali con strie secondo la massima pendenza). Una di queste faglie è stata analizzata nella cava inattiva di Corniola sul fianco orientale di M. Acuto (stazione 4 dello schema tettonico, Fig. 5). Le strie secondo la massima pendenza sono portate in questo caso da piani più inclinati della stratificazione che immergono verso NE di circa 50° e sono associati a piani subparalleli e più inclinati che portano strie suborizzontali. Almeno in un caso, le faglie con strie secondo la massima pendenza (F10 dello schema strutturale di Tav. I) si interrompono contro le strie a carattere trascorrente, di cui purtroppo non è stato possibile riconoscere il verso di movimento. Per l'interpretazione di questo sistema complesso noi abbiamo tenuto conto del fatto che queste faglie cadono sul prolungamento delle superfici di *thrust* che delimitano l'unità strutturale intermedia (Unità 2 dello schema tettonico qui costituita essenzialmente dall'insieme Scaglia cinerea-Bisciario) e abbiamo quindi ritenuto possibile considerarle come strutture di raccorciamento malgrado la loro geometria *down-section*. Esse potrebbero essersi formate a carico di una successione già deformata alla fine della fase D1 e aver ruotato insieme alla

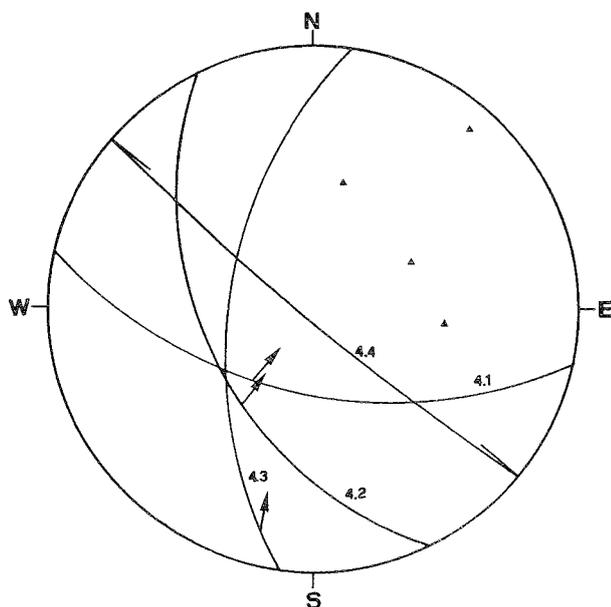


Fig. 5 - Stazione n° 4 - Faglie misurate in una cava inattiva di Corniola (pendici nordorientali di M. Acuto). Tutti gli stereogrammi sono stati eseguiti utilizzando il reticolo di WULFF, emisfero superiore.

4.2: correlabili col sistema "F10" dello Schema tettonico di Tav. I.

4.3: correlabile con la faglia indicata con F4 nello schema tettonico.

4.4: correlabile con la faglia indicata come F11 nello schema tettonico.

La freccia si riferisce al movimento del blocco superiore.

stratificazione durante la D2. In un momento ancora successivo dell'evoluzione strutturale, esse sarebbero state tagliate (e/o riutilizzate da movimenti a carattere trascorrente, D3).

#### Fase deformativa D2

L'edificio di "prima fase" è ripreso unitamente alle superfici sedimentarie nella deformazione a pieghe della "seconda fase" (D2) di cui l'antiforme di M. Acuto rappresenta nell'area della carta l'esempio più vistoso (Sez. 1 e Sez. 2 di Tav. I). LAVECCHIA *et alii* (1989) hanno esplicitamente correlato il ripiegamento dell'Unità Trasimeno con la nucleazione di *thrusts* più esterni e più profondi (strutture dei Massicci di Perugia, M. Acuto e M. Malbe). L'anticlinale di M. Acuto è una piega parallela di asse compreso tra N 120 e N 140 che immerge assialmente verso NE di valori compresi fra 5° e 18°. In destra del Fosso Cerquetelli (poco a N di Case Cerquetelli) mesopieghie rovesciate, congeneri della piega principale, presentano immersione assiale opposta (verso SE). Le ondulazioni assiali della struttura sono probabilmente da mettere in relazione con la "terza fase" tettonica a carattere compressivo (D3) che si traduce tuttavia, prevalentemente, in deformazioni di carattere fragile (faglie trascorrenti).

Il rovesciamento verso NE dell'antiforme è evidente, a livello della Marnoso-umbra e della Marnoso-arenacea dell'unità tettonica intermedia (Unità 2, Sez. 3) sul versante destro del T. Mansola; il rovesciamento dell'antiforme di M. Acuto non era stato riconosciuto in precedenza.

La deformazione duttile di "seconda fase" sviluppa un clivaggio di piano assiale evidente solamente in alcuni livelli litologicamente predisposti (ad esempio la Marnoso-umbra). L'assenza di una deformazione pervasiva appare coerente con il modesto carico litostatico cui anche le unità più profonde sono state sottoposte nel corso degli eventi a carattere compressivo.

