ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

SERVIZIO GEOLOGICO D' ITALIA
Organo Cartografico dello Stato (legge n°68 del 2.2.1960)

NOTE ILLUSTRATIVE della CARTA GEOLOGICA D'ITALIA alla scala 1:50.000

foglio 299
UMBERTIDE

a cura di

G. Plesi†

Con il contributo di:

A. Arcaleni[1], P. Bartoccini[1], A. Boscherini[2], F. Botti[3], R. Checcucci[2], A. V. Damiani[4], G. Daniele[3], F. Del Gaia[1], G. Felicioni[2], M. Galli[1], L. Luchetti[2], A. Motti[2], S. Palandri[3], F. Ponziani[2], E. Preziosi[1], R. Rettori[4], S. Sabatini[1], G. Simone[2], S. Tosti[1], F. Tuscano[1], T. Uffreduzzi[1]

Ha inoltre collaborato:

S. Merangola[1]

1- Consulente della Regione Umbria - Servizio Geologico
2- Regione Umbria - Servizio Geologico
3- Dipartimento di Scienze della Terra - Università di Pisa
4- Dipartimento di Scienze della Terra - Università di Perugia

Ente Realizzatore **Regione Umbria - Servizio Geologico**

PROGETTO CARG

Direttore del Servizio Geologico d'Italia (ISPRA):
L. SERVA

Responsabile del Progetto CARG per ISPRA - Servizio Geologico d'Italia:
F. GALLUZZO

Responsabile del Progetto CARG per la Regione Umbria:
A. BOSCHERINI, E. MARTINI

PER IL DIPARTIMENTO DIFESA DEL SUOLO - SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA

Revisione scientifica:
F. Capotorti, **D. Delogu, C. Muraro, S. Nisio**

Coordinamento cartografico:
D. Tacchia (coord.), **S. Grossi**

Revisione informatizzazione dei dati geologici:
L. Battaglini, C. Cipolloni, D. Delogu, M. C. Giovagnoli (ASC)

Coordinamento editoriale e allestimento per la stampa:
D. Tacchia (coord.), **S. Grossi**

PER LA REGIONE UMBRIA:

Allestimento editoriale e cartografico:
A. Boscherini, **S. Merangola, A. Motti, G. Simone**

Informatizzazione e allestimento cartografico per la stampa dalla banca dati:
A. Motti *(Responsabile procedimento)*
Etruria Innovazione S.C.p.A.

Allestimento editoriale per la stampa:
Litografia Artistica Cartografica - Firenze

GESTIONE TECNICO-AMMINISTRATIVA DEL PROGETTO CARG:
M. T. Lettieri - Dipartimento Difesa del Suolo - *Servizio Geologico d'Italia*
A. Motti, A. Boscherini G. Simone *(Regione Umbria)*

Si ringraziano i componenti dei Comitati Geologici per il loro contributo scientifico

Stampa: **A.T.I.** - **SYSTEMCART** srl - **L.A.C.** srl - **S.EL.CA.** srl - **2010**

PROGETTO CARG

INDICE:

I - INTRODUZIONE *(G. Plesi)* . . . . . Pag. 7

II - CENNI STORICI E INQUADRAMENTO GEOLOGICO *(G. Plesi)* . . . . . » 11

1. - DATI E INTERPRETAZIONI STRATIGRAFICO-STRUTTURALI SULLE SUCCESSIONI TOSCANE DEL FOGLIO 299 "UMBERTIDE" E AREE LIMITROFE . . . . . » 11

2. - DATI E INTERPRETAZIONI STRATIGRAFICO-STRUTTURALI SULLE SUCCESSIONI UMBRE DEL FOGLIO 299 "UMBERTIDE" E AREE LIMITROFE . . . . . » 14

III - STRATIGRAFIA *(F. Botti, G. Daniele, L. Luchetti, S. Palandri, R. Rettori, F. Tuscano)* . . . . . » 21

1. - METODI DI ANALISI PETROGRAFICA E BIOSTRATIGRAFICA . . . . . » 21

2. - SUCCESSIONI CONTINENTALI . . . . . » 24

2.1. - Unita' stratigrafiche quaternarie sintemiche (= unconformity bounded) del Supersintema Tiberino (**ST**) *(A. V. Damiani)* . . . . . » 25

2.1.1. - *Sintema di Fighille* (**FHL**) . . . . . » 25

2.1.2. - *Sintema di Citerna* (**CTA**) . . . . . » 27

2.1.2.1. - Subsintema di Molin dell'Olio (**CTA_1**) . . . . . » 28

2.1.2.2. - Subsintema di M. Rotondo (**CTA_2**) . . . . . » 31

2.1.3. - *Sintema di Pian di Nese* (**NES**) . . . . . » 37

2.2. - Unità stratigrafiche quaternarie non distinte in base al bacino di appartenenza *(A. Boscherini, A. V. Damiani)* . . . . . » 38

2.2.1. - *Depositi alluvionali terrazzati* (**b_n**) . . . . . » 39

2.2.2. - *Depositi alluvionali* (**b**) . . . . . » 41

2.2.3. - *Detriti di falda* (**a_3**) . . . . . » 41

2.2.4. - *Coltre eluvio colluviale* (**b_2**) . . . . . » 42

2.2.5. - *Corpi di frana* (**a_1**) . . . . . » 43

3. - DOMINIO TOSCANO *(G. Plesi, F. Botti, G. Daniele, L. Luchetti, S. Palandri)* . . . . . » 43

3.1. - Successione dell'Unità tettonica Falda toscana . . . . . » 43

3.1.1. - *Scaglia toscana* (**STO**) . . . . . » 44

3.1.1.1. - Membro delle calcareniti di Dudda (**STO_4**) » 44

Litofacies di Montanare (**STO_{4a}**) . . . . . » 44

Litofacies di Poggioni (**STO_{4b}**) . . . . . » 46

PROGETTO CARG

3.1.1.2. - Membro di Monte Filoncio (**STO_6**) ..... » 48
3.1.2. - *Macigno* (**MAC**) ..... » 50
3.1.2.1. - Membro di Molin Nuovo (**MAC_1**) ..... » 52
3.1.2.2. - Membro del Poggio Belvedere (**MAC_2**) ..... » 53
3.1.2.3. - Membro di Lippiano (**MAC_3**) ..... » 55
4. - DOMINIO UMBRO-ROMAGNOLO *(G. Plesi, F. Botti, P. Bartoccini, L. Luchetti, S. Palandri)* ..... » 58
4.1. - Successione stratigrafica dell'unità tettonica Rentella *Auct.* ..... » 58
4.1.1. - *Formazione della Montagnaccia* (**REN**) ..... » 58
4.2. - Successioni stratigrafica dell'unità tettonica Umbro-romagnola ..... » 61
4.2.1. - *Calcare Massiccio* (**MAS**) ..... » 62
4.2.2. - *Corniola* (**COI**) ..... » 62
4.2.3. - *Rosso Ammonitico* (**RSA**) ..... » 63
4.2.4. - *Calcari e marne a Posidonia* (**POD**) ..... » 64
4.2.5. - *Calcari Diasprigni* (**CDU**) ..... » 64
4.2.6. - *Maiolica* (**MAI**) ..... » 64
4.2.7. - *Marne a Fucoidi* (**FUC**) ..... » 65
4.2.8. - *Scaglia Bianca* (**SBI**) ..... » 65
4.2.9. - *Scaglia Rossa* (**SAA**) ..... » 66
4.2.10. - *Scaglia Variegata* (**VAS**) ..... » 66
4.2.11. - *Scaglia Cinerea* (**SCC**) ..... » 67
4.2.12. - *Bisciaro* (**BIS**) ..... » 68
4.2.13. - *Schlier* (**SCH**) ..... » 69
4.2.14. - *Formazione Marnoso-Arenacea Umbra* (**MUM**) ..... » 70
4.2.14.1. - Membro di Casa Spertaglia (**MUM_1**) ..... » 70
4.2.14.2. - Membro di Monte Casale (**MUM_2**) ..... » 72
4.2.14.3. - Membro di Vesina (**MUM_3**) ..... » 73
4.2.15. - *Formazione Marnoso-Arenacea Romagnola* (**FMA**) ..... » 74
4.2.15.1. - Membro di Galeata-Litofacies superiore (**FMA_{4b}**) ..... » 74
4.2.15.2. - Membro di Nespoli (**FMA_8**) ..... » 76

IV - TETTONICA ..... » 77
1. - UNITÀ TETTONICA FALDA TOSCANA: ASSETTO GENERALE *(G. Plesi)* ..... » 78

PROGETTO CARG

1.1. - Le principali strutture Megascopiche e mesoscopiche dei vari Elementi tettonici della Falda toscana . . . . . » 80
1.1.1 - *Elemento Terontola* . . . . . » 80
1.1.2. - *Elemento Tuoro* . . . . . » 82
1.1.3. - *Elemento Portole* . . . . . » 83
1.1.4. - *Elemento Ansina* . . . . . » 85
1.1.5. - *Elemento Scarzola A* . . . . . » 87
1.1.6. - *Elemento Scarzola B* . . . . . » 89
1.1.7. - *Elemento Marcignano-Gioiello* . . . . . » 90
1.2. - Cosiderazioni conclusive sull'assetto strutturale dell'Unità tettonica Falda toscana . . . . . » 91
2. - L'ASSETTO STRUTTURALE DEL DOMINIO UMBRO-ROMAGNOLO *(G. Plesi)* . . . . . » 92
2.1. - Unità Tettonica Rentella . . . . . » 92
2.1.1. - *Elemento M. Rapille* . . . . . » 93
2.2. - Elementi tettonici dell'Unità tettonica Umbro-Romagnola » 93
2.2.1. - *Elemento M. Nero (Area del M. Saldo- M. Acuto-M. Gudiolo)* . . » 93
2.2.2. - *Elementi M. Nero e Pietralunga (settore nordorientale)* . . . . . » 96
3. - LE STRUTTURE DISTENSIVE E TRASCORRENTI *(A. Arcaleni, P. Bartoccini, F. Del Gaia, M. Galli, E. Preziosi, S. Tosti, F. Sabatini, T. Uffreduzzi)* . . . . . » 98
3.1. - Faglie normali immergenti a Est o verticali . . . . . » 99
3.2. - Faglie normali immergenti a Ovest . . . . . » 101
3.3. - Confronto con i dati sismici . . . . . » 101

V - ELEMENTI DI GEOLOGIA TECNICA ED APPLICATA DEI DEPOSITI CONTINENTALI . . . . . » 103
1. - INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO *(A. V. Damiani)* . . . . » 103
2. - FRANE *(A. Boscherini, G. Felicioni)* . . . . . » 106
3. - DATI GEOTECNICI *(A. Motti)* . . . . . » 109
3.1. - Sintema di Fighille . . . . . » 109
3.2. - Subsintema di Monte Rotondo . . . . . » 110
3.3. - Accumulo antropico . . . . . » 110

VI - ATTIVITA' ESTRATTIVE *(A. Motti, G. Simone)* . . . . . » 111

VII - SISMICITA' STORICA E DATI DI PERFORAZIONI PROFONDE *(A. Motti, F. Ponziani)* . . . . . » 113

PROGETTO CARG

VIII - IDROGEOLOGIA *(R. Checcucci)* . . . . . » 115
1. - UNITÀ DEI DEPOSITI ALLUVIONALI DEL F. TEVERETEVERE, T. NESTORE E T. CARPINA . . . » 115
2. - UNITÀ DEL COMPLESSO IDROGEOLOGICO DELLA SUCCESSIONE TOSCANA . . . . . » 116
3. - UNITÀ CARBONATICA DI M. ACUTO-M. TEZIO . . . . . » 116
4. - ACQUIFERI MINORI . . . . . » 117

IX - ABSTRACT . . . . . » 119
1. - QUATERNARY CONTINENTAL DEPOSITS - UBIQUITOUS UNITS . . . . . » 122
2. - PLEISTOCENE STRATIGRAPHIC UNITS (UNCONFORMITY-BOUNDED) . . . . . » 123
3. - TUSCAN NAPPE . . . . . » 124
4. - UMBRIAN SUCCESSION OF M. RENTELLA . . . . . » 125
5. - UMBRO-ROMAGNOLE SUCCESSION (M. ACUTO AND VAL DI LANA) . . . . . » 125

- BIBLIOGRAFIA . . . . . » 129

PROGETTO CARG

PROGETTO CARG

I - INTRODUZIONE

La Carta Geologica del Foglio 299 "Umbertide" è basata sui rilevamenti originali in scala 1: 10.000 condotti a partire dal 1998 nell'ambito del Progetto Cartografia Geologica della Regione dell'Umbria.

Il Foglio 299 "Umbertide" si estende fra il parallelo di S. Secondo, a nord, e quello di Castel Rigone, a sud. A ovest è limitato dal meridiano di Cortona, a est da quello di Umbertide.

Amministrativamente la maggior parte di quest'area appartiene alla Regione dell'Umbria (Provincia di Perugia), il resto alla Regione Toscana (Provincia di Arezzo).

Si tratta per lo più di un'area di alta collina, attraversata nella parte nordoccidentale dalla vasta depressione del F. Tevere. Nel settore nordorientale il reticolo idrografico è costituito dal F. Tevere e relativi affluenti, fra questi i più importanti sono il T. Nestore, il T. Minima, il T. Seano, il T. Niccone e il T. Nese sul versante destro, il T. Lana e il T. Carpina sul versante sinistro; nel settore sudoccidentale da corsi d'acqua minori affluenti del Canale Maestro della Chiana, fra cui il principale è rappresentato dal Rio di Montanare; nel settore meridionale da fossi minori affluenti del Lago Trasimeno. Le cime più alte (di 800-900 m di quota) sono allineate in direzione appenninica nella parte occidentale del foglio fra il M. Dogana e il M. Bandito. Solo il M. Castel Giudeo, lungo questo crinale, supera di poco i 1000 m; nella parte sudorientale spicca il massiccio carbonatico del M. Saldo-M. Acuto-M. Gudiolo.

Il rilevamento è stato condotto con un criterio litostratigrafico, descrivendo le varie unità riconosciute sotto forma di formazioni, membri, litofacies e strati guida. Per la definizione delle unità del Quaternario antico affiorante nei dintorni di Trestina e Montone sono state utilizzate le unità sintemiche (*unconformity-bounded*).

Di pari passo si è proceduto alla definizione delle unità tettoniche e alla loro caratterizzazione (in senso geometrico, cronologico, stratigrafico, strutturale, paleogeografico ecc.). Da un punto di vista gerarchico oltre al termine di "Unità tettonica" qui utilizzato nella sua accezione originaria come sinonimo di falda, vengono impiegati anche i termini di "Elemento tettonico" (es.: Elemento Marcignano) per indicare i raddoppi all'interno della medesima Unità tettonica o della medesima successione. Secondo la terminologia qui adottata nel concetto di Unità tettonica (es.: Falda toscana) è dunque implicito anche il concetto di alloctonia, mentre le traslazioni relative agli Elementi tettonici non comportano alloctonia: è quest'ultimo il caso degli accavallamenti che segmentano la Falda toscana e la successione umbro-romagnola; quest'ultima, non risultando accavallata su successioni di bacini più esterni, non è da considerare una Unità tettonica. Nello Schema Tettonico le varie superfici di *thrust* sono classificate in ordine gerarchico e cronologico ed è indicato il Dominio paleogeografico cui le varie successioni possono essere attribuite.

La realizzazione di questo prodotto di sintesi al 50.000 ha comportato varie revisioni e modifiche dei 10.000 originari, ad opera del Gruppo di Coordinamento, anche in relazione alle verifiche e approfondimenti di vario tipo, compiuti nelle fasi finali del rilevamento stesso. Queste modifiche sono poi state reintrodotte nei 10.000 di partenza.

Nella convinzione di realizzare uno strumento più utile, sia ai fini scientifici che pratici, nella elaborazione del 50.000 gli Autori hanno scelto di conservare al massimo il dettaglio delle carte al 10.000, anche a costo di alcune difficoltà di lettura.

Il nuovo rilevamento del Foglio 299 "Umbertide" e i vari tipi di analisi che lo hanno accompagnato, hanno permesso di affrontare su nuove basi i vari e interessanti problemi di quest'area.

Nell'area del foglio affiora uno spaccato dell'edificio appenninico che comprende dal basso: la successione umbro-romagnola; la successione del M. Rentella *Auct*. che, come spiegato nel seguito, viene attribuita alla parte marginale del Dominio Umbro; una successione di argilliti e arenarie attribuite in questa sede alla Falda toscana (Scaglia toscana e Macigno). Nella parte nordorientale del foglio affiorano infine potenti successioni pleistoceniche costituite da sedimenti fluvio-lacustri.

PROGETTO CARG

Come apparirà chiaro anche dalla esposizione successiva gli argomenti su cui maggiormente si è incentrata l'attenzione, sia nella fase di rilevamento che nelle fasi successive di revisione e approfondimento, riguardano: l'inquadramento litostratigrafico, biostratigrafico e petrografico dei deposti d'avanfossa dell'Oligo-Miocene (Macigno e Formazione Marnoso-Arenacea Umbra e Romagnola), lo studio stratigrafico della Scaglia toscana, la stratigrafia dei depositi pleistocenici, l'analisi strutturale della Falda toscana e delle successioni umbro-romagnole.