La partecipazione al piegamento (D2) delle superfici di taglio realizzate nell'evento D1 documenta il fatto che la struttura complessiva si realizza secondo un modello che comporta deformazioni sovrapposte. E' comunque probabile, come sembrano indicare anche i dati mesostrutturali e in accordo con le osservazioni di COSTA *et alii* (1992) lungo una trasversale più settentrionale, che i due eventi deformativi siano connessi al medesimo campo di *stress* e si realizzino progressivamente. In proposito si può ricordare che LAVECCHIA & PIALI (1980) segnalano, nell'Appennino umbro-marchigiano, faglie trascorrenti di direzione N10 e N100, rispettivamente destre e sinistre coniugate; analogamente BARCHI *et alii* (1987) nei massicci perugini segnalano la presenza di sistemi di faglie trascorrenti (N10 destre ed N80 sinistre) che, secondo gli Autori, si sono probabilmente sviluppate nel corso della stessa fase compressiva responsabile della struttura a pieghe.

#### Fase deformativa D3

La fase deformativa in questione è rappresentata da faglie trascorrenti di direzione compresa fra N10 e N55 (F1-7 dello Schema tettonico) sia destre, almeno da un punto di vista cartografico, che sinistre. Le destre corrispondono alle sigle F3 e F4, le sinistre alle sigle F1, F2, F5, F6 e F7. Ci sembra possibile, sulla base delle nostre osservazioni di campagna che esse rappresentino un evento compressivo posteriore al piegamento, però ancora legato al piegamento stesso (persisten-

za del  $s_1$  ed inversione del  $s_3$  con il  $s_2$ ), secondo uno schema che si ripete abbastanza comunemente nella deformazione progressiva.

In merito al ruolo della tettonica a faglie trascorrenti va rilevato infine il possibile significato della faglia indicata sullo schema come F11 e il contrasto di geometrie che divide i due settori a Nord e a Sud di questa linea, di direzione N110. La geometria dei contatti tettonici nel settore a Nord della faglia (direzione sub-meridiana ed immersione verso Ovest che si interrompe in corrispondenza della F11 stessa, in corrispondenza del fianco nordorientale dell'antiforme di M. Acuto) implica, per questa faglia un carattere trascorrente (coerentemente con i dati analitici raccolti nella cava di Corniola) ma dai dati cartografici è difficilmente desumibile il verso di movimento relativo dei due blocchi, anche perché interessati da una importante strutturazione precedente per cui vengono a mancare *markers* di riferimento sicuri. Se la faglia F11 ammettesse un movimento sinistro essa potrebbe ancora rientrare nella famiglia precedente ed essere governata dallo stesso campo di *stress*. Se fosse destra bisognerebbe invece presupporre che la deformazione fragile della zona esaminata abbia in qualche momento anche ubbidito ad un regime con un  $s_1$  orientato in direzione NW-SE. Di una simile eventualità non sono però per il momento risultate ulteriori evidenze.

#### Dati mesostrutturali relativi alle "fasi" deformative D1 e D2

Sono state compiute osservazioni su superfici di movimento a scala mesoscopica in due stazioni, una localizzata nella Marnoso-umbra e l'altra in una porzione marnosa della Marnoso-arenacea (vedi Schema tettonico). Sono stati individuati tre sistemi di superfici più importanti che verranno indicate con le sigle M1, M2 ed M3; con So verrà indicata la stratificazione.

Il sistema M1 forma sistematicamente con la So un basso angolo e partecipa unitamente a questa alla fase di piegamento D2; il sistema M2 taglia le superfici M1 ed So e non partecipa al piegamento, risultando quindi posteriore a questo oltre che al sistema M1. Le superfici M2, con piani che immergono per lo più verso Ovest, portano generalmente strie da faglia trascorrente con componente inversa. Il sistema M3 porta strie da faglia normale con componente trascorrente, taglia le superfici M1, non sono chiari i rapporti con le superfici M2. In questo paragrafo saranno discussi i caratteri dei sistemi M1 ed M2 che indicano rispettivamente compressione e transpressione.

**Sistema M1** - I dati più significativi provengono dalla stazione n° 1 ubicata nella Marnoso-umbra nel fianco orientale di M. Acuto - M. Saldo, in destra del T. Mansola (schema tettonico e Fig. 6).

In questo affioramento superfici di taglio mineralizzate a carbonato di calcio descrivono, unitamente alla stratificazione (mal espressa per uniformità litologica) pieghe da decametriche a centimetriche rovesciate verso Nord e Nord-Est di asse compreso fra N90 e N120. Lo stile delle pieghe, la loro geometria e simmetria, la loro collocazione nella struttura di primo ordine assegnano alle pieghe stesse il significato di pieghe parassite del fianco orientale rovesciato dell'antiforme di M. Acuto - M. Saldo (D2). Le superfici M1 sono pertanto da ricondurre, in quanto antecedenti alla piega, alla "fase" compressiva D1 e sono da interpretare come replica, a scala mesoscopica, delle superfici

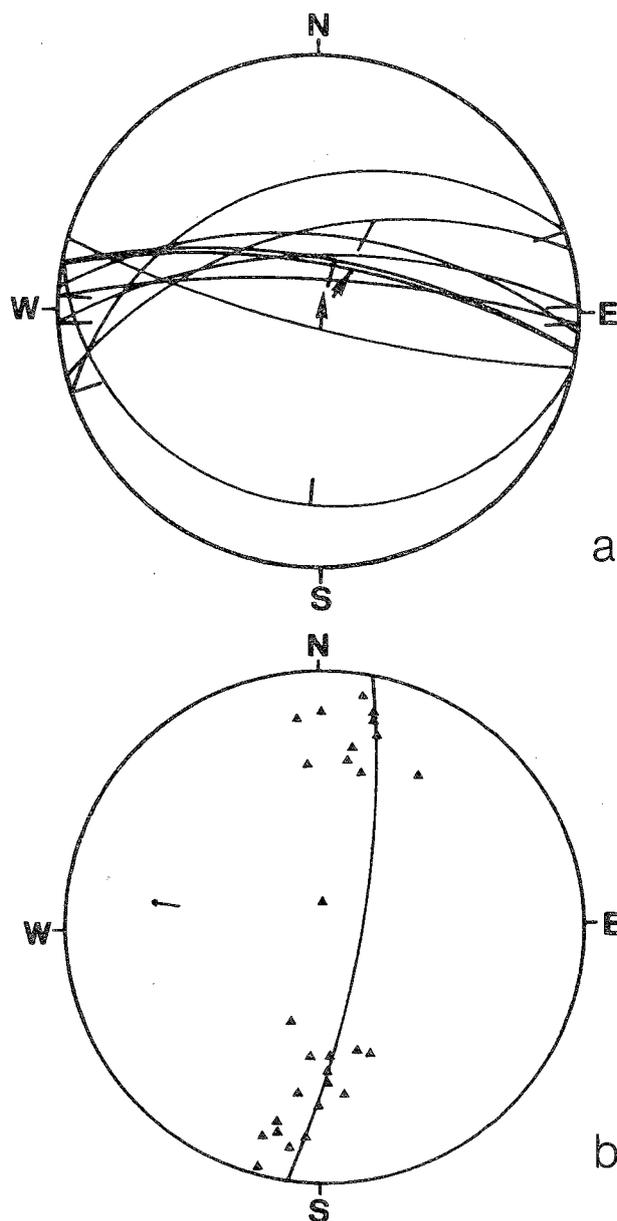


Fig. 6 - Stazione n° 1 - Piani di taglio M1 coinvolti nel piegamento della fase D2.

a - ciclografiche dei piani M1 e relative strie.  
b - poli dei piani M1 ed asse ricostruito delle pieghe D2.

di sovrascorrimento delle unità principali. Gli indicatori cinematici associati alle superfici M1 assumono dunque una particolare importanza per la possibilità che, dalla loro analisi, possano derivare informazioni sulla direzione di trasporto tettonico delle unità strutturali messe in posto anteriormente alla deformazione duttile della fase D1. Le strie presenti sulle superfici M1, in quanto portate da piani che hanno subito una rotazione più o meno importante nel corso della fase D2 (Fig. 7) non possono per lo più essere lette così come si presentano attualmente, ma richiedono, per una corretta interpretazione, l'eliminazione degli effetti deformativi delle fasi tettoniche successive. Questa operazione di restituzione può essere realizzata di solito sulla base di una serie di assunzioni, imposte anche dalla non completa conoscenza dei dati geometrici, e quindi non conduce a risultati necessariamente affidabili. In questo caso è stato assunto in particolare, per co-

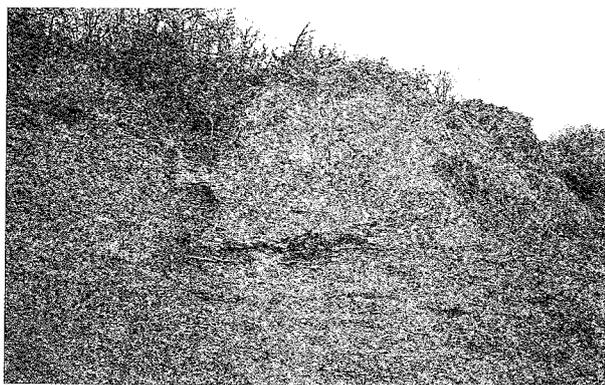


Fig. 7 - Mesopieghe relative alla fase D2 riguardanti il sistema M1 nella Marnoso-umbrina.

modità, che le superfici M1 si siano prodotte sempre a carico di una So indeformata e orizzontale. L'operazione di restituzione è stata tentata solo nei casi in cui la So associata alle superfici M1 risultava ben espressa: questo purtroppo si verifica raramente a causa della omogeneità del materiale. In tutti questi casi comunque geometrie finite indicative di un movimento apparente prevalentemente trascorrente vengono a trasformarsi in geometrie a componente inversa dominante, con movimento verso NE del blocco superiore. A conferma del risultato sopra indicato, questa direzione di trasporto tettonico è stata riconosciuta anche in rare situazioni di piani M1 associati ad So poco inclinate, cioè con presumibile scarsa rotazione degli indicatori cinematici. Una direzione analoga è stata anche ricostruita da COSTA *et alii* (1992) nella zona di Castiglion Fiorentino - S. Sepolcro. Accanto a questo sistema di strie, che, come detto, potrebbe effettivamente indicare direzione e verso dei movimenti tettonici della fase D1, sono state rilevate e/o ricostruite, sulle superfici di movimento M1, anche strie suborizzontali e strie disposte secondo la massima pendenza. Queste strie hanno una geometria compatibile con quella di *slikenlines* congeneri del piegamento della fase D2 e vanno perciò ritenute contemporanee al piegamento stesso.