PROGETTO CARG

PROGETTO
CARG

PROGETTO CARG

II - CENNI STORICI E INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Vari A.A. si sono occupati in passato dei problemi geologici relativi all'area del Foglio 299 "Umbertide". Una breve rassegna della letteratura relativa alle successioni toscane e umbre e dei risultati dei lavori di tipo biostratigrafico, petrografico e strutturale relativi a questo settore dell'Appennino è necessaria per una migliore definizione dei problemi affrontati nel nuovo rilevamento.

Per un inquadramento generale della geologia di quest'area si può fare riferimento allo Schema Geologico semplificato dell'area del foglio e aree limitrofe, allo Schema Tettonico e alle Sezioni Geologiche allegate alla Carta Geologica.

1. - DATI E INTERPRETAZIONI STRATIGRAFICO STRUTTURALI SULLE SUCCESSIONI TOSCANE DEL FOGLIO 299 "UMBERTIDE" E AREE LIMITROFE

Gli studi relativi alle successioni toscane di quest'area e aree limitrofe (comprendenti gli "Scisti varicolori" *Auct*., il sovrastante flysch arenaceo e, in varie zone, le Marne di Vicchio) sono iniziati già nel secolo scorso (Lotti, 1899) e sono proseguiti nelle prime decadi di quello attuale (Lotti, 1926; Principi 1933; Renz 1936a; Signorini, 1936, 1941).

Essi hanno avuto all'inizio carattere prevalentemente stratigrafico-micropaleontologico e hanno condotto ad ipotizzare il sovrascorrimento delle medesime successioni sulla "Serie umbra" *Auct*. considerata autoctona.

Nel suo lavoro di sintesi sulla Geologia dell'Appennino settentrionale MERLA (1951) ha considerato gli scisti varicolori come appartenenti alla formazione della Scaglia toscana, le sovrastanti arenarie sono state attribuite al Macigno.

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

Successivamente, 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 che affiora fra il Pratomagno e il Lago Trasimeno come una unità differenziabile dalla successione toscana affiorante 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 le formazioni che, nella opinione degli A.A. stessi, avrebbero rappresentato la parte alta della successione toscana, cioè la "Formazione di Pievepelago" e le Arenarie del M. Cervarola. Anche i Geologi di Firenze (a partire da BORTOLOTTI *et alii*, 1970) hanno interpretato la successione del Pratomagno-Trasimeno come estesamente costituita dalle Arenarie del M. Cervarola, legate direttamente al Macigno, alle Arenarie del M. Falterona (ABBATE & BRUNI, 1989) o del Falterona-Trasimeno (Carta Strutturale dell'Appennino Settentrionale). 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 Falterona e del Trasimeno, e di BOSCHERINI *et alii* (1982) che hanno parlato esplicitamente di "Complesso Scisti varicolori - Arenarie del Cervarola".

In tempi ancora più recenti si è tornati ad una certa prudenza interpretativa: la successione del Trasimeno è stata definita "toscana", senza ulteriori più precise proposte di correlazione a scala regionale, da DAMIANI *et alii* (1983), DAMIANI & PANNUZI (1985), DAMIANI *et alii* (1989), o ad affinità toscana DAMIANI & TUSCANO (1982), DAMIANI *et alii* (1997). Alcuni lavori degli anni '90 (COSTA *et alii*, 1991; 1997), hanno infine mostrato, con nuovi dati di tipo biostratigrafico e petrografico, che le successioni toscane dell'area compresa fra il Pratomagno e il Lago Trasimeno sono confrontabili per età e composizione petrografica al Macigno delle aree più interne e delle sezioni più settentrionali della catena (COSTA *et alii*, 1993; 1997).

In accordo con le opinioni di questi ultimi A.A., e con i nuovi dati scaturiti dal rilevamento, le formazioni Rupeliano-Aquitaniane di tipo toscano estesamente affioranti nella parte occidentale del Foglio 289 "Città di Castello" (rilevato ex novo nell'ambito del Progetto CARG e attualmente in corso di stampa; PIALLI *et alii*, in stampa) sono state attribuite alla Scaglia toscana e Macigno.

PROGETTO CARG

I dati raccolti durante il rilevamento di campagna e le relative analisi stratigrafiche e petrografiche hanno mostrato che:

- La Scaglia toscana consiste di due membri riferibili al membro di Dudda (suddivisa in due litofacies) e al membro di M. Filoncio. Dal basso, essi sono costituiti da: un alternanza di strati calcareo-marnosi e calcarenitico-marnosi (litofacies di Montanare), argilliti rosse e grigie con strati di calcareniti a macroforaminiferi (litofacies di Poggioni); argilliti varicolori con straterelli siltitici. Le analisi biostratigrafiche hanno permesso di definire per queste formazioni un'età eocenica-oligocenica (dalla Biozona NP11 fino alla Biozona MNP25b).
- Nel sovrastante flysch arenaceo (Macigno) sono stati distinti tre membri. Dal basso: membro di Molin Nuovo, membro del Poggio Belvedere e membro di Lippiano.

Il membro di Molin Nuovo è costituito da torbiditi arenacee a grana grossolana e in strati spessi generalmente amalgamati, ed ha età chattiana (MNP25a?-MNP25b).

Il membro del Poggio Belvedere è costituito da alternanze di torbiditi a grana fine in strati sottili e medi e pacchi di torbiditi più grossolane in strati spessi. Ci sono megastrati di torbiditi calcarenitico-marnose. Il membro del Poggio Belvedere ha età chattiano-aquitaniana (MNP25a-MNN1b).

Il membro di Lippiano è normalmente costituito da torbiditi sottili a grana fine e da megatorbiditi calcarenitico-marnose (fra cui lo Strato Col de Mura).

Il membro ha età aquitaniana (MNP25b-MNN1d).

L'analisi petrografica modale di queste areniti ha mostrato una composizione media delle areniti Q52F32L+CE16. Per la composizione dei frammenti litici a grana fine, è stato possibile individuare un trend caratterizzato da un generale arricchimento di frammenti litici metamorfici e decremento di frammenti litici vulcanici nelle arenarie presenti nella parte alta della successione del Macigno. In particolate nei Membri di Molin Nuovo e Poggio Belvedere il contenuto di metamorfiti a grana fine varia dal 64% al 90% mentre nel membro di Lippiano è compresa tra 85% e 91%. Questi risultati sono confrontabili con quelli presentati da Andreozzi & Di Giulio (1994) Costa *et alii* (1992-1993-1997), Plesi *et alii* (1998-2000) per le arenarie del Macigno affioranti in altri settori dell'Appennino settentrionale.

I dati precedentemente esposti hanno permesso di escludere che la formazione torbiditica descritta possa essere correlata, anche parzialmente, con le Arenarie del M. Cervarola delle aree tipo. Le Arenarie del M. Cervarola (Chicchi & Plesi, 1992; Plesi *et alii*, 2000, Botti *et alii*, 2002) hanno infatti (in tutte le sezioni finora studiate), caratteri litostratigrafici diversi da quelli della successione di queste zone, età burdigaliana (MNN3a-MNN3b) e un contenuto in frammenti litici sedimentari a grana fine più alto di quello delle arenarie campionate nell'ambito di questo foglio e aree adiacenti.

PROGETTO CARG

Al tetto della successione già descritta, nella parte più occidentale del Foglio 289 "Città di Castello" compaiono le Arenarie di Celle (MNN1d) che sono risultate petrograficamente analoghe al Macigno e sono state considerate come tetto stratigrafico di questa formazione.

Sempre nell'area del suddetto foglio, in discordanza sulla parte alta del Macigno (membro di Lippiano) e sulle Arenarie di Celle, giace infine la formazione delle Marne di Vicchio sedimentata in un intervallo di tempo compreso fra la fine dell'Aquitaniano e la parte inferiore del Burdigaliano (MNN1d-MNN3b). Queste marne sono state interpretate come un deposito *piggy-back*, sedimentato al tetto della successione toscana, mentre quest'ultima si stava accavallando sopra il Dominio Umbro.

Da un punto di vista strutturale le formazioni toscane di quest'area sono state attribuite alla parte più esterna della Falda toscana, la cui messa in posto sulle successioni umbre può essere fissata al Burdigaliano medio (circa 18 milioni di anni fa in termini assoluti) considerato che la stessa è sovrascorsa su una Formazione Marnoso-Arenacea Umbra (MUM_1) la cui età è riferibile alla parte inferiore del Burdigaliano (Biozona MNN3b) e che tale accavallamento è sigillato dalla Formazione di M. S. Maria Tiberina (deposta nella parte marginale interna del Dominio Umbro) la cui base è attribuibile alla Subzona MNN4a (parte alta del Burdigaliano). Nell'area considerata la Falda toscana si compone di quattro Elementi tettonici principali con una spaziatura di alcuni km e vergenza a NE. Almeno i più interni di essi hanno probabilmente il significato di *horses* di una più ampia struttura *duplex* attualmente erosa, in cui il *roof thrust* corrisponde alla superficie di base dell'Insieme Ligure. Le direzioni di movimento misurate sulle varie superfici di *thrust* si aggirano intorno a N45. Tutti i *thrust* sono normalmente associati a pieghe, in genere rovesciate. Alcuni di essi danno luogo anche a scaglie tettoniche minori di dimensioni ettometriche o chilometriche. Le pieghe legate ai *thrust* hanno una direzione più appenninica negli Elementi più interni e più meridiana negli Elementi più esterni.

2. - DATI E INTERPRETAZIONI STRATIGRAFICO-STRUTTURALI SULLE SUCCESSIONI UMBRE DEL FOGLIO 299 "UMBERTIDE" E AREE LIMITROFE

L'area del Foglio 299 "Umbertide" propone situazioni stratigrafiche e tettoniche interessanti anche per lo studio delle successioni umbre, estesamente affioranti con buone esposizioni al M. Acuto-M. Gudiolo e nella parte nordorientale del foglio (nelle Valli dei T. Lana e Carpina), a partire dalla formazione del Calcare Massiccio e fino a comprendere parte della Formazione Marnoso-Arenacea Romagnola.

PROGETTO CARG

Da un punto di vista storico l'attenzione degli A.A. si è concentrata soprattutto sullo studio della sezione meridionale del foglio, passante per la trasversale del M. Acuto.

Sono in questo senso da citare i lavori pionieristici, a carattere biostratigrafico, di Renz (1933, 1936b) che, sulla base dell'analisi dei foraminiferi, ha definito in modo abbastanza preciso le età dei vari termini della successione umbra di quest'area. Informazioni a carattere stratigrafico e strutturale relativi alla stessa zona sono anche contenute nei lavori di Boscherini *et alii* (1982) e di Cerrina Feroni *et alii* (1993).

Se oltre ai lavori relativi alla trasversale del M. Acuto si considerano anche quelli relativi alle aree limitrofe (dei Massicci Perugini, in settori più meridionali, e della parte occidentale del Foglio 289 "Città di Castello") i dati e le interpretazioni più importanti a proposito delle successioni umbre possono essere riassunti come segue.

Nella cartografia geologica ufficiale al 100.000 e in lavori collaterali vari AA. (Es.: Jacobacci *et alii*, 1970; Centamore & Chiocchini, 1985) hanno ipotizzato che la Formazione Marnoso-Arenacea e il "Macigno del Mugello" fossero da ritenere di età Langhiana e in rapporti di eteropia. La Sezione geologica n°1 del Foglio 115 "Città di Castello" scala 1:100.000 è espressione di tale visione "autoctonista": la zona di separazione fra il Dominio Toscano e il Dominio Umbro è posizionata in corrispondenza dell'anticlinale di M. S. M. Tiberina e, più in generale, lungo l'allineamento Erchi-S. Martino-Poggio Colcellone.

Ad est di tale allineamento, nei lavori degli anni 70-80, è stata riconosciuta una successione costituita da:

a) un'unità marnoso-calcareo-silicea contenente a varie altezze stratigrafiche selci scure listate ed episodi vulcanoclastici;
b) un'unità prevalentemente marnosa ma interessata da una potente intercalazione di calcareniti bioclastiche grossolane ("Calcareniti di Erchi" di De Feyter, 1982);
c) una successione pelitico-arenacea torbiditica.

Vari Autori hanno ritenuto tali unità in regolare successione stratigrafica e le hanno riferite al Dominio Umbro, quindi ad una successione di tipo Bisciaro-Schlier-Formazione Marnoso-Arenacea in continuità di sedimentazione sopra la Scaglia Cinerea.

La ricostruzione che De Feyter (1982) ha fornito per quest'area è sensibilmente differente da quella sopra descritta, sia dal punto di vista stratigrafico che da quello strutturale. Questo A. ha ipotizzato infatti che le marne calcareo-selcifere dell'unità "a", di età Miocenica inferiore, siano da attribuire al Dominio Toscano e siano poste in posizione stratigrafica intermedia fra le "argille varicolori" e le "Arenarie di Lippiano" (corrispondenti nella nostra opinione alla

PROGETTO CARG

parte superiore del Macigno). In corrispondenza dell'allineamento Poggio di Montriolo - Monte Santa Maria Tiberina - Trevine, tale successione sarebbe sovrascorsa sull'"Unità di M. Nero" (Ten Haaf & Van Wamel, 1979), considerata come la più interna unità di pertinenza umbra, che comprenderebbe, dal basso, le "Calcareniti di Erchi", le "Marne di Gattanera" e le "Arenarie di M. Ranco nuovo".

Centamore & Chiocchini (1985) e Chiocchini *et alii* (1986) non sono entrati direttamente nel merito dei rapporti fra successione toscana e successione umbra; hanno tuttavia concordato con Jacobacci *et alii* (1970) nell'attribuire al Dominio Umbro la successione marnoso-selcifera di M. S. Maria Tiberina. Hanno ritenuto inoltre che la stratigrafia dell'"Unità di M. Nero" cui è stata generalmente riferita anche la successione torbiditica ad est di M. S. Maria Tiberina (De Feyter *et alii*, 1990; Delle Rose *et alii*, 1990; Delle Rose *et alii*, 1991), si differenziasse dalla Formazione Marnoso-Arenacea Romagnola posta in posizione più esterna solo nel membro inferiore (membro a torbiditi arcosiche, noto anche come "successione dell'Alpe della Luna"). Per ciò che riguarda la porzione superiore della successione l'appartenenza ad uno stesso bacino sarebbe dimostrata dalla comune presenza dello Strato Contessa.

Amorosi *et alii* (1994) hanno analizzato da un punto di vista lito e biostratigrafico numerose sezioni riferibili alla formazione del Bisciaro nel settore umbro-marchigiano settentrionale e hanno inserito fra queste la successione marnoso-calcareo-silicea di M. S. Maria Tiberina, senza approfondire il problema dei rapporti con le formazioni sopra e sottostanti.

Il rilevamento del Foglio 289 "Città di Castello" ha costituito l'occasione per una profonda revisione della stratigrafia delle successioni umbre e per una nuova interpretazione strutturale.

In particolare nella parte occidentale del foglio è stata definita e cartografata in dettaglio la Formazione di M. S. Maria Tiberina. Essa è rappresentata da una successione marnoso-calcarenitico-silicoclastica, di età compresa fra la parte alta del Burdigaliano e il Serravalliano. Nella località tipo la Formazione di M. S. Maria Tiberina poggia in discordanza sulle Marne di Vicchio, che formano il tetto delle successioni costituenti le propaggini esterne della Falda toscana; più a oriente la stessa formazione giace invece in concordanza sulla parte inferiore del primo membro della Formazione Marnoso-Arenacea Umbra (membro di Casa Spertaglia-MUM_1).

Nell'ambito della Formazione di M. S. Maria Tiberina sono stati distinti quattro membri in regolare successione che, dal basso verso l'alto, sono i seguenti: membro di S. Lorenzo (SMT_1), membro di Serrone (SMT_2), membro di Poggio Strada (SMT_3) e membro di Talacchio (SMT_4). La Formazione di M. S. Maria Tiberina risulta tempo-equivalente ed eteropica della parte langhiano-

PROGETTO CARG

serravalliana delle Formazioni Marnoso-Arenacea Umbra e Romagnola. Essa può essere interpretata come un deposito corrispondente alla parte più interna del Dominio Umbro in parte deposto sul fronte della Falda toscana dopo il sovrascorrimento della stessa sul margine interno delle successioni umbre.

Sempre nel Foglio 289 "Città di Castello" la Formazione Marnoso-Arenacea *Auct*. (1300 m di spessore circa) è stata suddivisa in due unità stratigrafiche: la Formazione Marnoso-Arencea Umbra, corrispondente alla parte inferiore della successione terrigena, di età burdigaliano-langhiana e la Formazione Marnoso-Arenacea Romagnola, corrispondente alla parte superiore, e più esterna della successione, di età langhiano-serravalliana. La Formazione Marnoso-Arenacea Umbra che affiora nell'elemento tettonico più interno (Elemento M. Nero) è costituita da una potente sequenza torbiditica, arenacea o pelitico-arenacea, in cui si osservano areniti a composizione variabile da silicoclastica ad arcosica, da carbonatica ad ibrida (vedi anche: CENTAMORE & CHIOCCHINI, 1985; PAGANELLI & ZUFFA, 1991) in relazione a diverse aree di alimentazione: dal basso sono stati distinti i Membri di Case Spertaglia, di M. Casale e di Vesina.

Il membro di Casa Spertaglia (MUM_1) (700 m) è stato suddiviso in cinque litofacies:

- la litofacies MUM_{1a} (180 m), in continuità stratigrafica sullo *Schlier*, è caratterizzata dalla netta prevalenza di torbiditi silicoclastiche pelitico-arenacee in strati sottili e medi, alimentate da NW, e da sporadiche torbiditi la cui base è costituita da areniti ibride, alimentate da SE o da W-SW; il rapporto A/P è compreso tra 1/4 ed 1/8.
- la successiva litofacies MUM_{1b} (circa 50 m) è caratterizzata da una successione monotona di marne siltose grigio-chiare, in strati spessi o banchi. Tale litofacies è stata in passato riferita allo *Schlier*.
- la litofacies MUM_{1c} (350 m), simile alla litofacies MUM_{1a} è costituita da prevalenti torbiditi pelitico-arenacee a composizione silicoclastica, rare torbiditi a base arenitica ibrida e calcareniti in strati da sottili a medi.
- la litofacies MUM_{1d} (circa 90 m) è caratterizzata dalla prevalenza di torbiditi a composizione ibrida e carbonatica sulle torbiditi silicoclastiche di apporto alpino. Le calcareniti hanno granulometria basale grossolana, occasionalmente ruditica, e spessore compreso tra 20 cm e 4 m (ricorrenti le Facies F5 ed F6 di Mutti, 1992). Dal punto di vista della composizione petrografica queste calcareniti risultano in tutto simili a quelle del membro di S. Lorenzo della Formazione di M. S. Maria Tiberina, con le quali è stata verificata anche la corrispondenza dal punto di vista biostratigrafico. Sono presenti sporadicamente strati sottili di marne silicee grigio-scure.
- la litofacies MUM_{1e} è caratterizzata dalla brusca scomparsa degli apporti calcarenitici e dal progressivo incremento della parte arenitica nelle torbiditi silicoclastiche ed ibride.

PROGETTO CARG

La parte basale del membro di Casa Spertaglia può essere riferita alla biozona MNN3a (parte intermedia Burdigaliano). La porzione sommitale della litofacies MUM_{1d}, può essere attribuita alla Zona MNN4b (Langhiano inferiore).

Il membro di Monte Casale (MUM_2) (300m) è caratterizzato da strati spessi o molto spessi di arenarie arcosiche e arcosico-litiche, frequentemente amalgamate. Il rapporto A/P è sempre molto maggiore di 1. Le rare impronte di fondo (*flute cast*) rilevate, indicano una provenienza dei flussi torbiditici da S-SW. In tutto il membro gli apporti arenacei non arcosici (areniti ibride) sono molto rari; di particolare interesse, fra queste, è uno strato di circa 2,5 m di spessore presente dentro la parte bassa del membro, noto in letteratura come Strato Fiume (Coccioni *et alii*, 1994). Gran parte di questo membro è compreso dentro la zona MNN4b (Parte inferiore del Langhiano). La parte sommitale è riferibile alla biozona MNN5a (Langhiano *p.p.*).

Il membro di Vesina (MUM_3) (spessore complessivo di circa 310 m) è caratterizzato dall'alternanza di areniti silicoclastiche, in strati da sottili a medi, a granulometria fine, e di peliti marnose. Alle torbiditi sono frequentemente intercalati livelli, da decimetrici a pluridecimetrici, costituiti da una marna siltosa grigio-chiara, biancastra all'alterazione superficiale. Livelli simili a questi sono stati da alcuni A.A. (Es.: Mutti & Ricci Lucchi, 1972) interpretati come depositi emipelagici. A circa 250 m dalla base è presente un megastrato guida caratterizzato alla base dalla presenza di un'arenite ibrida, Strato Poggio La Rocca (pr), spesso circa 10m**.** Lo Strato Poggio La Rocca può essere correlato con lo Strato Palazzetto descritto nel membro di Poggio Strada della Formazione di M. S. Maria Tiberina. Questo membro si sviluppa dentro la zona MNN5 (Langhiano).

La Formazione Marnoso-Arenacea Umbra passa verticalmente e lateralmente ai depositi terrigeni della Formazione Marnoso-Arenacea Romagnola rappresentati nella parte orientale del Foglio 289 "Città di Castello" e in aree ancora più esterne dell'Appennino umbro-romagnolo (Es.: Foglio 254 "Modigliana"). Si tratta di una successione spessa circa 1500-1600m, complessivamente più pelitica della Formazione Marnoso-Arencea Umbra. Vi sono stati distinti il membro di Galeata, il membro di Nespoli (FMA_8), membro di Civitella (FMA_9) (quest'ultimo non è stato riconosciuto nell'area del Foglio 299 "Umbertide".

Il membro di Galeata (FMA_4) (1200m) è stato suddiviso in due parti corrispondenti alle porzioni di successione rispettivamente sotto e sovrastanti lo Strato Contessa. Sia nell'area umbra che nell'area romagnola lo Strato Contessa (cs) è caratterizzato da una parte basale arenitica a composizione ibrida, potente circa 6 m, e da una "coda" marnosa di circa uguale spessore. Le determinazioni biostratigrafiche effettuate indicano una sua collocazione al tetto della Subzona MNN5b, in prossimità del limite Langhiano-Serravalliano. Lo Strato Contessa sembra confrontabile petrograficamente con lo Strato Le Cime della Formazione di M. S.

PROGETTO CARG

Maria Tiberina. La successione pre-Contessa (litofacies FMA_{4a}) è contraddistinta dall'alternanza di strati torbiditici sia silicoclastici (alimentati prevalentemente da NW) che a composizione ibrida, calcareo-silicoclastica (alimentati dai quadranti meridionali), di spessore medio e alto. La successione post-Contessa (litofacies FMA_{4b}) è caratterizzata dalla notevole abbondanza di strati calcarenitici (le ben note "Colombine" della letteratura, Ricci Lucchi & Pialli, 1973) di spessore compreso tra i 10 cm ed oltre 3 m, intercalate ad areniti alimentate da NW e ad areniti ibride.

Nella porzione sommitale del membro, si osserva un generale aumento della porzione pelitica e presenza dello Strato Val di Pierle (vp), ben riconoscibile perchè sempre associato ad un banco di arenaria di provenienza alpina, spesso 4 m e posto circa 20 m più in basso. In prossimità del tetto del membro sono stati rilevati, in località Castiglione, diversi livelli da *slumping*. L'intervallo che comprende la litofacies FMA_{4a} con le prime calcareniti poste nei primi 100-150 m sopra lo Strato Contessa è riferibile alla Subzona MNN5b (parte alta del Langhiano). La litofacies FMA_{4b}, poco sopra lo Strato Contessa, può essere attribuita alla Subzona MNN6b. La porzione sommitale del membro, è stata riferita alla biozona MNN7, parte inferiore (Serravalliano superiore).

Sempre per quel riguarda le successioni umbre va infine citato il lavoro di Brozzetti *et alii* (2000) relativo alla successione del M. Rentella (Signorini, I967) nell'area dei Massicci perugini. In questo lavoro, i cui risultati saranno discussi in seguito, viene avanzata fra le altre l'ipotesi che la successione del M. Rentella possa essere correlata con quella del M. Cervarola.

Per ciò che si riferisce agli studi petrografici relativi alle unità umbre di zone vicine al Foglio 299 "Umbertide", le areniti della Formazione Marnoso-Arenacea Umbra della zona Sansepolcro-Bocca Trabaria, sono per lo più arcosi con una composizione principale poco dispersa attorno ad un valore medio di Q54 F40 L6 e composizione media dei frammenti litici a grana fine Lm49 Lv14 Ls37 (Costa *et alii*, 1991).

Centamore & Chiocchini (1985) e Chiocchini *et alii* (1986) hanno riconosciuto, nelle unità torbiditiche nella parte inferiore-media della Formazione Marnoso-Arenacea Umbra, affioranti tra M. S. Maria Tiberina e il Passo della Calla e nelle Arenarie di Celle, due tipi di apporti torbiditici trasversali con provenienza occidentale:

- un apporto rappresentato da torbiditi calcareo-organogeno-silicatiche caratterizzate dalla prevalenza di bioclasti derivati dall'erosione di un altofondo carbonatico, mescolato, durante il percorso, con materiale detritico eroso dal fondo;

PROGETTO CARG

- un apporto arcosico ("Arenarie di Celle-Lerchi") derivato dall'erosione di rocce granitiche *s.l.*. Le arenarie della Formazione Marnoso-Arenacea Umbra sono, secondo gli A.A., delle subarcosi, alimentate in prevalenza da rocce metamorfiche ed in minor misura da rocce granitiche e carbonatiche.

A questo proposito va notato che, come specificato avanti, le Arenarie di Celle non appartengono alla successione umbra e che le arenarie del membro di M. Casale, che in letteratura (CHIOCCHINI *et alii*, 1986) sono state considerate l'equivalente distale delle Arenarie di Celle, sulla base delle analisi eseguite durante il rilevamento del Foglio 289 "Città di Castello", risultano diverse dalle Arenarie di Celle, essendo caratterizzate da un maggior contenuto in k-feldspato ed in frammenti litici sedimentari a grana fine.

Come già accennato in precedenza la successione umbra affiorante nell'area del Foglio 289 "Città di Castello" è suddivisa in due Elementi tettonici principali: gli Elementi M. Nero e Pietralunga, definiti dalle due principali superfici di sovrascorrimento che raddoppiano la successione stessa in quest'area.

PROGETTO CARG

PROGETTO CARG

III - STRATIGRAFIA

1. - METODI DI ANALISI PETROGRAFICA E BIOSTRATIGRAFICA

Per le analisi petrografiche eseguite sulle areniti dei flysch oligo-miocenici (Macigno, Formazione Marnoso-Arenacea Umbra e Romagnola) sono stati adottati i seguenti metodi: l'analisi modale è stata condotta al microscopio ottico tramite conteggio per punti; su ogni campione, dove necessario, è stato effettuato un doppio conteggio. Il primo esteso a tutti i costituenti della roccia solida (ossatura + interstizio) protratto fino a caratterizzare almeno 250-300 grani essenziali dell'ossatura; sulla base di questo primo conteggio è stata ricalcolata la Composizione Principale (espressa in forma di parametri NCE-CE-CI+NCI, Q-F-L+CE, Q-P-K e relativi diagrammi); il secondo conteggio ha invece riguardato i soli frammenti di roccia a tessitura fine (costituiti da cristalli < 0.062 mm) ed è stato protratto fino a caratterizzare almeno 200 di tali frammenti; sulla base di tali dati è stata ottenuta la Composizione della Frazione Litica dell'ossatura espressa in forma di parametri Lm-Lv-Ls+CE (frammenti di rocce metamorfiche, vulcaniche, sedimentarie) e relativo diagramma; l'analisi di tale frazione dell'ossatura ha avuto lo scopo di evidenziare le sottili differenze esistenti tra le areniti dei diversi sedimenti dell'avanfossa appenninica. Per maggiori informazioni sul significato dei parametri adottati e delle classi composizionali usate si rimanda a Zuffa (1980, 1985, 1987), Di Giulio & Valloni (1992), Costa

et alii (1993, *cum bibl.*). Le sezioni sono state colorate per la distinzione dei k-feldspati e dei plagioclasi e per la distinzione delle fasi carbonatiche.

Nelle sezioni stratigrafiche misurate del Foglio 299 "Umbertide", è stato analizzato un elevato numero di campioni per lo studio biostratigrafico basato sui nannofossili calcarei. Nella parte occidentale del foglio sono stati anche raccolti campioni per l'analisi dei foraminiferi planctonici.

L'analisi dei foraminiferi è stata eseguita mediante residui di lavaggio per i litotipi incoerenti o semincoerenti, secondo le metodologie *standard* e mediante sezioni sottili per i litotipi coerenti quali le calcareniti. Lo stato di preservazione dei foraminiferi planctonici è da scarso a mediocre essendo gli esemplari sempre completamente ricristallizzati, spesso con tracce di dissoluzione sinsedimentaria e deformazione diagenetica. Ciò ha reso difficile l'identificazione tassonomica specialmente quando basata su caratteri diagnostici facilmente obliterabili, quali le aperture secondarie nel genere *Globigerinoides*, l'ultrastruttura del guscio, la presenza di bulle ecc.. Le forme di dimensioni al di sotto di 150 μm, come ad esempio *Paragloborotalia kugleri* che presenta variazioni dimensionali ridotte nel materiale esaminato, sono le più soggette a dissoluzione, ma sono anche quelle di maggiore valore biostratigrafico. Le calcareniti analizzate in sezione sottile sono dei *packstone* a macroforaminiferi e resti di altri invertebrati di piattaforma carbonatica e di alghe corallinacee. La frazione più fine è costituita da un fango a foraminiferi planctonici per lo più indeterminabili e piccoli frammenti di macroforaminiferi. Le associazioni a macroforaminiferi risultano in genere coeve delle associazioni a foraminiferi planctonici associate. Per i foraminiferi planctonici dell'Oligocene si è fatto riferimento alla zonazione *standard* di Blow (1969). Per il Miocene le biozone di Blow (1969) sono state integrate sia con la suddivisione in sottozone di Berggren *et alii* (1995) e Berggren & Miller (1988), sia con la zonazione del Miocene Mediterraneo di Iaccarino & Salvatorini (1982) e Iaccarino (1985).

Facendo riferimento a Iaccarino (1985) le principali associazioni biostratigrafiche sono state utilizzate per l'interpretazione cronologica nel modo seguente:

- L'associazione a *Globigerinoides trilobus* e *Globigerinoides bisphaericus* come indicativa del Burdigaliano. L'attribuzione di questa associazione alla parte superiore del Burdigaliano può essere dubbia se nell'associazione non compare *Catapsydrax dissimilis dissimilis*, specie comunque molto rara nella parte superiore del suo *range* stratigrafico, come anche indicato da Damiani *et alii* (1997).
- Le associazioni a *Praeorbulina* come riferibili al Miocene medio, e in particolare il limite Burdigaliano/Langhiano; quelle a *Orbulina suturalis* come indicative della parte media del Langhiano; la presenza di *Orbulina universa* come indicativa di un intervallo che si può estendere dal Langhiano

PROGETTO CARG

superiore al Serravalliano. Nell'attuale revisione dello stratotipo del Serravalliano e secondo la proposta di Rio *et alii* (1997), l'inizio del Serravalliano non può coincidere con la prima comparsa di *O. universa*, che è già presente al di sotto del limite inferiore dello stratotipo, ma sulla ultima comparsa di *Sphenolitus heteromorphus.*

La presenza di *Praeorbulina* nelle associazioni a foraminiferi planctonici risulta quindi l'indicatore più importante per la distinzione del Miocene inferiore e medio. Nel presente lavoro per Burdigaliano inferiore si intende l'intervallo anteriore alla LCO di *Catapsydrax dissimilis dissimilis*, alla FO di *G. bisphaericus* e alla FO di *Sphenolithus belemnos*.

Per Burdigaliano medio si intende la parte alta della Zona N5 e N6 caratterizzata dalla presenza comune di *G. trilobus* in associazione con rari *G. bisphaericus* e rari *C. dissimilis dissimilis*; per quanto riguarda i nannofossili esso è definito dalle biozone MNN3a e MNN3b caratterizzate dalla prima presenza ed ultima presenza comune di *S. belemnos* in associazione con rari *Reticulo Fenestra pseudoumbilicus* >7μm e, nella porzione superiore, con rari *S. heteromorphus*. Per Burdigaliano superiore si intende la Zona N7 dove si registra la scomparsa di *C. dissimilis dissimilis* e dove non è ancora comparso il taxon *Praeorbulina*; per i nannofossili questo intervallo è definito dalla comparsa comune di *S. heteromorphus* e, nella parte superiore, dalla LCO di *Helicosphaera ampliaperta*.

Per quello che riguarda il limite Langhiano/Serravalliano è stato tenuto conto della proposta di Rio *et alii* (1997) che basandosi sulla LO di *S. heteromorphus*, lo hanno collocato dentro la Zona N10 (Chron C5ABr, secondo Berggren *et alii*, 1995).

Per la definizione biostratigrafica dei macroforaminiferi è stata utilizzata la biozonazione dell'Oligo-Miocene recentemente proposta da Cahuzac & Poignant (1997). L'interpretazione paleoambientale basata sui foraminiferi bentonici fa principalmente riferimento alla distribuzione paleobatimetrica proposta da van Morkhoven *et alii* (1986).

L'analisi dei nannofossili calcarei è stata effettuata su *smear slides* al microscopio ottico polarizzatore a 1250 ingrandimenti, sia a nicols paralleli che a nicols incrociati. Lo studio delle associazioni a nannofossili calcarei è stato condotto eseguendo due tipi di conteggio:

- un primo conteggio relativo a forme significative entro un numero totale di 300 individui;
- un secondo conteggio relativo a forme significative entro un numero prefissato di individui, appartenenti allo stesso genere (percentuale di distribuzione di *S. heteromorphus* rispetto a 50 sphenoliti, oppure 20, nel caso di associazioni impoverite).