Indicazioni analoghe derivano dalla stazione di misura n° 2 (ubicata nella Marnoso-arenacea della Provinciale Umbertide - Passignano, Fig. 8).

**Sistema M2** - Lo studio del sistema M2 non ha permesso osservazioni aggiuntive di un qualche interesse rispetto a quanto già osservabile nella tettonica a scala megascopica. I piani M2 sembrano ovviamente corrispondere per significato alle trascorrenti della fase D3 con le quali sembrano confrontabili per la loro geometria e giacitura, salvo forse una loro maggiore dispersione azimutale già apprezzabile anche sulla base degli scarsi dati da noi raccolti. Questa fratturazione sembra assumere lo stesso significato delle faglie che si raggruppano nella famiglia prima indicata come D3 e allo stesso modo potrebbero rappresentare il momento fragile della fase D2: anche alla scala dell'affioramento risulta abbastanza evidente che tali superfici di movimento obbediscono a geometrie che non sembrano estranee a quella del campo di stress che ha generato le pieghe.

#### LE DEFORMAZIONI A CARATTERE DISTENSIVO A SCALA MEGA E MESOSCOPICA

Come è stato in precedenza accennato è comune-

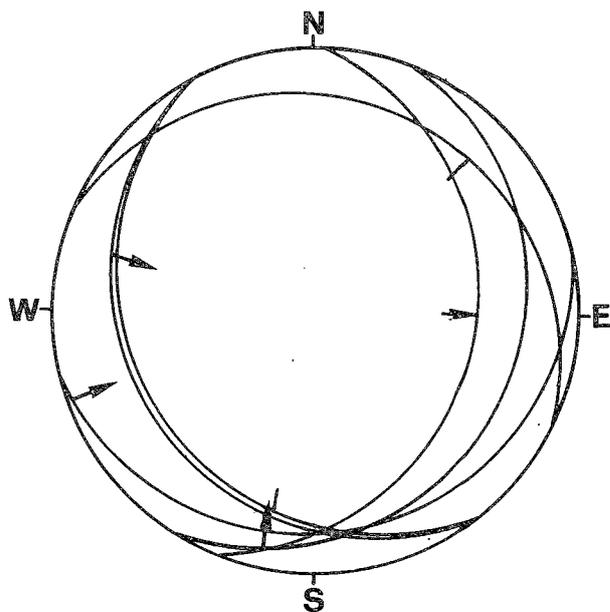


Fig. 8 - Stazione n° 2. Piani di taglio del sistema M1.

mente ammesso nella letteratura geologica che una fase tettonica a carattere distensivo abbia scomposto tardivamente l'anticlinale di M. Acuto - M. Saldo realizzando una struttura a gradinata (faglie dirette sul fianco orientale della struttura stessa).

Malgrado alcune faglie con strie secondo la massima pendenza e senso di movimento apparente da faglia diretta siano state considerate come superfici di movimento in compressione ruotate, anche questo studio conferma l'esistenza di una tettonica tardiva a carattere distensivo.

Sul piano macrotettonico sono interpretabili come dirette le faglie da F13 ad F17 dello schema tettonico ed in particolare la faglia F15 contro cui si interrompono i due fianchi dell'antiforme di "seconda fase". In accordo con questa interpretazione sono state osservate, ancora lungo il margine orientale di M. Acuto ma più a Sud della cava di Corniola precedentemente citata, faglie che immergono verso Est con inclinazioni di circa 70° e che portano strie secondo la massima pendenza e movimento apparente da faglia normale (con componente trascorrente destra) il cui significato sarebbe quindi da tenere ben distinto dalle "faglie dirette" apparenti della cava.

A Nord del T. Niccone i depositi villafranchiani sono dislocati da una faglia, purtroppo in questo caso solo cartografica, di direzione N140 e immersione verso Est, perciò di geometria sostanzialmente coincidente con quella della faglia F15 prima commentata. Benché il piano di faglia non sia osservato in affioramento, il tipo di rigetto cartografico, in associazione con la giacitura subtabulare dei depositi villafranchiani, indica senza ambiguità un movimento da faglia normale con abbassamento relativo del blocco nordorientale.

Le faglie dirette longitudinali appartengono quindi ad una fase distensiva recente, in accordo con i rapporti di precedenza che intercorrono con le fasi a carattere compressivo, tutte più antiche, compresa la D3, la cui espressione più tipica è costituita come detto dalla faglia trascorrente F11, che nei dintorni della Stazione 4 si interrompe appunto contro la faglia diretta F15.