PROGETTO CARG

L'utilizzo di una metodologia quantitativa si rende necessaria quando occorre individuare, nell'ambito di una sequenza verticale di campioni, le variazioni di frequenza sia in senso positivo che negativo. Uno dei principali obiettivi dei metodi quantitativi è la discriminazione, in seno all'associazione totale, delle forme derivanti dal rimaneggiamento di sedimenti preesistenti.

Gli schemi biostratigrafici utilizzati per i nannofossili calcarei sono quelli recentemente proposti da Fornaciari & Rio (1996) e da Fornaciari *et alii* (1996) da Catanzariti & Rio, 1997 (in Catanzariti *et alii*, 1997) per l'Oligo-Miocene dell'area Mediterranea, codificate con le sigle MNP (Mediterranean Nannoplancton Paleogene), MNN (Mediterranean Nannoplancton Neogene) seguite da un numero progressivo. Relativamente all'intervallo Paleocene-Eocene medio si è fatto riferimento agli schemi biozonali di Martini (1971) e di Sissingh (1977) codificate, rispettivamente, con le sigle NP, NN (Nannoplancton Paleogene e Nannoplancton Neogene) e CC (Coccolithus Cretaceous), seguite da un numero progressivo.

I bioeventi relativi ai *taxa* di ogni singolo gruppo fossile qui considerato e la loro relativa biozonazione definiscono lo schema biostratigrafico illustrato nelle Tabelle 1 e 2.

Lo schema cronostratigrafico è quello proposto da Berggren *et alii* (1995). Nella tabella sono riportate la Scala Cronometrica espressa in milioni di anni (Ma), la Scala delle Inversioni di Polarità del campo magnetico terrestre (GPTS) e la Scala Cronostratigrafica globale standard (SCG). Queste scale sono state correlate con quelle bio-cronostratigrafiche basate sui formaminiferi planctonici, macroforaminiferi e nannofossili calcarei. Agli schemi bio-cronostratigrafici sono state affiancate le successioni dei relativi bioeventi.

2. - SUCCESSIONI CONTINENTALI

Questi depositi quaternari sono stati distinti in "unita' stratigrafiche sintemiche (= *unconformity bounded*)" ed in "unità stratigrafiche non distinte in base al bacino di appartenenza". Mentre per i primi depositi, una volta indicati dagli A.A. come "lacustri villafranchiani" ed affioranti esclusivamente nel bacino del F. Tevere è stato possibile adottare la recente normativa stratigrafica sintemica (III.2.1. a cura di A.V. Damiani), per i secondi depositi, essenzialmente non-lacustri ed affioranti sia nel suddetto bacino che in quelli della Val di Chiana e del Lago Trasimeno, al fine di non creare ulteriori denominazioni, ma, soprattutto, per facilitarne le correlazioni, si è preferito seguire la tradizione (III.2.2. A. Boscherini & A.V. Damiani).

Entrambi i tipi di unità verranno descritti procedendo dal basso verso l'alto.

PROGETTO CARG

2.1.- Unita' stratigrafiche quaternarie sintemiche (= unconformity bounded) del Supersintema Tiberino (**ST**)

Queste descrizioni sono basate sulle Relazioni fornite dai rilevatori (A. Arcaleni, P. Bartoccini, F. Del Gaia), relativamente alle rispettive sezioni rilevate, integrate, però, da numerosi specifici sopralluoghi, anche congiunti, da parte dello scrivente. Si coglie occasione di ringraziare la Dott.ssa P. Argenti, del Dipartimento di Scienze della Terra dell' Università di Perugia, per le numerosi segnalazioni di faune fossili a mammiferi rinvenute nella zona e per i numerosi aggiornamenti. Nella descrizione di ciascuna unità, si è cercato di procedere da nord verso sud. Inoltre, al fine di facilitare la reperibilità dei toponimi citati, si indica nel testo, fra parentesi quadra, il numero della sezione topografica (alla scala 1:10.000, fig. 1) entro cui ciascuno di essi ricade (ad es.[070]).

Nel Supersintema Tiberino (ST) sono stati distinti 3 Sintemi (S. di Fighille, S. di Citerna, S. di Pian di Nese), 2 Subsintemi e 3 litofacies.

010 S.M. Rassinata	020 Morra	030 Trestina	040 Montone
050 Tornia	060 S. Leo Bastia	070 Calzolaro	080 Umbertide
090 Montalla	100 Mercatale	110 S.Andrea di Sorbello	120 Monte Acuto
130 Tuoro sul Trasimeno	140 Lisciano Niccone	150 Preggio	160 S.Giovanni del Pantano

Fig. 1 - *Schema delle Sezioni a scala 1:10.000 presenti nel Foglio 299 Umbertide.*

2.1.1. - *Sintema di Fighille* (**FHL**)

In destra del F. Tevere questo sintema affiora solamente nella estrema porzione settentrionale della Sezione Trestina [030], a sud del Torrente Aggia. Più a est - cioè in sinistra del F. Tevere- il sintema è presente sia in [040] che in [080]. In [040] il tetto del sintema giunge solo ad affiorare al piede occidentale dei rilievi collinari, nei punti di minor quota (circa 300 m s.l.m.) come osservabile nelle ex cave di C. Rancale e di Promano, ormai riambientate; invece, nella porzione più orientale della stessa sezione, nel tratto compreso fra i fossi Rancale e Lucestro, costituisce una estesa fascia di affioramenti, con il tetto circa a q. 350 m (ex cava di Pincardino) essendo stata la successione sollevata dalla faglia longitudinale S. Barbara-Casino, ben osservabile nei pressi di C. S. Barbara, al limite settentrionale del foglio (fig. 2). Gli affioramenti di argille risultano limitati da una faglia trasversale che corre in corrispondenza del T. Lana, e le ribassa a SW. Nella sezione [080] riaffiorano nella porzione di SE in corrispondenza sia del fosso il Rio, che in

PROGETTO CARG

Fig. 2 - *Faglia di S. Barbara-Casino. A sinistra sabbie della litofacies ruditica poligenica del subsintema di M. Rotondo del sistema di Citerna (CTA_{2a}); a destra il sistema di Fighille (FHL).*

destra del T. Carpina, con il tetto circa a quota 320 m così come in sottosuolo, come confermato da sondaggi eseguiti ancora più a SE.

Il sintema è costituito per il tratto visibile da argille, più o meno limose, di colore grigio azzurro, in strati plurimetrici. Solo subordinatamente vi si rinvengono intercalazioni di sabbie da molto fini a grossolane, di colore giallo ocra, talora con subcentimetrici *mud balls*, resti carboniosi e sottili livelletti di ghiaietto fine, più frequente nelle zone settentrionali e verso la sommità dell'unità.

Il contatto basale di questo sintema non affiora mai né è stato raggiunto da perforazioni. Una serie di 4 sondaggi -effettuati a ovest di San Secondo in posizione marginale del bacino (a nord del T. Aggia [030])- dopo aver incontrato le argille fra i metri 1,2÷2.8 dal piano campagna, le ha attraversate per circa 25 m. Nel Foglio 289 "Città di castello", adiacente a nord, l'interpretazione di una linea sismica, all'altezza di S. Giustino, indicherebbe questo contatto a quasi 200 m dal piano campagna (Barchi *et alii*, 1999). Il contatto basale di questo Sintema di Fighille dovrebbe essere discontinuo, lacunoso e con discordanza angolare, poggiando su un substrato già strutturato, costituito prevalentemente da unità toscane mioceniche.

Verso l'alto il sintema passa in modo brusco e con erosioni, ai varii corpi rocciosi che costituiscono il Sintema di Citerna (**CTA**) dal marcato carattere aggradazionale. In genere passa al Subsintema di Molin dell'Olio (**CTA_1**) (ad es. in

PROGETTO CARG

[030] a Case Galluzzo, in [040] nelle ex cave di Rancale e di Promano), ma, talvolta, passa direttamente alla litofacies **CTA_{2b}** del subsintema di M. Rotondo come nella fascia più orientale di [040], a NE della faglia longitudinale S. Barbara-Casino, come si osserva nella ex Cava di Pincardino.

Nell'ambito di questo foglio non sono stati rinvenuti fossili entro questo sintema, ma nel foglio adiacente a nord (Foglio 289 "Città di Castello" [060]), nella Cava di Fighille il rinvenimento di un frammento di mandibola di *Leptobos* cf. *vallisarni* (Gentili, 1991) e di una ricca malacofauna contenente tre specie estinte (*Gastrocopta*,*Vertgopsis*, *Parmacella*) riferibili alla *Unità Faunistica del Tasso* (Ciangherotti & Esu, 2000) consentono di attribuire la porzione sommitale del sintema al Pleistocene inferiore (alto). Il cranio completo di *Elephas* (Lippi Boncambi, 1963) riferibile alla specie *antiquus* con caratteri arcaici (Bartolomei, 1969) per comunicazione verbale del proprietario della cava allo scrivente, venne effettuato poco più a nord dell'attuale cava ed in sabbie a tetto delle argille.

L'ambiente della porzione sommitale di questo sintema viene ricostruito dal punto di vista climatico da Ciangherotti & Esu (2000) come temperato caldo, mentre la sedimentazione continentale a bassa energia sembra essere stata prevalentemente lacustre, passante al palustre.

Pleistocene inferiore

2.1.2. - *Sintema di Citerna* (**CTA**)

Il sintema è caratterizzato da una complessa sedimentazione clastica aggradazionale ad andamento plurilenticolare, con progressivo incremento dell'energia risultando essenzialmente sabbiosa nella porzione inferiore e ruditica nella porzione medio-superiore. Vi sono stati distinti 2 subsintemi, quello di Molin dell' Olio (**CTA_1**) e quello di M. Rotondo (**CTA_2**) nel quale sono state riconosciute 3 diverse litofacies.

Le potenze del sintema, non sono uniformi né longitudinalmente, né trasversalmente; sembra che aumentino sia da nord verso sud, che da ovest verso est.

In particolare, procedendo in sinistra del F. Tevere dal limite del foglio verso sud, secondo due allineamenti longitudinali, in [040] si hanno spessori di 70 m a ovest e di 130 m a est, a monte della faglia S. Barbara-Casino; più a sud , mentre in destra del T. Lana, gli spessori raggiungono gli 80 m a ovest ed i 180 m a est, in sinistra di detto torrente -che, così, sembra corrispondere ad una faglia attiva in questo momento- si hanno 100 m ad ovest e 140 m ad est, ed al limite meridionale della sezione si hanno 150 m a ovest e 180 m a est. I valori massimi di 180 m a ovest e ben 320 m ad est si raggiungono nella Sezione [080].

PROGETTO CARG

Il sintema presenta, procedendo verso l'alto, un progressivo maggiore sviluppo orizzontale denunciando, così, il suo carattere aggradazionale.

Infatti, mentre il Subsintema Molin dell'Olio, (**CTA_1**), appoggia tramite discordanza angolare solo sul Sintema di Fighille (**FHL**), il Subsintema M. Rotondo, (**CTA_2**) "deborda" su entrambi questi depositi (**FHL** e **CTA_1**) ed in [030, 070, 080] aggrada sulle unità del substrato toscano (**STO**, **MAC_2** e **MAC_3**. All'interno del subsintema superiore (**CTA_2**), a causa della disarticolazione delle esposizioni, non si è stati in grado di chiarire i rapporti laterali fra le litofacies *a* e *c*, entrambe soprastanti al subsintema inferiore (**CTA_1**). Al di sopra del Sintema di Citerna non si hanno coperture.

Per quanto riguarda l'attribuzione cronologica, in base ai fossili rinvenuti sia nel Subsintema inferiore (**CTA_1**) che nelle litofacies **CTA_{2c}** e **CTA_{2b}**, la sedimentazione del Sintema è iniziata all'inizio del Pleistocene medio e potrebbe essersi estesa fino al Pleistocene superiore se non all'Olocene, risultando, così, congruente con il riferimento al Pleistocene inferiore alto del sottostante Sintema di Fighille (**FHL**).

Ricostruendo l'andamento dei fondali del bacino di sedimentazione, in base alle sopraindicate potenze, risulta particolare che le maggiori profondità si abbiano avvicinandosi ai rilievi orientali. Nasce il sospetto che qui si sia avuto o un ampio meandro, oppure che si sia in presenza di una presumibile faglia diretta, forse listrica, di crescita (semigraben), ad andamento longitudinale, e di una faglia trasversale attiva in corrispondenza del T. Lana.

Il brusco e progressivo aumento di energia al tetto del Sintema di Fighille, la possibile interpretazione di alcuni episodi ghiaiosi con terminazioni laterali a *pinch out* come possibili canali, le modalità di embriciatura dei clasti e l'incremento del volume dei depositi, fanno ipotizzare per questo Sintema di Citerna la continuazione di un ambiente ancora prevalentemente sommerso al cui intorno si imposta un regime fluviale a notevole energia con corpi intrecciati sovrapposti che progradavano e/o aggradavano nel bacino mediante paleo-deltaconoidi.

Pleistocene medio- Olocene p.p. *(?)*

2.1.2.1. - Subsintema di Molin dell' Olio (**CTA_1**)

Il subsintema affiora, in destra del F. Tevere, nella porzione centro-settentrionale della sezione Trestina [030] (Poggio della Torre, Fontacchio, Casa Galluzzo) e, in sinistra di detto fiume, nella sezione Montone [040].

In quest'ultima sezione [040] costituisce una fascia di circa 4 km in

PROGETTO CARG

corrispondenza dei rilievi collinari e le migliori esposizioni si hanno: nei pressi di Pierantoni (a nord di Palazzina); nella ex cava di Promano (fig. 3), assai importante, perchè vi si sono rinvenuti i fossili che hanno consentito il riferimento cronostratigrafico sia del subsintema che dell'intero sintema; nell' area fra il T. Lana ed il fosso Il Rio; presso Casa Rio (frana di Montebestia a NE di Montone); a sud di Caifederaga (al limite meridionale della sezione). Non rare sono le buone esposizioni (per spessori anche di 10-20 m) in corrispondenza degli archi di distacco di frane di crollo.

Il subsintema è costituito prevalentemente da sabbie medio-fini, talora a *laminae*, di color grigio-ocra, in strati assai spessi (6-7 m), talora cementati in cui si alternano subordinati livelli limo-argillosi grigio-celesti, a volte con resti vegetali, ed orizzonti lentiformi di spessore pluridecimetrico di ruditi (1-5 cm) di color giallo ruggine, sia a spigoli vivi [030], sia arrotondati [040] (ad es. a Poggio della Torre), che appiattiti [040] i quali, in alcuni casi, marcano una stratificazione incrociata. Le intercalazioni limoso-argillose, particolarmente frequenti nell'area tra il T. Lana ed il fosso Il Rio, ma non distinte cartograficamente, sono ben visibili presso Casa Rio (frana di Montebestia a NE di Montone, nei cui dintorni sono state incontrate in sottosuolo da sondaggi che le hanno attraversate) e a sud di Caifederaga al limite meridionale della sezione.

Gli spessori ricavati dal rilevamento, sono molto variabili. Nella sezione [030] la potenza nella zona fra Serrone e Castellaccio potrebbe aggirarsi sui 40-50 m e raggiungere al limite orientale della sezione i 150 m a monte delle Grotte del

Fig. 3 - *Cava di Promano.*

PROGETTO CARG

Tevere. Nelle sezioni [040 e 080] sembrerebbe ricostruirsi un andamento grosso modo lentiforme in base: ai pochi metri affioranti al limite settentrionale del Foglio; ai 15-20 m presso C. Rancale; ai130 m (a monte della faglia longitudinale S. Barbara-Casino) che si riducono prima a 70 m a est di Montone e, poi, a 30 m a SE di questo abitato.

Questo subsintema verso l'alto (prescindendo dalle unità indicate in III, 2.1.2) viene a contatto con la litofacies **CTA_{2a}** nelle zone di Rancale [040] (unica località in cui lo si è osservato), con la litofacies **CTA_{2c}** nella zona di Montone [040] - tramite superfici di erosione, talora ondulate- ed a sud di Montecastelli ([080] come osservato in uno scavo a quota 265 m nei pressi di Coccolanti), con la litofacies **CTA_{2b}** direttamente (senza alcuna interposizione) sia in destra che in sinistra del T. Lana ([040] Bizzi di sopra, frana di Montebestia).

Nella ex cava di Promano, oggi riambientata, immediatamente al di sopra del piano dell'attuale laghetto (corrispondente al tetto del Sintema di Fighille) sono stati rinvenuti numerosi resti di una ricca associazione mammalofaunistica, il cui materiale in corso di studio è conservato nella Raccolta Civica, Biblioteca Comunale di Città di Castello (Argenti *et alii*, in prep.). L'associazione è caratterizzata dalla presenza di *Megaceroides verticornis* riferibile al Galeriano inferiore, porzione iniziale del Pleistocene medio (comunicazione verbale della Dott.ssa P. Argenti) e risulta congruente con quella del sottostante Sintema di Fighille al Pleistocene inferiore sommitale.