L'esistenza della fase distensiva recente era stata

riconosciuta in zone vicine da CATTUTO & GREGORI (1988) e da JACOBACCI *et Al.* (1970). A questi ultimi in particolare si deve il riconoscimento di faglie normali a carico dei depositi plio-pleistocenici nei dintorni di M. Tezio.

Anche sul piano mesostrutturale sono state riconosciute sia faglie normali di direzione longitudinale sia di direzione trasversale (stereogramma di Fig. 9). Si tratta in tutti i casi di faglie per le quali non sussiste il dubbio che il movimento normale suggerito dagli indicatori cinematici (per lo più strie e fibre di accrescimento) sia solo apparente: l'associazione a strati dritti poco inclinati sembra escludere questa possibilità.

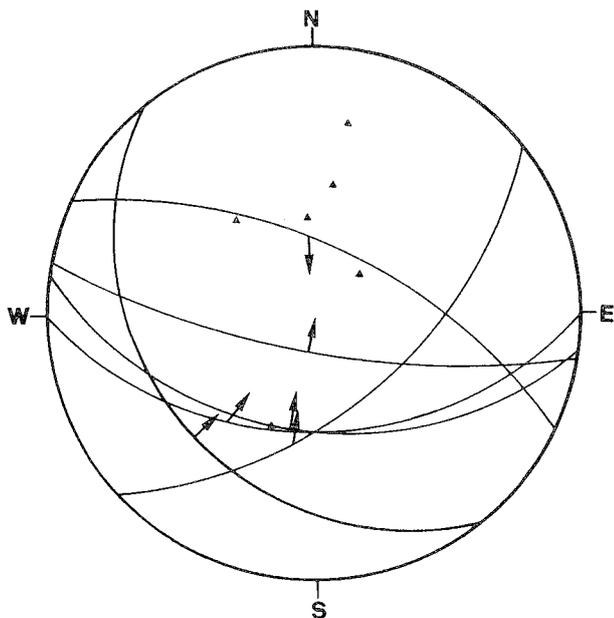


Fig. 9 - Stazione n° 3. Faglie dirette del sistema M3. La freccia si riferisce al verso di movimento del blocco superiore.

La presenza di due sistemi di direzione rispettivamente intorno a EW e NW-SE sembra riprodurre, a scala mesoscopica, la geometria delle faglie dirette cartografate: potrebbe quindi trattarsi di faglie normali da ricondurre a due campi di stress tensili diversi tra loro e quindi a due fasi tettoniche distinte.

I dati raccolti sono tuttavia insufficienti per tentare di ricostruire, sia pure in modo ipotetico, il quadro evolutivo della deformazione distensiva.

## CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il presente lavoro condotto con metodologie differenti ha portato ad ottenere risposte positive in merito a gran parte dei risultati attesi. Le conclusioni più importanti possono essere riassunte come segue:

1 - Inquadramento biostratigrafico e cronostratigrafico delle formazioni flyshioidi affioranti nell'area esaminata (Marnoso-arenacea e Marnoso-umbra, Arenaria del Trasimeno) e delle Argille varicolori alla base stratigrafica delle Arenarie del Trasimeno, attraverso lo studio dei Foraminiferi planctonici e, per ciò che riguarda l'Arenaria del Trasimeno, anche con lo studio biometrico dell'apparato embrionale delle Miogypsine di una calcarenite alla base dell'arenaria. Le Argille va-

ricolori dell'area esaminata sono risultate appartenere tutte all'Oligocene superiore. L'Arenaria del Trasimeno risulta aquitaniana già vicino alla base; l'insieme Marnoso-arenacea - Marnoso-umbra appartiene, nella zona esaminata, al Burdigaliano (con un piccolo margine di dubbio sulla possibile presenza o meno del Langhiano inferiore al tetto).

2 - Ricostruzione dell'assetto e dell'evoluzione strutturale delle unità della zona esaminata, in cui una tettonica compressiva precede eventi distensivi a faglie normali. La tettonica di compressione è caratterizzata da deformazioni sovrapposte che si susseguono secondo una sequenza progressiva regolata da un campo di stress in cui il  $\sigma_1$  mantiene una orientazione costante (SW-NE). Essa si attua inizialmente con un evento di stile fragile: sovrascorrimenti che conducono alla formazione di raddoppi sia nell'Unità Trasimeno che nella successione umbra e al sovrascorrimento dell'Unità Trasimeno nel suo insieme sulla Marnoso-arenacea. L'ammissione di un evento iniziale di stile puramente fragile ci sembra l'elemento principale che distingue la nostra interpretazione da quella di altri Autori come ad esempio il già citato modello di LAVECCHIA *et alii* (1988).

Fa seguito una "fase" di piegamento in cui si formano pieghe parallele di direzione per lo più appenninica, fra cui la grande antiforme di M. Acuto - M. Saldo, che riprendono ampiamente i sovrascorrimenti precedenti. La coda delle deformazioni in compressione è espressa ancora da un evento fragile a faglie trascorrenti.

3 - L'esordio della tettonica di compressione ed in particolare il sovrascorrimento dell'Unità Trasimeno sulla successione umbra può essere attribuito, come limite inferiore, alla fine del Burdigaliano (inizio del Langhiano?). Gli eventi successivi ancora in compressione potrebbero risultare più recenti. Secondo le conclusioni di DAMIANI *et alii* (1983) e di MINELLI *et alii* (1988) l'Unità del Trasimeno si sarebbe messa in posto sulla Marnoso-arenacea della riva sinistra del Tevere (come olistostromi precursori dell'Unità stessa) fra il Langhiano e il Serravalliano. Tale differenza nei tempi di arrivo, che può apparire un po' in contrasto con la relativa vicinanza delle due zone, ammette come possibile spiegazione il fatto che importanti raddoppi possono essere riconosciuti anche all'interno della successione umbra.

4 - La tettonica distensiva non sembra regolata tutta dal medesimo campo di stress ed almeno una parte di essa (faglie longitudinali) deve essere ritenuta di età plio-pleistocenica.

5 - Un punto importante relativo alla problematica di questa regione riguarda infine, come illustrato nel capitolo introduttivo, la correlabilità della successione del Trasimeno con la parte terminale della "Serie toscana" (Scaglia - Macigno) o con le formazioni attribuibili alla successione del Cervarola. Come risulta dalla cartografia geologica della Regione Emilia-Romagna, relativa a gran parte delle zone tipo di affioramento di quest'ultima successione, essa risulta composta, dal basso, dalle Marne di Civago, dalle Siltiti di Fontanaluccia e dalle Arenarie del Cervarola. Tutti questi litotipi non risultano confrontabili con quelli presenti nella successione del Trasimeno. In accordo con le osservazioni di CHICCHI & PLESI (1992) e di COSTA *et alii* (1992) siamo dell'opinione che una correlazione col Cervarola sia da scartare; ci sembra probabile invece una correlazione con la parte superiore della Scaglia e del Macigno come già sostenuto dai vecchi Autori.