Le embriciature misurate in corrispondenza degli episodi ciottolosi, evidenziano alimentazioni prevalentemente da NE in [030] mentre in [040], pur se più rare e disperse, indicherebbero complessivamente alimentazioni da W-NW.

Le sensibili variazioni di potenza sopraindicate lasciano presupporre un substrato di appoggio fortemente disuniforme, forse fagliato, comunque irregolarmente depresso per erosione, situazione verosimile, oltretutto, per l'incremento di energia registrato al passaggio dal Sintema di Fighille al Sintema di Citerna. Questa depressione, oltre a favorire la sedimentazione lentiforme, consentirà -risultando solo parzialmente colmata- le aggradazioni delle litofacies più recenti (**CTA_2**).

Pleistocene medio

PROGETTO CARG

2.1.2.2. - Subsintema di M. Rotondo (**CTA$_2$**)

Nell'ambito di questo subsintema sono state individuate le seguenti tre litofacies ruditiche poligeniche:

- (**CTA$_{2b}$**): anche estremamente grossolana (5-100 cm) con nulla o scarsa matrice;
- (**CTA$_{2c}$**): assai grossolana (2-30 cm) con scarsa matrice; laterale a **CTA$_{2a}$** ;
- (**CTA$_{2a}$**): grossolana (3-5 cm) con abbondante matrice e con alternanze di sabbie, di frequente ad elevato grado di cementazione; laterale a **CTA$_{2c}$**;

Nell'adiacente Foglio 289 "Città di Castello", erano state individuate le stesse 3 litofacies, ma non si era stati in grado di determinarne i rapporti verticali e/o orizzontali e, pertanto, erano state ritenute come tre possibili variazioni laterali. Invece, nel corso del rilevamento del Foglio 299 "Umbertide", si è stati in grado di precisare che la litofacies **b** è la più recente e che le litofacies **a** e **c** -la prima con caratteri meno prossimali della seconda ed entrambe soprastanti al subsintema **CTA$_1$**- potrebbero essere verosimilmente fra loro eteropiche (fig. 4). Pertanto, si sottolinea che, pur mantenendo le stesse sigle del Foglio 289 "Città di Castello", le lettere "a pedice" delle litofacies di questo foglio, non costituiscono una notazione di ordine cronostratigrafico.

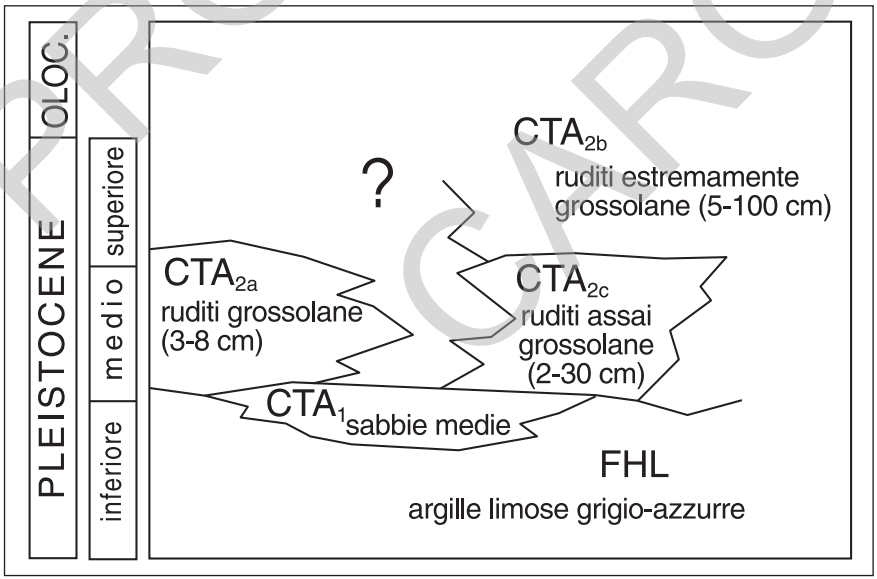

Fig. 4 - *Schema largamente approssimativo dei rapporti fra le unità quaternarie sintemiche. Sui bordi del bacino i rapporti sono complicati da situazioni sintettoniche ed erosive per le quali sintemi e subsintemi possono appoggiare diversamente sia fra loro, che direttamente su unità riferite alla successione toscana.*

PROGETTO CARG

Litofacies ruditica poligenica grossolana (3-5 cm) con abbondante matrice e con alternanze di sabbie; di frequente ad elevato grado di cementazione (**CTA_{2a}**). Questa litofacies affiora: ad est di Lugnano [030]; estesamente a nord di Ca' di Battaglia [070]; nei pressi di S. Maiano (Casa Rancale [040]) ove è esposta una successione di circa 10 m.

Le ruditi centimetriche con abbondante matrice sabbiosa o sabbioso-ghiaiosa [030, 070], in strati di spessore variabile compreso fra i 3 ed i 4 m, presentano alternanze di sabbie gradate (grossolane in basso e medio-fini in alto) talora a *laminae* sottili, scarsamente limose, di color grigio-azzurro o ocraceo, talvolta con allineamenti di ghiaietto minuto che ne mettono in evidenza una stratificazione incrociata. Il grado di cementazione è elevato ed i livelli maggiormente lapidei (sia ruditici che sabbiosi) a causa dell'erosione differenziata risultano in aggetto nelle pareti. I clasti, di dimensioni comprese fra i 3 e gli 8 cm, sono prevalentemente arrotondati, solo talvolta appiattiti [040], di natura arenacea, subordinatamente calcarenitica o costituiti [030, 070] anche da Scaglia toscana (**STO**).

Le potenze sono comprese fra i 20 m [040] ed i 40 m [070].

A causa della discontinuità degli affioramenti, non sono stati osservati i possibili rapporti laterali con la facies **CTA_{2c}**, con la quale si ipotizza una eteropia essendo, sia quest'ultima litofacies che la litofacies **CTA_{2a}**, qui descritta, entrambe al tetto del Subsintema di Molin dell'Olio (**CTA_1**).

Anche se in questa litofacies non sono stati rinvenuti fossili, per essere essa soprastante al Subsintema di Molin dell'Olio (**CTA_1**) riferito al Galeriano inferiore e laterale alla litofacies **CTA_{2c}** riferita ad un più recente Galeriano inferiore, si ritiene che anch'essa sia riferibile al Galeriano inferiore (Pleistocene medio).

La sedimentazione di questi depositi (**CTA_{2a}**) si è verificata in un ambiente ad energia maggiore di quella del sottostante subsintema (**CTA_1**), ma dai caratteri meno prossimali di quelli riscontrati nella litofacies **CTA_{2c}** (che si ritiene laterale), legato ad immissari forse, anche intrecciati, progradanti. Le embriciature misurate evidenziano alimentazioni in [030] da N-NW, mentre in [040] le uniche due misurazioni indicherebbero alimentazioni da SE.

Pleistocene medio p.p.

Litofacies ruditica poligenica assai grossolana (2-30 cm) con scarsa matrice **(CTA_{2c}).** Tale litofacies affiora: in [030] nelle zone di Poggio Castellaccio, di Lugnano (a sud del F. Nestore); in [070] nelle porzioni più orientali della sezione (a SE di Colonnata, a Comunaglia, a Colcello); in [040] nella ex cava di Promano, nei dintorni di Montone ; in [080] estesamente, nell'area collinare compresa tra la riva destra del F. Tevere e la riva sinistra del T. Niccone.

PROGETTO CARG

Le ruditi, con clasti sia minuti che grossolani (anche decimetrici), eterogenei (le arenarie prevalgono sulle calcareniti ricche in silice), a bordi subarrotondati o a spigoli vivi, sono in strati plurimetrici con scarsa matrice limoso sabbiosa di color giallo-ocra. Si hanno sia livelli che lenti di sabbie giallastre, debolmente cementate e raramente, con carattere localizzato, di argille azzurrastre (a sud ed a di Montone [040]). A questi livelli argillosi sono legati sia alcuni fenomeni franosi riscontrati in [040] (Montone) ed in [080] (Montemigiano, Montalto, M. Pulito), che, talvolta, lenti di ciottoli ossidati con patine rosse e/o nere (Fattoria Rossetti [040]), o ad elevata cementazione (a SW di Montecastelli alto [080]). In certe situazioni sorge il sospetto che la sedimentazione di questa litofacies possa essere stata ritmica, ma date le disarticolate esposizioni, si potrebbe accertare questo carattere solo mediante sondaggi accurati.

Negli affioramenti in destra del F. Tevere [030, 070, 080] la litofacies sembra maggiormente prossimale con clasti a bordi meno arrotondati, sovente appiattiti, con presenza, talora, di massi maggiori di 50 cm (Montecastelli [080]); la frazione minuta (3 cm) è relativamente scarsa così come la matrice che è grossolana.

Le intercalazioni ben cementate sono frequenti. Le terminazioni a *pinch out* osservate in alcuni corpi clastici grossolani (ad es. a SE di Colonnata [070]), potrebbero essere interpretate come sezione trasversali di canali.

Sono state stimate potenze massime di entità variabile, che, come nei precedenti casi, tendono ad aumentare sia verso est che verso sud. In [030] fra Madonna di Canoscio e P. della Torre sono stati stimati spessori di 130 m.

Nella Sezione [040] si passa dai 70 m a nord ai 150 m a sud, ed in [080] si raggiungono i 170 m. In particolare le potenze sembrerebbero mettere in evidenza nel sottosuolo, in corrispondenza di M. Pulito [080], una sella o rialzo che sembra suddividere il bacino in senso meridiano; si ipotizza che corrisponda ad una faglia di crescita listrica, dato che entrambe le porzioni del bacino ai suoi lati, in base agli spessori considerati, si approfondiscono nettamente verso est.

Questa litofacies $\mathbf{CTA_{2c}}$, come precedentemente specificato, aggrada e/o prograda a luoghi sul Subsintema di Molin dell'Olio, altrove (Montecastelli [080]), su argille azzurrastre che sembrano riferibili al Sintema di Fighille, in altri luoghi come a Coste [070] (in uno scavo lungo la ferrovia) su unità riferite alla successione Toscana ($\mathbf{MAC_2}$, $\mathbf{MAC_3}$ e $\mathbf{STO_6}$). Le quote di questi contatti basali - in destra del F. Tevere e spostandosi verso il suo asse- diminuiscono da circa 450 m (M. Cucco di Sopra) a circa 270 m (Niccone Alto, mettendo, così in evidenza la marcata inclinazione del substrato sia verso est che verso sud.

Il possibile passaggio laterale alla (eteropica ?) litofacies $\mathbf{CTA_{2a}}$ non è stato mai osservato. Verso l'alto la litofacies passa con evidenza alla $\mathbf{CTA_{2b}}$ come si

PROGETTO CARG

osserva a sud del T. Minima ed a NW di Uccellieri in [030] e nell'area di Montone in [040]; in altri casi, il passaggio è deducibile in base al brusco aumento della taglia media dei clasti [080], alla presenza di massi o alla riduzione se non scomparsa della frazione sabbiosa [040].

Nella ex cava di Promano -in posizione più elevata di quanto indicato a proposito di **CTA_1**- è stata rinvenuta una seconda associazione a mammiferi, sempre riferibile al Galeriano inferiore, ma più recente della sottostante per la presenza di forme mammaliane più evolute che consentono il riferimento anche di questa litofacies **CTA_{2c}** al Pleistocene medio (comunicazione verbale della Dott.ssa P. Argenti; Argenti *et alii* in prep.).

Le embriciature misurate evidenziano la possibile coesistenza di due paleoconoidi (*apparato di Calzolaro* e *apparato di Lugnano*, con diverse provenienze delle alimentazioni, delle quali quella occidentale appare acefala con punto di probabile origine che non trova riscontro nell' attuale rilievo. Infatti, nelle zone meridionali di [070] le paleocorrenti provengono prevalentemente da SW facendo ipotizzare, quindi, la presenza di un paleoalto, a SW dell'attuale toponimo Uccellieri. Procedendo nel verso della paleocorrente, all'altezza di Calzolaro le paleocorrenti cominciano a divergere ed a nord di quest'ultima località si aprono a ventaglio nell'arco fra 320° e 130°, con un maggiore sviluppo del fianco sinistro. Nell'adiacente sezione [080] le paleocorrenti presentano alimentazioni, pur se disperse entro un angolo di circa 180°, con maggior frequenza dai quadranti occidentali: da SW, da NW e da W. Sembrerebbe, così potersi ricostruire, anche in base ai caratteri dei clasti, una prima paleoconoide acefala asimmetrica, deflessa a nord (*apparato di Calzolaro*). Invece, nei pressi di Lugnano [030] le palecorrenti risultano pressoché opposte: da est verso ovest, alimentazione che sembrerebbe confermata anche nell'adiacente sezione [040] in cui le paleocorrenti provengono da NE e da E (*apparato di Lugnano).* L'esistenza di questi due apparati di conoide, con provenienze quasi opposte, che progradono entro il bacino sembrerebbero confermate anche dal diverso arrotondamento, dalle dimensioni, dalla prossimalità/distalità degli elementi ruditici nonché dalla loro particolare forma: ad ovest tondeggianti e ad est appiattiti, fatto verosimilmente imputabile alla diversa tipologia delle arenarie affioranti nei retrostanti bacini: a ovest quelle massive toscane e a est quelle in strati, anche sottili, umbre e romagnole. In questo quadro risulta congruente la posizione della litofacies (eteropica ?) **CTA_{2a}** dalle caratteristiche più distali.

L'andamento dei contatti basali, che tende a deprimersi verso l'asse dell'attuale F. Tevere, ma con gli estremi bordi longitudinali che risalivano sia verso NW che

PROGETTO CARG

verso SE sembrerebbe documentare come questa litofacies, dal notevole volume di apporti e dai caratteri aggradanti, si sia sedimentata in un bacino con fondali prevalentemente inclinati verso E ed ancora depressi. Infatti la precedente sedimentazione del Subsintema di Molin dell'Olio (**CTA_1**), oltre a non aver livellato i fondali, era rimasta confinata in una ristretta parte del bacino, consentendo alla sedimentazione di questa litofacies (**CTA_{2c}**) di oltrepassarne notevolmente i limiti, aggradando anche su altre unità. Comunque, fra la sedimentazione di **CTA_1** e di **CTA_{2c}** devono essere sopravvenuti importanti variazioni nell'ambiente circostante (climatiche, tettoniche, etc.) come sembrerebbe indicato dagli ingenti apporti immessi nel bacino con diverse alimentazioni.

Pleistocene medio

Litofacies ruditica poligenica anche estremamente grossolana (5-100 cm) con nulla o scarsa matrice **(CTA_{2b}).** I depositi riferiti a questa litofacies, affiorano: nella porzione meridionale di [030] (a S di Magagnino); in [070] nelle porzioni sia nordoccidentali (Uccellieri, Moltalbano) che sudorientali (S. Anna, Monte Bestiola, Civitella); in [040, 080] costituiscono prevalentemente la sommità dei più elevati rilievi collinari, fra le quote 400 e 500 m s.l.m; in particolare le esposizioni più significative si hanno in: [040] lungo la dorsale che si estende da Valliano a Bizzi di sotto e nella ex Cava di Pincardino; in [080], a nord di Montemigiano, dove a causa di fenomeni di crollo è possibile osservare uno spessore di almeno 10-15 m. La litofacies è apparentemente assente a sud del T. Niccone [080], a parte un piccolo lembo in località Montalto, nonostante che le sommità dei rilievi raggiungano le stesse quote di quelli a nord.

Le ruditi con clasti di dimensioni anche pluridecimetriche, sia arrotondati che a spigoli vivi, in taluni casi ossidati (rosso, nero) o appiattiti, sono prevalentemente costituite da arenarie massive e talora da calcareniti, con matrice sabbiosa, in genere scarsa quando non assente, di colore giallo ocraceo. Subordinate sono le intercalazioni talora lenticolari [080] di sabbie da fini a finissime di colore giallastro, talvolta limose con inclusi carboniosi, intervallate da sottili orizzonti a clasti di circa 3 mm. Il grado di cementazione in genere è elevato, specie nei pressi del contatto basale, e sembra diminuire procedendo da nord verso sud. Le dimensioni dei clasti, mediamente maggiori ad ovest ed a nord che non ad est e a sud, risultano prevalentemente comprese: in [030, 070] fra i 20-30 cm, ma con elementi di 50-80 cm (a NW di Uccellieri [030/070]) e di 150 cm a Civitella [070; in [040] fra i 5-15 cm, ma con elementi sia di 50-60 cm (ex cave di Pincardino, Casa Bendetti [040]), che di 80-100 cm (M. Cucco di sopra [080]).

PROGETTO CARG

Aspetto peculiare è che numerosi clasti di maggiori dimensioni in [030, 070, 080] conservano le originarie caratteristiche litostrutturali (diaclasi, piani di calcitizzazione, strutture sedimentarie) che ne suggerisce il loro scarso trasporto.