## BIBLIOGRAFIA

- ABBATE B. & BRUNI P. (1989) - *Modino-Cervarola o Modino e Cervarola ?*. Mem. Soc. Geol. It., **39** (1987), 1-17.
- BARCHI M., GUZZETTI F. & MINELLI G. (1987) - *Analisi preliminare geologica strutturale dell'area dei Massicci Perugini (Umbria Occidentale)*. Boll. Soc. Geol. It., **105**, 225-232.
- BERGGREN W.A., AUBRY M.P. & HAMILTON N. (1983) - *Neogene magnetobiostratigraphy of D.S.D.P. Site 516 (Rio Grande Rise, South Atlantic)*. Init. Rep. D.S.D.P., **72**, 675-706.
- BERGGREN W.A. & AMDURER M. (1973) - *Late Paleogene (Oligocene) and Neogene Planktonic foraminiferal biostratigraphy of the Atlantic Ocean (Lat. 30° N to Lat. 30° S)*. Riv. Ital. Pal. e Strat., **79** (3), 337-392.
- BIOLZI M. (1985) - *The Oligocene/Miocene boundary in selected Atlantic, Mediterranean and Paratethyan section based on biostratigraphic and stable isotope evidence*. Mem. Sc. Geol., **37**, 303-378.
- BIZON G. & MULLER C. (1979) - *Report of the working group on micropaleontology*. Ann. Geol. Pays Hellen. Tome hors Serie (3), 1335-1364. VII International Congress on Mediterranean Neogene, Athens.
- BLOW W.H. (1969) - *Late middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy*. Proc. First Intern. Conf. on Planktonic microfossil, Genève, **1** (1967), 199-442.
- BOLLI H.M. (1957) - *Planktonic Foraminifera from the Oligocene-Miocene Cipero and Lengua formations of Trinidad (B.W.I.)*. U.S. Nat. Mus. Bull., **215**, 97-125.
- BOLLI H.M. & SAUNDERS J.B. (1985) - *Oligocene to Holocene low latitude planktic foraminifera*. In: Plankton stratigraphy. Cambridge University Press., 155-262.
- BORTOLOTTI V., PASSERINI P., SAGRI M. & SESTINI G. (1970) - *The Miogeosynclinal sequences*. In: *Development of the Northern Apennines geosyncline*. Sedimentary Geology, **4** (3/4).
- BORSETTI A.M., CATI F., MEZZETTI R., SAVELLI C. & TONI G. (1984) - *Le intercalazioni vulcanoclastiche nei sedimenti oligo-miocenici dell'Appennino Settentrionale e Centrale (Dati petrologici, K/Ar e micropaleontologici)*. Giorn. di Geol., Ser. 2, **45** (2), 159-198.
- 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. e Nat. Soc. Naz. di Sc. e Lett. in Napoli, Ser. 4, **48**, 409-444.
- CATI F., STEININGER F.F., BORSETTI A.M. & GELATI R. (Ed.) (1981) - *In search of the Paleogene/Neogene boundary stratotype. Part. 1: Potential boundary stratotype sections in Italy and in Greece and a comparison with results from the Deep-Sea*. Giorn. di Geol., Serie 2, **44** (1-2), 1-210.
- CATTUTO E. & GREGORI L. (1988) - *Il Colle di Perugia: note di Geologia, Idrogeologia e Geomorfologia*. Boll. Soc. Geol. It., **107**, 131-140.
- COSTA E., DI GIULIO A., NEGRI A. & PLESI G. (1991) - *CROP 3. Settore compreso tra Castiglion Fiorentino e Bocca Trabaria: nuovi dati stratigrafici, petrografici e strutturali*. Studi Geologici Camerti, Vol. spec. (1990), 217-234.
- CHICCHI S. & PLESI G. (1992) - *Il Complesso di M. Modino-M. Cervarola nell'alto Appennino emiliano (tra il Passo di Lagastrello e il M. Cimone) e i suoi rapporti con la Falda toscana l'Unità di Canetolo e le Liguridi*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **46** (1991), 139-163.
- DALLAN NARDI L. & NARDI R. (1974) - *Schema stratigrafico e strutturale dell'Appennino settentrionale*. Mem. Acc. Lunig. Sc. "G. Capellini", **42**, 1-212.
- DAMIANI A.V. & PANUZI L. (1984) - *Unità litologiche nell'ambito degli "Argilloscisti varicolori" fra il cortonese e l'eugubino e preliminari considerazioni paleogeografiche e stratigrafiche*. Boll. Serv. Geol. It., **103**, 241-276.
- DAMIANI A.V., PANNUZI L. & PIALLI G. (1983) - *Osservazioni geologiche nelle aree comprese fra i massicci perugini ed i rilievi di Gubbio*. Giorn. di Geol. Ser. 2, **45** (1), 127-150.
- DEMARQ G., MAGNÉ J., ANGLADA R. & CARBONNEL G. (1974) - *Le Burdigalien stratotypique de la Vallée du Rhone: sa position biostratigraphique*. Bull. Soc. Geol. de France, **7** (5), 509-515.
- DROOGER C.W., MEULEKAMP J.E., SHMIDT R.R. & ZACHARIASSE W.J. (1976) - *The Paleogene-neogene boundary*. Proc. Kon. Ned. Akad. Wetensch., Ser. B, **79** (5), 317-329.
- FAZZINI P. (1959) - *Brevi cenni sui terreni sovrascorsi sulla serie umbra nell'Umbria Nord Occidentale*. Boll. Soc. Geol. It., **78**, 232-242.
- GELATI R. & STEININGER F.F. (Ed.) (1984) - *In search of the Paleogene/Neogene boundary stratotype. Part 2: Potential boundary stratotype sections in Italy and Spain and comparison with results from the Deep-Sea*. Riv. Ital. Pal. Strat., **89** (4), 451-564.
- GHELARDONI R. & MAIOLI P. (1958) - *Stratigrafia e Tettonica del M. Acuto-M. Filoncio (Umbria)*. Boll. Serv. Geol. d'It., **80** (2-3), 215-222.
- GIANNELLI L.N. & SALVATORINI G. (1972) - *I foraminiferi planctonici dei sedimenti terziari dell'Arcipelago maltese. I. Biostratigrafia del "Globigerina limestone"*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. Mem., Ser. A, **79**, 49-74.
- GIANNELLI L.N. & SALVATORINI G. (1975) - *I foraminiferi planctonici dei sedimenti terziari dell'Arcipelago maltese. II. Biostratigrafia di: "Blue Clay", "Greensand" e "Upper Coralline Limestone"*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. Mem., Ser. A, **82**, 1-24.
- GIANNINI E., NARDI R. & TONGIORGI M. (1962) - *Osservazioni sul problema della Falda toscana*. Boll. Soc. Geol. It., **81** (2), 17-98.
- GIANNINI E. & TONGIORGI M. (1962) - *Les phases tectoniques de l'orogène alpine dans l'Appennin septentrional*. Bull. Soc. Geol. de France, Ser. 7, **4**, 682-690.
- IACCARINO S. (1985) - *Mediterranean Miocene and Pliocene Planktic foraminifera*. In: Plankton Stratigraphy. Cambridge University Press. 283-314.
- IACCARINO S. & SALVATORINI G. (1982) - *Framework of planktonic foraminiferal biostratigraphy for Early Miocene to Late Pliocene Mediterranean area*. Paleontol. Stratigr. Evol., **2**, 115-125.
- JACOBACCI A., BERGOMI C., CENTAMORE E., MALATESTA A., MALFERRARI G., MARTELLI G., PANNUZI L. & ZATTINI N. (1970) - *Note illustrative della carta Geologica d'Italia F.115 Città di Castello, F.122 Perugia, F.130, Orvieto*. Serv. Geol. d'It., 1-151.
- LAVECCHIA G. & PIALLI G. (1980) - *Appunti per uno schema strutturale dell'Appennino umbro marchigiano. 2 - La copertura*. Studi Geologici Camerti, **6**, 23-30.
- LAVECCHIA G., MINELLI G. & PIALLI G. (1988) - *The Umbria-Marche fold belt (Italy)*. Tectonophysics, **146**, 125-137.
- LAVECCHIA G., MINELLI G. & PIALLI G. (1989) - *Contractional and extensional tectonics along the Trasimeno Lake - Pesaro transect (Central Italy)*. Boriani et Al. Eds. Acc. Naz. Lincei, **80**, 177-194.
- LOTTI B. (1899) - *Rilevamento geologico nei dintorni del Lago Trasimeno, di Perugia e d'Umbertide*. Boll. R. Com. Geol. d'It. Ser. 3, **30** (3), 297-218.
- LOTTI B. (1926) - *Descrizione geologica dell'Umbria*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **21**-320.
- MERLA G. (1951) - *Geologia dell'Appennino settentrionale*. Boll. Soc. Geol. It., **70** (1), 95-382.
- MINELLI G., MUTTI A. & PIALLI G. (1988) - *Evoluzione tettonica dei massicci perugini nell'area di M. Torrazzo*. Mem. Soc. Geol. It., **35**, 389-398.
- MORTARA F.E. (1987) - *Miogypsinidi della serie oligo-miocenica della collina di Torino (Italia Nord-Occidentale)*. Boll. Soc. Pal. It., **26** (1-2), 119-150.
- MULLER C. & PUJOL C. (1979) - *Etude du Nannoplancton calcaire et des foraminifères planctoniques dans l'Oligocene et le Miocene en Aquitaine (France)*. Géol. Méditerran., **2**, 357-368.
- NARDI R. (1965) - *Schema geologico dell'Appennino tosco-emiliano tra il M. Cusna e il M. Cimone e considerazioni sulle unità tettoniche dell'Appennino*. Boll. Soc. Geol. It., **84**, 35-92.
- NARDI R. & TONGIORGI M. (1962) - *Contributo alla geologia dell'Appennino tosco-emiliano. I: stratigrafia e tettonica dei dintorni di Pievepelago (Appennino modenese)*. Boll. Soc. Geol. It., **81** (3), 1-76.
- NOCCHI M. (1961) - *Sui rapporti tra la serie toscana e la serie umbra a Sud di M. Acuto e di M. Filoncio (Perugia)*. Boll. Soc. Geol. It., **80** (2), 181-229.
- NOCCHI M. & CATINELLI A. (1965) - *Cenni sulla stratigrafia della "Serie Toscana" e della "Serie umbra" dell'alta Val Tiberina*. Boll. Soc. Geol. It., **83** (4), 525-542.
- PISTOLESI A. (1966) - *Ritrovamento di Miogypsinide alla base del Macigno in Umbria*. Boll. Soc. Geol. It., **84** (6), 271-280.
- POIGNANT A. & PUJOL C. (1976) - *Nouvelles données micropaleontologiques (Foraminifères planctoniques et petits Foraminifères benthiques) sur le stratotype de l'Aquitainien*. Geobios, **9** (5), 577-607.
- POIGNANT A. & PUJOL C. (1978) - *Nouvelles données micropaleontologiques (Foraminifères planctoniques et petits Foraminifères benthiques) sur le stratotype Bordelais du Burdigalien*. Geobios, **11**, 655-713.