Poiché si tratta di un'unità pressoché priva di coperture, occorre ipotizzare che sia anche l'unità che abbia subito la maggior erosione areale e, di conseguenza, che le potenze misurate possano essere sensibilmente inferiori a quelle originarie. Come per le sottostanti unità gli spessori tendono ad aumentare verso est; in particolare, in [040] nella fascia a monte della faglia S. Barbara-Casino, gli spessori aumentano sia verso est che verso sud con qualche anomalia in corrispondenza della faglia lungo il T. Lana; più a sud in [080], procedendo da ovest verso est si hanno i seguenti valori: 70 m, 90 m, (Sella di M. Pulito), 50 m, 90 m, 150 m, valori che sembrerebbero confermare l'alto di M. Pulito [080], verosimilmente imputabile all'esistenza della faglia listrica di crescita già prima ipotizzata.

La litofacies in oggetto **CTA_{2b}** si sovrappone, quasi sempre, tramite contatti erosivi, sulla litofacies **CTA_{2c}** (in [030] a sud del T. Minima, a NW di Uccelliera, in [080] ed in [040] nell'area di Montone ed in corrispondenza della ex cava di Promano); direttamente sia sul Sintema di Fighille **FHL** (nell'ex Cava di Pincardino) che sul Subsintema di Molin dell'Olio **CTA_1**, vuoi in destra, vuoi in sinistra del T. Lana. Al tetto di questa litofacies non sono stati distinti altri sedimenti.

Sempre nelle pareti sovrastanti la cava di Promano è stata rinvenuta una terza associazione a mammiferi con specie di età più recente delle sottostanti, riferibili all'Aureliano (Pleistocene superiore) - Olocene *p.p.* (in corso di studio: ARGENTI *et alii*, in prep.; comunicazione verbale della Dott.ssa P. ARGENTI). Alla sommità del suddetto fronte in un livello argilloso è stata ritrovata, infine, una associazione a molluschi terrestri priva di significato cronostratigrafico, ma importante dal punto di vista dell'evoluzione ambientale (comunicazione verbale della Dott.ssa P. ARGENTI).

Difficile è stato individuare sicure embriciature dei clasti, a causa del loro marcato arrotondamento, al fine di dedurne il verso delle correnti. In alcuni casi, però, come in [030 e 040] si sono ricavate alimentazioni prevalentemente da W-SW, mentre in altri luoghi di [040] e di [080], pur se disperse, provenienze complessive da NE.

Anche nel caso di questa litofacies -come osservato precedentemente (cfr. **CTA_{2c}**)- le quote del contatto basale in destra idrografica del F. Tevere, diminuiscono avvicinandosi al suo corso; in [080] gli appoggi passano da circa

PROGETTO CARG

550 m (a ovest) a circa 430 m s.l.m. (a est). La forma del bacino e la sedimentazione che vi si verifica, sembra continuino ad essere essenzialmente controllate da tre faglie: due longitudinali di crescita (una al suo margine orientale ed una in corrispondenza della sella nei dintorni di M. Pulito [080]; la terza trasversale del T. Lana, dal comportamento complesso anche nel corso di questo intervallo temporale. Nel bacino lacustre, ormai in via di colmamento e forse non più unitario, dovevano immettersi più corsi d'acqua che originavano deltaconoidi con differenti provenienze da NE e da SW con paleocorrenti conformi a quelle della sottostante litofacies (**CTA_{2c}**) ed ancora ad altissima energia. La persistenza della paleoconoide acefala (acefala perché proveniente da un alto strutturale oggigiorno non individuabile) mette in evidenza che non si erano verificate ancora importanti dislocazioni. Il colmamento della depressione e la transizione in senso generale- dall'ambiente subacqueo a quello subaereo potrebbe essersi verificato in tempi recentissimi (alla fine del Pleistocene superiore).

Pleistocene superiore - Olocene p.p.

2.1.3. - *Sintema di Pian di Nese* (**NES**)

Vi si riferiscono i depositi di modesta estensione accumulatisi nella paleo-depressione immediatamente ad occidente dell' allineamento M. Acuto-M. Tezio, costituente un piccolo bacino satellite del paleolago tiberino. A causa dell'andamento pianeggiante di questi depositi, le esposizioni sono pressoché nulle; sporadiche osservazioni possono effettuarsi solo lungo le ripe del F. Nese, quando prive di vegetazione.

Si tratta prevalentemente di limi argillosi di color chiaro, che costituiscono un accumulo, verosimilmente superiore ai 4-5 metri direttamente osservabili, che appoggia in modo disconforme e con discordanza angolare sul substrato pre-pliocenico.

L'ambiente di deposizione continentale, dovrebbe essere stato dal fluvio - lacustre al palustre. La genesi del bacino è verosimilmente legata al sollevamento dei "Massicci Perugini" od alla sua riattivazione e lo svuotamento del bacino dovrebbe essersi verificato quando il Nese si è aperto il deflusso attraverso la dorsale (ad est) M. Acuto-M. Tezio immettendosi nel F. Tevere. L'esistenza del bacino potrebbe essere fatta risalire -ma con tutte le riserve- fra il Pleistocene inferiore ed il Pleistocene medio.

Pleistocene medio (?)- superiore (?)

PROGETTO CARG

2.2. - Unità stratigrafiche quaternarie non distinte in base al bacino di appartenenza

Nell'ambito di questi depositi si comprendono sia quelli ricadenti nel bacino del F. Tevere (A.V. Damiani) sia quelli ricadenti nei bacini della Val di Chiana facente parte del bacino del F. Arno e del Lago Trasimeno che affiorano assai limitatamente solo nelle sezioni [090] e [130] (A. Boscherini). Mentre i primi ricadono dal punto di vista amministrativo essenzialmente nella Regione Umbria, i secondi, invece, ricadono nella Regione Toscana.

Per la redazione della cartografia geologica di alcune coperture e, in particolare, delle aree in dissesto, i rilevatori si sono avvalsi anche dell'interpretazione fotogeologica e del confronto con specifici dati cartografici (Regione, C.N.R., Autorità di Bacino).

Altri depositi quaternari, come quelli antropici e quelli di conoide, sono stati rappresentati su questo F° 299 "Umbertide" mediante simboli. Gli accumuli antropici, legati all'attività dell'uomo, sono costituiti da materiali eterogenei ed eterometrici in giacitura caotica. I depositi di conoide, in genere, di limitata estensione ed il cui spessore massimo potrebbe raggiugere la ventina di metri, sono costituiti da elementi ruditici (1-100 cm) clastosostenuti, prevalentemente arenacei ed appiattiti, subordinatamente siltitici con matrice sabbiosa di colore giallastro (fig. 5).

Fig. 5 - *Depositi di conoide.*

PROGETTO

Sono presenti, talora, canalizzazioni colmate da ghiaie (1-5 cm). Talvolta questi depositi possono venir definiti come paleoconoidi (loc. Trebbio [090]), soggiacendo a depositi terrazzati. In [090] occupano la fascia altimetrica compresa tra i 400 m ed i 320 m s.l.m mentre in [130] si ritrovano nella fascia altimetrica compresa tra 370 m e 290 m s.l.m.

2.2.1. - *Depositi alluvionali terrazzati* (**b_n**)

Nell'area considerata sono presenti depositi terrazzati al I, al II e al III ordine raggruppati cartograficamente sotto la sigla **b_n**.

L'altezza rispetto all'alveo dei depositi riferibili al III ordine si aggira fra i 50 m dell'orlo inferiore ed i 100 m dell'orlo superiore. E' raro osservarne affioramenti integri poiché essi corrispondono sempre a terreni rimaneggiati dalla lavorazione agricola ed in taluni casi [080, 090, 130] non risultano affatto riconoscibili. Sono stati, invece individuati in [070] a SW di Mulinello; in [040] nei pressi di S. Maiano, a S. Martino di Castelvecchio e, poco più a sud a Piotti.

I depositi sono costituiti prevalentemente da sabbie e da sabbie siltose adddensate di colorazione rossastra-rugginosa con livelli a ciottoli ben arrotondati. In [040] poggiano direttamente sul Subsintema di Molin dell'Olio, mentre in [070], a SW di Mulinello, sulle unità toscane. Non presentano orli in comune con quelli dei depositi terrazzati più recenti

L'altezza sull'alveo del F. Tevere dei depositi riferiti al II ordine è in genere compresa per quanto riguarda l'orlo inferiore fra i 30 m a nord ed i 15 m a sud e per l'orlo superiore fra i 50 m a nord ed i 45 m a sud. Solo raramente si hanno vere e proprie esposizioni, poiché le loro superfici sommitali, subpianeggianti o a debole pendenza, sono state rimaneggiate e sfruttate dal punto di vista agricolo e, sovente, anche urbanizzate. Mentre non sono stati osservati nei bacini occidentali (Val di Chiana, Lago Trasimeno), alcune esposizioni si hanno:

- in destra del F. Tevere: in [030] in località Ospitaletto; in [070] nelle località Mulinello ed a sud di S. Angelo di Seano; in [080] a NW di Montecastelli ed in sinistra idrografica del T. Niccone;
- in sinistra del F. Tevere: in [040] sia nei pressi di Cinquemiglia, sia da Promano fino alla confluenza con il T. Lana che in destra di questo torrente; in [080] a S. Maria di Sette ed a nord di Umbertide nei pressi del cimitero.

I depositi sono costituiti da prevalenti siltiti e da sabbie siltose color ruggine con episodi ghiaiosi (5-10 cm), come ben osservabile sia in località Promano [040] in corrispondenza delle pareti di uno scavo profondo 3 m circa, che in località Ramaioli di Sotto [040].

PROGETTO CARG

Nei pressi di Cinquemiglia [040] la lavorazione agricola, che in genere non supera il metro di profondità, ha evidenziato, a quota circa 290 m, la presenza di subaffioranti argille grigio-celesti (Sintema di Fighille?).

Le superfici sommitali dei depositi riferiti al I ordine si sviluppano in genere dai 5 ai 16 metri sul *talweg* attuale del F. Tevere, ma in alcuni casi sorge il sospetto che superfici riferibili a più ordini di terrazzamento (ad es. Trestina) per erosioni e/o lavorazioni agricole siano state unificate. Le posizioni altimetriche rispetto all'alveo, pur se diminuiscono di quota procedendo da nord verso sud, sembrano trovarsi a quota assoluta maggiore in destra del F. Tevere, specie all'altezza di Montecastelli [080], denunciando, così, possibili dislocazioni longitudinali recentissime. Nei bacini occidentali (Val di Chiana, Lago Trasimeno), sembrano presentare maggiori dislivelli rispetto agli attuali alvei: 25-30 m, nelle vicinanze di Tuoro; a 30-40 m, a monte di Terontola.

Affiorano sovente discontinuamente sia lungo il F. Tevere che lungo i suoi principali affluenti sia di destra che di sinistra; nella Sezione [080], a est di Montecastelli è ben conservata una scarpata, alta circa 10 m. Mancano invece : per lunghi tratti in [040] ed in [080] in corrispondenza dei principali meandri del F. Tevere; lungo il T. Nestore [030] nella zona compresa fra Petroia fin quasi a Casa Bivio e più a sud lungo il T. Minima nella zona compresa fra Sterpeto nuovo e Mazzoccoli; lungo i corsi d'acqua principali nella sezione [070], ma costituiscono piccoli affioramenti sia in destra del T. Seano, ove si inseriscono affluenti secondari, che, un poco più estesi in [030, 080], in sinistra del T. Niccone bordano i rilievi collinari a nord di Tuoro e lungo il T. Esse. Gli affioramenti più rappresentativi del Settore occidentale sono rinvenibili immediatamente ad est di Tuoro, nella fascia tra Tuoro, Sanguineto-Monte Melino (fig. 6) nonché a monte di Terontola e presso Montanare.

Fig. 6 - *Depositi alluvionali terrazzati.*

PROGETTO

Sono costituiti da prevalenti silt e da sabbie siltose con intercalazioni di ruditi arenacee minute, di ghiaie con matrice sabbioso-limosa, ma, in genere non si hanno veri e propri affioramenti a causa delle lavorazioni agricole. In particolare, in località Cornetto [040] sono costituiti da ghiaie cementate; in corrispondenza degli affluenti di destra del T. Seano [070] le dimensioni medie dei clasti divengono di 5-10 cm, invece lungo la valle del T. Niccone [070], i depositi sono costituiti da limi sabbioso argillosi ossidati, praticamente privi di clasti ruditici.

Nei pressi di S. Maiano [040] questi depositi sono tanto sottili che subaffiorano i sottostanti depositi sabbiosi, riferibili al Subsintema di Molin dell'Olio, mentre nel settore occidentale, ove quasi sempre sormontono le successioni torbiditiche del Macigno (in base a sondaggi ubicati nei pressi di Terontola - Montanare) presentano spessori massimi stimabili sui 30-40 m.

Pleistocene medio-superiore

2.2.2. - *Depositi alluvionali* (**b**)

Nel bacino Tiberino presentano un altezza sul talweg di 2-5 m, ed affiorano con buona continuità ed estensione ai lati del corso del F. Tevere e dei suoi affluenti.

Nel bacino della Val di Chiana e del Lago Trasimeno ad essi sono stati assimilati cartograficamente quelli di fondo valle ed affiorano per alcuni kmq lungo la valle del T. Esse, del T. Navaccia nel settore più orientale della Val di Chiana.

Sono costituiti generalmente da limi argilloso-sabbiosi prevalentemente bruni, da sabbie sciolte grigio-brune, talora fini ad alto sorting ed in lenti (Terontola) e da ghiaie sabbiose poligeniche (2-4 mm), talora evidentemente canalizzate e con contatto basale erosivo. Gli alvei dei corsi d'acqua sono principalmente costituiti da sabbie e ghiaie prevalentemente sciolte. Hanno spessori di qualche metro ed estensione areale decametrica e, a volte, questi depositi sono direttamente sovrapposti alle successioni torbiditiche (Montanare).

Olocene

2.2.3. - *Detriti di falda* (**a_3**)

Si tratta di depositi legati all'accumulo gravitativo al piede dei versanti in seguito all'alterazione e/o al disfacimento dei rilievi. Accumuli relativamente estesi

PROGETTO CARG

di questo tipo sono stati individuati anche nei pressi di Canoscio [030], a est di Mazzocchi [030] ed ai piedi delle pareti carbonatiche in [120, 160]. Non sono stati riportati in Carta gli accumuli osservati a Montemigiano [080] a causa delle loro esigua estensione.

Fig. 7 - *Depositi detritici in località Montanare.*

Sono costituiti da materiali eterometrici la cui natura è funzione della composizione dei retrostanti bacini di alimentazione. I clasti anche centimetrici sono a spigoli vivi, raramente cementati, con scarsa matrice, da sabbiosa a limoso-argillosa. Gli spessori possono anche raggiungere i 6 metri circa, ove più spessi. (fig. 7).

Pleistocene superiore-Olocene (?)

2.2.4. - *Coltre eluvio colluviale* (**b_2**)

Questi depositi tendono a costituire coperture su versanti poco acclivi (in particolare se esposti verso est), ad accumularsi lungo fossi a carattere stagionale ed a colmare preesistenti depressioni; possono subire alterazione *in situ*. In genere sono poco distinguibili quando sono associati ai detriti di falda.

Sono costituiti da materiali variabili sia per dimensioni, in genere centimetriche, che per composizione la quale riflette quella dei depositi dai quali si originano in genere per alterazione venendo, poi, mobilizzati e trasportati per processi di ruscellamento e depositati dopo un percorso generalmente poco prolungato. A causa di queste modalità di genesi, i depositi in genere non presentano stratificazione, coerenza e classazione granulometrica ed uno scheletro di clasti sono, invece ricchi di matrice limosa, limoso-sabbiosa o limoso-argillosa.

In carta questi depositi sono stati rappresentati solo quando la loro potenza era stimata superiore ai due metri.

Pleistocene superiore-Olocene (?)

PROGETTO CARG

2.2.5. - *Deposito di frana* (**a_1**)

Nel caso di indizi di evoluzione questi accumuli instabili, frequentemente legati ad affioramenti di **STO_3**, **MAC_2**, **MAC_3**, **CTN_{2a}**, **CTN_{2c}** sono legati a movimenti gravitativi più o meno lenti, in corrispondenza di versanti costituiti da roccia non coerente, da coperture eluviali o da suolo. La composizione degli accumuli riflette generalmente quella del retrostante substrato e, talora sono costituiti da materiali litoidi poligenici eterometrici in matrice pelitica. Generalmente questi episodi sono legati alla presenza di livelli argillosi e sul terreno sono ancora evi33denti alcuni elementi morfologici che ne caratterizzano i movimenti (corona, scarpate, fratture longitudinali e/o trasversali, rigonfiamenti al piede etc.; vedasi "Frane" in cap. V, 2).

Nel caso di assenza di indizi di evoluzione si tratta di fenomeni molto diffusi e di varia estensione, talora notevole (Cappelletti in [070]). Si tratta di accumuli sui quali, ora, si hanno talvolta impianti di vegetazione, quindi ormai apparentemente stabilizzati, legati a non-recenti movimenti gravitativi più o meno lenti verificatesi in corrispondenza di versanti costituiti da roccia non coerente, da copertura eluviale o da suolo. La composizione degli accumuli riflette generalmente quella del retrostante substrato per cui in [030 e 070] risulta talora costituita da materiali litoidi poligenici ed eterometrici in matrice pelitica.

Le manifestazioni più evidenti, hanno interessato spessori in genere consistenti (20 m a Montebestia). Si tratta in genere di fenomeni di scivolamento di tipo superficiale legati alla presenza di intercalazioni argillose. Solo in alcuni casi la stabilizzazione è dovuta all' intervento antropico (Montone [040]).

Pleistocene superiore-Olocene

3 - DOMINIO TOSCANO

3.1. - Successione dell'Unità tettonica Falda toscana

Come accennato nell'introduzione le successioni toscane dell'area del Foglio 299 "Umbertide" sono state attribuite, sulla base dei dati stratigrafici e petrografici che saranno esposti in questo capitolo e della loro continuità con quelle del Foglio 289 "Città di Castello", alla Scaglia toscana e al Macigno.

A differenza del foglio sovrastante, dove la Scaglia toscana era stata rappresentata in maniera indifferenziata, nell'area del Foglio 299 "Umbertide" si è potuto suddividere la formazione in due membri, indicati dal basso come membro di Dudda distinto nella litofacies di Montanare e nella soprastante litofacies di Poggioni e membro di M. Filoncio. Il Macigno è stato suddiviso

PROGETTO CARG

come nell'area del Foglio 289 "Città di Castello" in tre membri, dal basso: membro di Molin Nuovo, membro di Poggio Belvedere e membro di Lippiano. Come documentato ai paragrafi successivi la Scaglia toscana del Foglio 299 "Umbertide" si estende cronologicamente fra l'Eocene inferiore e il limite Oligo-Miocene. E' da precisare che nell'ambito delle sezioni misurate nel corso del presente rilevamento all'interno di questa formazione non sono mai state rinvenute le Biozone comprese fra la NP17 e la NP21. Il fatto che tali biozone non sono rappresentate nelle successioni studiate non è verosimilmente in relazione alla presenza di lacune sedimentarie, ma più semplicemente al fatto che i litotipi corrispondenti a questo intervallo sono costituiti prevalentemente da argilliti, di solito male affioranti e ovunque praticamente sterili.

3.1.1. - *Scaglia toscana* (**STO**)

Nell'area del Foglio 299 "Umbertide" questa formazione è rappresentata da una successione più completa e più continua di quella che affiora nel Foglio 289 "Città di Castello", dove gli stessi membri sono parzialmente riconoscibili a livello locale, ma non hanno potuto essere cartografati separatamente a causa della mancanza di continuità degli affioramenti. In letteratura il membro di Monte Filoncio affiorante in queste zone è stato indicato con i termini di "Scisti Varicolori" (Fazzini, 1964), "Argille e Marne Varicolori" (Ghelardoni, 1960), "Scisti Policromi" (Bortolotti *et alii*, 1970), mentre il membro di Dudda è stato indicato come unità di Pierle - unità dell'Ansina (Damiani & Pannuzi, 1985), Nummulitico (Merla, 1951; Jacobacci *et alii*, 1970), unità di Seano (Damiani & Pannuzi, 1985), Calcari Nummulitici e Marne Varicolori (Ghelardoni, 1960).

Nel corso del presente rilevamento, sulla base del rapporto fra strati calcareo-calcarenitici ed argillitici e altri caratteri stratigrafici, la successione è stata suddivisa in due membri.

3.1.1.1. - Membro delle calcareniti di Dudda (**STO_4**)

Nell'area del foglio questo membro è stato suddiviso, dal basso verso l'ato, nella **litofacies di Montanare** (**STO_{4a}**) e nella **litofacies di Poggioni** (**STO_{4b}**).

Litofacies di Montanare (**STO_{4a}**): corrisponde all' "Unità di Seano" di Damiani & Pannuzi (1985) e Damiani *et alii (1989).*

Gli affioramenti significativi compaiono, oltre che nella località tipo (Cava di Montanare dove è stato possibile misurare una Sezione stratigrafica spessa 113 m, fig. 8), nell'abitato di Pierle e ai piedi della Rocca omonima, nella Valle di Novoli,

PROGETTO CARG

nei pressi di Chiantina e nella valle del T. Seano.

Si tratta di calcari micritici, calcari detritici, calcari marnosi, di colore da avana a rosato-chiaro o scuro, con liste e noduli di selce grigia o verde. Il colore delle calcilutiti e delle calcareniti è generalmente grigio-avana, quello dei calcari-marnosi da rosa-chiaro a rosa-mattone. Sono frequenti le brecciole a macroforaminiferi. La litofacies presenta una netta stratificazione piano-parallela, con strati di spessore generalmente da 5 a 20 cm, fino a massimi di 80-200 cm. Gli interstrati pelitici sono di spessore esiguo. La successione calcareo-marnosa della litofacies di Montanare è l'espressione di depositi torbiditici intrabacinali sedimentatisi prevalentemente al di sopra della CCD nella parte prossimale del bacino pelagico, in prossimità della base di scarpata.

Per l'analisi petrografica della litofacies di Montanare sono stati raccolti 18 campioni, di cui 17 lungo la Sezione Cava Montanare (CAV1P-CAV17P) e 1 nella Valle del T. Seano (U1P), in prossimità di Palazzo Crocioni. Tutti i campioni analizzati sono delle calcareniti (*sensu* Zuffa, 1985) classificabili come delle biointramicriti (Folk, 1962) e *packstone* o *grainstone* a bioclasti e intraclasti (Dunham, 1962). I granuli dello scheletro sono rappresentati prevalentemente da bioclasti (*Nummulites* sp., *Discocyclina* sp., *Assilina* sp., *Alveolina* sp., *Miscellanea* sp., *Coskinolina* sp., *Acarinina* sp., *Morozovella* sp., *Morozovella gracilis* sp. Bolli, (1957), *Globigerinatheka* sp., briozoi, crinoidi, echinidi, alghe

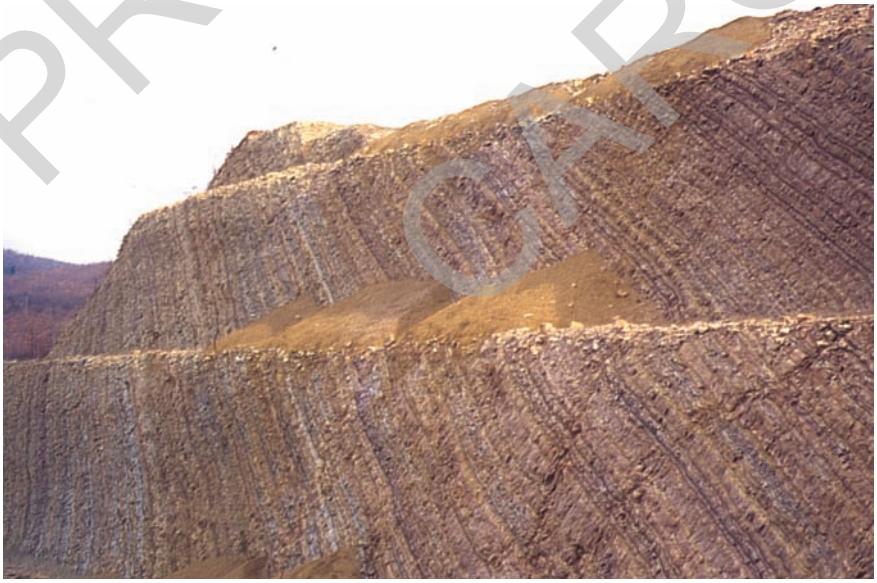

Fig. 8 - *Panorama della sezione stratigrafica misurata nella Scaglia toscana (Membro delle calcareniti di Dudda - litofacies di Montanare) nei pressi della cava attiva di Montanare.*

PROGETTO CARG

rosse, miliolidi, lamellibranchi) e intraclasti carbonatici (micriti, biomicriti, ooidi, peloidi). Nello strato relativo al campione CAV5P sono abbondanti gli intraclasti non carbonatici (26,5%) rappresentati da clasti di argilla (sia arrotondati che schiacciati e senza forma propria), argilla silicizzata e selce generalmente contornati da cemento carbonatico a drusa e fibroso-raggiato. I grani argillitici in affioramento sono ben identificabili per il loro colore verde. Nei campioni CAV4-10-13P sono presenti rari clasti extrabacinali rappresentati da frammenti di rocce metamorfiche e plutonico-gneissiche.

Lo spessore massimo affiorante è di circa 130 m. La litofacies di Montanare passa verso l'alto alla litofacies di Poggioni attraverso una alternanza di argilliti, marne, calcareniti e calcilutiti. La successione calcareo-marmosa della litofacies di Montanare è l'espressione di depositi torbiditici nitrabacinali sedimentatisi prevalentemente al di sopra della CCD nella parte prosssimale del bacino pelagico, in prossimità della base della scarpata.

Nella sezione studiata (cava Montanare) la base del membro è caratterizzata da frequenti esemplari appartenenti al genere *Toweius* associati a comuni *Tribrachiatus orthostylus* SHAMRA? (1963), *Sphenolithus radians* DEFLANDRE (1952), *Discoaster elegans* BRAMLETTE & SULLIVAN (1961), più rari *Sphenolithus anarrhopus* BUKRY & BRAMLETTE (1969) e *Discoaster lodoensis* BRAMLETTE & RIEDEL (1954); nei campioni al tetto della sezione è incerta la presenza del genere *Nannotetrina*, probabilmente a causa del cattivo stato di conservazione, rarissimi *Discoaster sublodoensis* BRAMLETTE & SULLIVAN (1961); le caratteristiche generali delle associazioni hanno permesso di riconoscere l'intervallo compreso tra le biozone NP11 e NP15?, di età *Eocene inferiore-medio* (*Ypresiano* p.p.-*Luteziano* p.p.).

Litofacies di Poggioni (**STO_{4b}**): (corrisponde all'Unità di Pierle di DAMIANI *et alii*, 1987).

La litofacies affiora diffusamente nella valle del Torrente Seano, tra le località Case San Pietro, Colcello e Valle Dame; nella valle del Torrente Minima, in località Aiola e Poggioni; in prossimità del crinale del versante orientale dell'Alta S. Egidio; lungo la strada che conduce alla Rocca di Pierle dalla SP 35 e lungo la strada fra Chiantina e Mandarini.

La litofacies è caratterizzata da un'alternanza di argilliti e argilliti marnose rosse, violacee, avana e verdognole, mal stratificate, e di strati calcarenitici o, subordinatamente, calcareo-marnosi, di spessore variabile da pochi centimetri ad oltre un metro, con grana da fine a grossolana. In particolare sono stati osservati strati calcarenitici, di spessore inferiore al metro, a base ruditica (Facies F4 - F5 di MUTTI, 1982) contenenti clasti calcarei e silicei scarsamente arrotondati o a spigoli vivi. Nella parte inferiore della litofacies prevalgono gli strati calcarenitici,

PROGETTO CARG

nella parete superiore prevalgono le intercalazioni argillose. Si osserva anche una progressiva generale diminuzione dello spessore degli strati calcarenitici dalla base al tetto.

Nell'affioramento nei pressi di Pierle, dal basso verso l'alto, la litofacies è costituita dai seguenti livelli:

- Calcari micritici e marne di colore grigio-chiaro e rosato-violaceo, calcareniti grigie, micriti giallo-ocra con noduli di selce, intercalati a marne ed argilliti violacee, con rapporto Calcare/Pelite (C/P) circa uguale a 1. Lo spessore degli strati calcarei/calcareniti va da 5 a 30 cm, lo spessore degli interstrati argillitici va da 3 a 20 cm.
- Calcari micritici di colore grigio-piombo o verdastro al taglio fresco, giallastri se alterati, di spessore compreso fra 5 e 20 cm, alternati a peliti color ocra di spessore compreso fra 10 e 30 cm. Rapporto C/P circa 1/3;
- Argilliti varicolori con strati calcarei di spessore da 5 a 30 cm; rapporto C/P circa 1/10. Livelletto di selce di 2-3 cm.

Per determinare la composizione degli intervalli detritici presenti all'interno della litofacies di Poggioni sono stati raccolti 3 campioni in prossimità della parte basale (Cava di Montanare e vicinanze di Montalla) e 1 al tetto (vicinanze della Montagnaccia). Le calciruditi e calcareniti campionate alla base della litofacies sono costituite prevalentemente da clasti derivanti dal disfacimento di successioni sedimentarie ed in particolare da bioclasti rappresentati da *Discocyclina* sp., *Nummulites* sp., *Assilina* sp., *Alveolina* sp., *Actinocyclina* sp., *Globigerinatheka* sp., globigerinidi, globorotalidi, briozoi, crinoidi, echinidi, alghe rosse, miliolidi, lamellibranchi. Nelle areniti presenti nella parte alta della litofacies di Poggioni la componente extrabacinale, costituita generalmente da rocce cristalline magmatico-metamorfiche, diventa visibilmente più abbondante (fino al 13% del totale roccia).

Lo spessore complessivo della litofacies, difficile da valutare a causa delle forti deformazioni non è sempre presente per cause tettoniche, si aggira intorno ai 150-170 m. La successione delle litofacies di Poggioni è rappresentata da pelagiti intercalata a torbiditi carbonatiche intrabacinali deposte nella porzione distale del bacino pelagico e prevalentemente posto al di sotto della CCD.

Le associazioni a nannofossili calcarei studiate nella porzione inferiore di questa litofacies, nella parte alta della cava Montanare in continuità con la Sezione precedente (fig. 8), hanno permesso di riconoscere la biozona NP15 di Martini, 1971 (Eocene medio *p.p.*) per la presenza di frequenti *Chiasmolithus gigas* (Bramlette & Sullivan, 1961) Radomski (1968), associati a comuni *Reticulofenestra dictyoda* (Deflandre, 1954) Stradner (1968), *Chiasmolithus solitus* (Bramlette & Sullivan, 1961) Locker (1968), *Chiasmolithus grandis* (Bramlette & Sullivan, 1961) Radomski (1968), *Sphenolithus furcatholithoides*, Locker (1967) ed *Ericsonia formosa* (Kamptner, 1963) Haq (1971); frequenti

PROGETTO CARG

Discoaster barbadiensis TAN (1927) e *S. radians*, più rari *Helicosphaera lophota* BRAMLETTE & SULLIVAN (1961), *Sphenolithus spiniger* BUKRY (1971) e *S. obtusus* BUKRY (1971).

Luteziano p.p. - *?*

3.1.1.2. - Membro di Monte Filoncio (**STO$_6$**)

Sinonimi: unità dell'Ansina (DAMIANI & PANNUZI, 1985), (DAMIANI *et alii*, 1989).

Gli affioramenti più significativi si hanno lungo la SP 35, al bivio per la strada che conduce a Pierle; lungo la strada fra Chiantina e Mandarini; a sud del Podere Sergine, lungo la strada che porta a Complessione. Il membro è normalmente costituito da argilliti e marne argillose rosse, violacee, verdastre, nocciola o grigiastre, cui si intercalano straterelli centimetrici di siltiti gradate, internamente bluastre o rossastre, color ocra per alterazione, che solo raramente possono raggiungere spessore rilevante (60-80 cm). La parte marnoso-argillosa è comunque nettamente dominante. Lo spessore visibile o stimabile non supera gli 80 m.

Si tratta di depositi emipelagici associati a strati torbiditici marnosi fini e sottili tipici di un ambiente di scarpata.

Nella zona del M. Filoncio (Sezione M. Filoncio di fig. 9) il livello di transizione fra la Scaglia toscana e il Macigno, per uno spessore totale di circa 20 m, è costituito da siltiti gradate color avana in sequenze T_{ce} di potenza costante, mediamente intorno a 30-40 cm, identico a quello riconosciuto in posizione analoga nella parte nordorientale del Foglio 289 "Città di Castello" (Valle del T. Afra). Per affinità litologica e per la limitatezza degli affioramenti quest'ultima litofacies è stata inglobata nella formazione del Macigno.

Nell'area del Foglio 289 "Città di Castello" le associazioni più antiche indicano l'intervallo fra le zone NP21-NP22 (Oligocene inferiore) per la presenza di *Reticulofenestra umbilica (*LEVIN, 1965) MARTINI & RITZKOWSKI (1968) e l'assenza di *Discoaster saipanensis* BRAMLETTE & RIEDEL (1954).