- PRIAMI F. - *Studio stratigrafico e strutturale dell'area compresa fra l'estremità settentrionale dei massicci mesozoici perugini (M. Acuto - M. Saldo) e la valle del Tevere*. Tesi inedita, Univ. Pisa (1988).
- PRINCIPI P. (1933) - *Nuove osservazioni intorno alla presenza dell'Oligocene nell'Italia centrale*. Mem. Soc. Geol. It., **1**, 1-14.
- RENZ O. (1933) - *Il terziario umbro marchigiano e dell'Abruzzo settentrionale*. Giorn. di Geol., Ser. 2, **8**, 97-110.
- RENZ O. (1936a) - *Über Aufarbeitung von Foaminiferen im jungtertiär ostlich des Trasimeneischen Sees (Umbrien)*. Ecl. Geol. Helv., **29** (1), 1-149.
- RENZ O. (1936b) - *Stratigraphische und micropaleontologische Untersuchung der Scaglia (Obere Kreide-Tertiär) im Zentral Apennin*. Ecl. Geol. Helv., **29** (1), 325-335.
- SALVATORINI G. & CITA M.B. (1979) - *Miocene foraminiferal stratigraphy, D.S.D.P. Site 397 1 (Cape Bojador, North Atlantic)*. Init. Rep. D.S.D.P., **47**, 317-373.
- SIGNORINI R. (1936) - *Osservazioni geologiche sul bordo settentrionale del Casentino*. Boll. Soc. Geol. It., **55** (2), 283-294.
- SIGNORINI R. (1941) - *Osservazioni geologiche sul bordo settentrionale del Mugello*. Boll. Soc. Geol. It., **60**, (2-3), 1-60.