Nella zona esterna del Foglio 299 "Umbertide" (Sezione M. Filoncio) le associazioni a nannofossili calcarei studiate in questo membro riconducono alle biozone MNP22-MNP25b di età Oligocene inferiore-Oligocene superiore (Rupeliano-Chattiano). La parte bassa, infatti è caratterizzata dalla presenza di comuni *R. umbilica*, *Dictyococcites bisectus (*HAY, MOHLER & WADE, 1966) BUKRY & PERCIVAL, (1971), *Dictyococcites scripsae* BUKRY & PERCIVAL (1971) associati a frequenti *Reticulofenestra daviesii* (HAQ 1968) HAQ (1971), *Coccolithus pelagicus* (WALLICH, 1877) SCHILLER (1930) *Cyclicargolithus floridanus* (ROTH & HAY, 1967) BUKRY (1971) e *Cyclicargolithus abisectus* > 10 µm. (MÜLLER, 1970) WISE (1973). Più rari *Discoaster tanii* BRAMLETTE & RIEDEL (1954), *Chiasmolithus altus* BUKRY & PERCIVAL (1971), *Helicosphaera euphratis* HAQ (1966) e

PROGETTO CARG

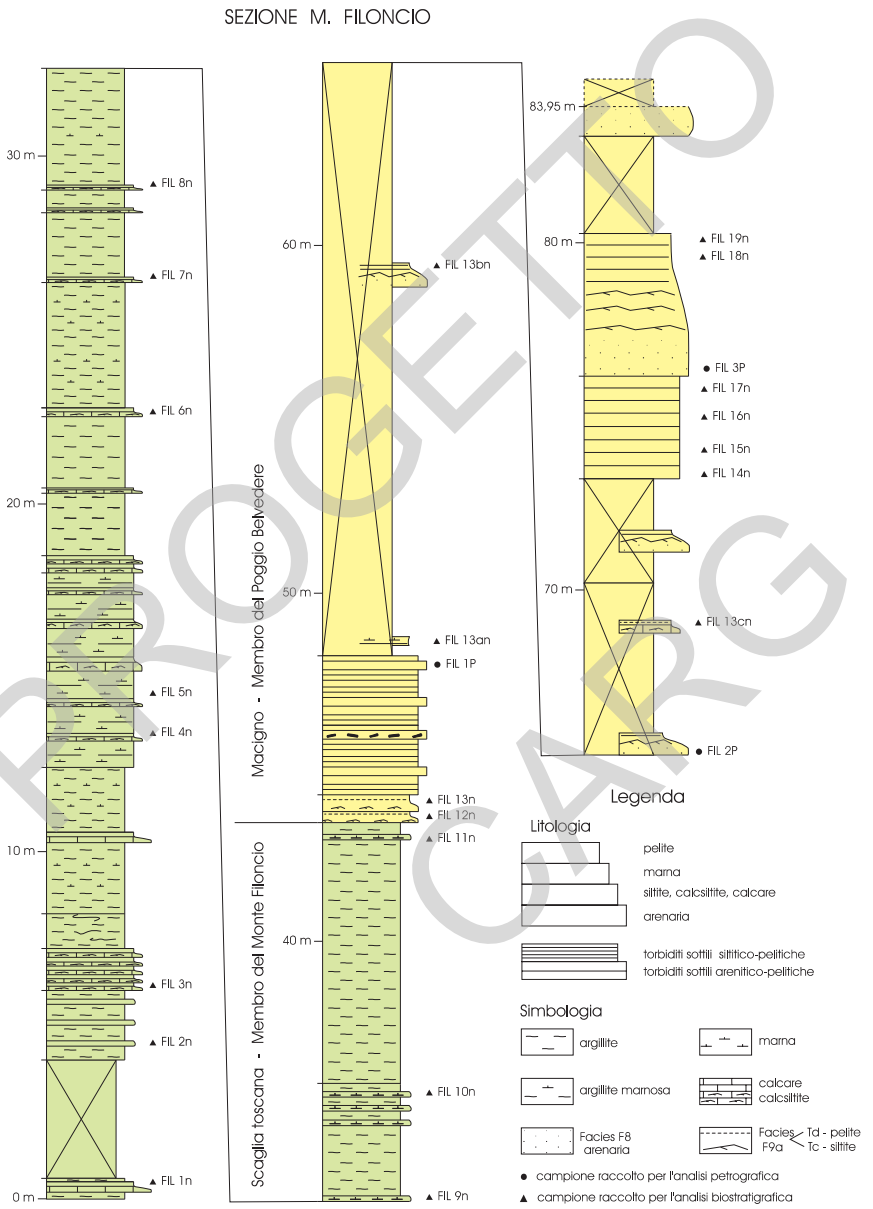

Fig. 9 - *Sezione stratigrafica misurata in corrispondenza del passaggio tra Scaglia toscana (Membro di Monte Filoncio) e Macigno (Membro di Poggio Belvedere) nei pressi di M. Filoncio.*

PROGETTO CARG

Helicosphaera compacta Bramlette & Wilcoxon (1967). Questa associazione è caratteristica della Biozona MNP 22 di età oligocenica inferiore (Rupeliano).

Nei campioni successivi l'assenza di *R. umbilica* e *E. formosa* e la presenza di comuni *D. bisectus*, *D. scripsae*, *C. pelagicus*, associati a frequenti *C. abisectus* > 10 µm, *Helicosphaera recta* Haq (1966), *H. compacta*, *Helicosphaera perch-nielseniae* Haq (1971) e scarsi *Sphenolithus distentus* (Martini, 1965) Bramlette & Wilcoxon (1967), permette di individuare la biozona MNP23. Successivamente la comparsa e comune presenza della specie guida *Sphenolithus ciperoensis* Bramlette & Wilcoxon (1967) riconduce alle biozone MNP24 e MNP25a (Chattiano). Nei campioni corrispondenti alla parte alta del membro, la scomparsa di *S. ciperoensis* associata alla presenza di comuni *D. bisectus*, *D. scripsae*, *C. abisectus*, *C. floridanus* e *C. pelagicus* permette di riconoscere la biozona MNP25b (Chattiano).

Rupeliano p.p.-*Chattiano* p.p.

3.1.2. - *Macigno* (**MAC**)

La formazione è stata indicata nella letteratura mediante i seguenti sinonimi (sono riportati solo quelli più significativi): Complesso "A" e Complesso "B", Signorini (1936); Macigno: (Merla, 1951) Costa *et alii* (1991); Arenarie del Trasimeno, Nardi & Tongiorgi, (1962); Macigno A e Macigno B, Losacco (1963); Arenarie di Pracchiola, Zanzucchi (1964); Formazione di Londa, Merla *et alii* (1967); Macigno del Chianti, Iacobacci *et alii* (1970); Macigno del Mugello, (Cipriani & Malesani, 1964) Iacobacci *et alii* (1970); Arenarie del M. Cervarola, Dallan Nardi & Nardi (1974); Arenarie del Falterona-Trasimeno, Damiani *et alii* (1992).

Come già specificato in precedenza la formazione è stata suddivisa in tre membri, tenendo conto delle variazioni del rapporto A/P, della grana delle areniti e delle facies sedimentarie che sono rappresentate nelle torbiditi stesse. Le areniti del Macigno sono generalmente delle arenarie pure (diagramma NCE-CE-NCI+CI di Fig. 10) costituite prevalentemente da quarzo (41-55%) e granuli feldspatici (30-43%), presenti principalmente come cristalli singoli o in frammenti di rocce plutonico-gneissiche a tessitura grossolana (costituite cioè da cristalli di dimensioni superiori a 0,0625 mm). Dal diagramma Q-F-L+CE di figura 10 si può constatare che si tratta di areniti feldspatiche e litofeldspatiche (*sensu* Dickinson, 1970) che composizionalmente cadono nell'area che in letteratura è stata generalmente attribuita al Macigno. I campioni PI2P-PI11P-PORT1P-S308-B282-FIL3P, raccolti nei Membri di Poggio Belvedere e Lippiano, sono classificabili come calcareniti e areniti ibridi (*sensu* Zuffa, 1985) in cui i componenti principali dello scheletro sono costituiti da bioclasti (*Lepidocyclina* sp., *Amphistegina* sp.,

PROGETTO CARG

Operculina sp., *Nummulites* sp., *Spiroclypeus* sp., *Heterostegina* sp., *Miogypsinoides* sp., globigerinidi, globorotalidi, briozoi, echinidi, alghe rosse) e intraclasti carbonatici (micriti, biomicriti, spariti, oospariti). L'analisi della composizione dei frammenti litici a tessitura fine (fig. 10) delle arenarie del Macigno ha messo in evidenza la presenza di un trend composizionale determinato da un aumento del contenuto in frammenti litici metamorfici nella parte alta della successione. Infatti nei Membri di Molin Nuovo e Belvedere la composizione della frazione litica è Lm77Lv14Ls+CE9 mentre nel membro di Lippiano è Lm88Lv8Ls+CE4. Questo risultato è perfettamente in accordo con l'evoluzione stratigrafica della composizione dei frammenti litici proposta, in lavori recenti, per le successioni torbiditiche oligo-mioceniche dell'Appennino settentrionale (MEZZADRI & VALLONI, 1981) COSTA *et alii* (1991-1993-1997) ANDREOZZI & DI GIULIO (1994). I dati composizionali relativi al Macigno risultano comunque anche in questa zona significativamente diversi da quelli attribuiti in letteratura alle Arenarie del M. Cervarola, caratterizzate sempre da contenuti in Ls significativamente maggiori (ANDREOZZI & DI GIULIO, 1994) BOTTI *et alii* (in stampa).

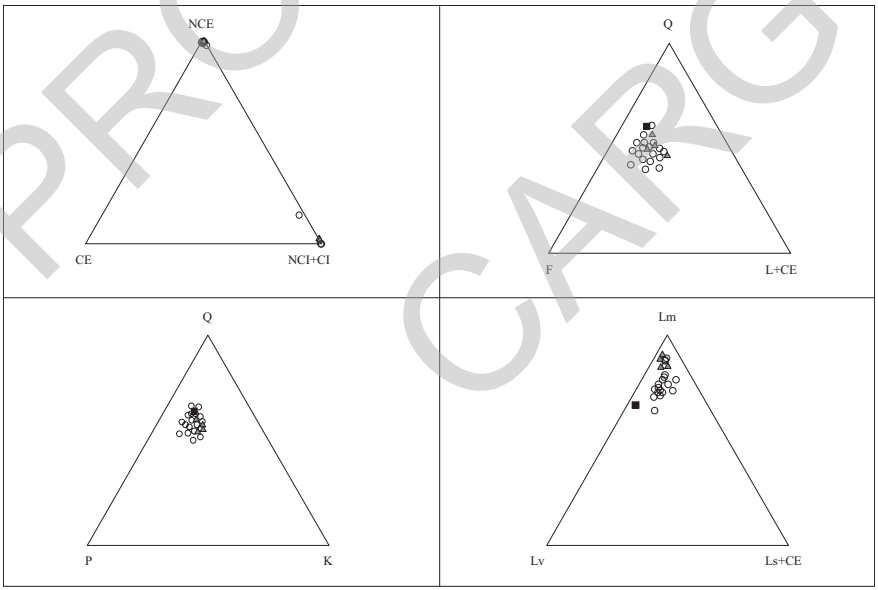

Fig. 10 - *Petrografia delle areniti (diagrammi composizionali: Extrabacinali Non Carbonatici-Extrabacinali Carbonatici- Intrabacinali Carbonatici e Non Carbonatici; Quarzo-Feldspato-Litici+Carbonati Extrabacinali; Quarzo-Plagioclasio-Kfeldspato; Litici a grana fine metamorfici-vulcanici-sedimentari) del Macigno (quadrati neri: Membro del Molin Nuovo; triangoli grigi: Membro di Poggio Belvedere; pallini bianchi: Membro di Lippiano.*

PROGETTO CARG

3.1.2.1. - Membro di Molin Nuovo (**MAC$_1$**)

Le arenarie di questo membro affiorano diffusamente lungo la strada che sale da Tuoro verso Lisciano Niccone, nelle Cave Borgia, presso Case Volpaie e Case Caldesi, nel versante di NW del Monte Sorbena; lungo la strada Umbro Cortonese, nei pressi di Castel Giraldi e del Passo della Cerventosa, al Poggio le Liane, al Monte della Croce, lungo il versante orientale di Monte Castel Giudeo e alla sommità dell'Alta S. Egidio.

Il membro del Molin Nuovo è caratterizzato da potenti bancate arenacee, spesso amalgamate e lateralmente abbastanza discontinue che si susseguono in modo relativamente monotono. Le intercalazioni argillitico-marnose sono del tutto subordinate e quasi assenti, come pure gli strati calcarenitico-marnosi. Considerando differenti spezzoni del membro il valore più basso del rapporto arenite/pelite è prossimo a 3, ma frequentemente può raggiungere valori anche superiori a 50. Nella parte superiore del membro la stratificazione è più distinguibile rispetto alla parte inferiore e sono presenti intervalli pelitico marnosi di spessore non superiore a 15 cm. Lo spessore degli strati varia normalmente da uno a vari metri. Vi sono ben rappresentate le Facies F5 ed F6 di Mutti (1992).

Si tratta, nel primo caso, di intervalli spessi anche alcuni metri che presentano aspetto massivo, grana mediamente molto grossolana e clasti eterometrici fino ad alcuni mm di diametro; nel secondo caso di areniti a grana grossolana, relativamente ben classate e interessate da una stratificazione incrociata a grande scala. Alla base di alcuni strati sono presenti controimpronte, principalmente *flute* e *groove cast*.

Nella porzione inferiore del membro sono stati osservati localmente uno o due strati calcarenitici di circa 50 centimetri di spessore. Il passaggio al membro sovrastante avviene per alternanze ma piuttosto rapidamente. Lo spessore massimo di questo membro è stato valutato in circa 600 m. Si tratta di depositi torbiditici di avanfossa tipici di lobi arenacei e con rarissime intercalazioni di frangia di lobo.

Nell' affioramanto in prossimità di Colle Campana, che rappresenta la zona più esterna di deposizione di questo membro, è stato raccolto un unico campione in cui si è rinvenuta un'associazione a nannofossili calcarei caratterizzata da abbondanti *C. floridanus* e *C. pelagicus*, frequenti *D. bisectus*, *C. abisectus* < 10 µm, *Dictyococcites* spp., *H. euphratis*, *H. perch-nielseniae*, più rare *H. recta* e *R. daviesii*; tra gli sfenoliti sono presenti abbondanti *Sphenolithus moriformis* (Brönnimann & Stradner, 1960) Bramlette & Wilcoxon (1967) e rari *Sphenolithus conicus* Bukry (1971). Nel conteggio effettuato su un totale di 50 forme, appartenenti al genere *Sphenolithus,* è stata rilevata la presenza di un unico esemplare di *S. ciperoensis* che verosimilmente è da ritenere rimaneggiato. Risultati analoghi erano stati ottenuti dalla campionatura nel Foglio 289 "Città di Castello".

Nella sua zona più esterna di affioramento questo membro è dunque riferibile alla biozona MNP25b dell'Oligocene superiore.

Chattiano p.p.

PROGETTO CARG

3.1.2.2. - Membro del Poggio Belvedere (**MAC_2**)

I migliori affioramenti delle arenarie di questo membro si hanno nei pressi di Tuoro sul Trasimeno, lungo la strada per il Valico di Gosparini, in prossimità del Passo della Cerventosa, lungo il versante occidentale del Monte della Croce tra le località di Aiola ed Acquaviva, lungo i versanti occidentali di Monte della Piana e Monte Trebbio, in località Bagnolo, lungo i versanti occidentali e settentrionali di Monte Castel Giudeo, nell'alta valle del T. Nestore tra Poggio Alto e Poggio Tondo.

In questo membro pacchi di torbiditi più grossolane e in strati spessi si alternano con livelli di torbiditi più sottili. Nella parte bassa del membro prevalgono pacchi di torbiditi con un rapporto A/P maggiore di 1 mentre nella parte superiore aumentano progressivamente gli intervalli con rapporto A/P minore di 1. Sono presenti fin dalla parte bassa del membro megatorbiditi con intervallo basale calcarenitico o ibrido, spesso in genere meno di un metro, e tetto marnoso.

A partire da questo membro, cominciano anche a comparire intervalli centimetrici o decimetrici di *black shales*. Nelle sequenze di torbiditi più grossolane la base degli strati è rappresentata da facies caratterizzate da grana abbastanza grossolana: la Facies F6 di Mutti (1992) a lamine incrociate, la Facies F7 caratterizzata da piccoli tappeti di trazione e la Facies F8 a struttura gradata sono le più frequenti. Nel complesso, procedendo dalla base al tetto del membro, si assiste a una progressiva diminuzione dello spessore degli strati arenacei e alla contemporanea diminuzione della grana delle arenarie. Nella parte inferiore del membro prevalgono le torbiditi con Facies basale F6-F7 mentre nella parte sommitale prevalgono le Facies F8-F9 e si rilevano strati con livelli a lamine convolute.

Nei pacchi a torbiditi più sottili sono abbastanza comuni strati a grana arenitica media o grossolana anche se la maggior parte di questi strati è costituita da sequenze di tipo T_{ce}. *Flute cast*, *groove cast* e altri tipi di impronte sono frequenti alla base degli strati (fig. 11). I *flute cast* indicano mediamente correnti da NW.

Questo membro poggia stratigraficamente sul membro di Molin Nuovo nell'area occidentale del foglio sulla Scaglia toscana (membro di Monte Filoncio) nell'area più orientale.

Il passaggio stratigrafico con il sovrastante membro MAC_3 è stato cartografato in varie zone in coincidenza di uno strato arenaceo spesso circa 3 metri, a granulometria basale grossolana, che in vari affioramenti è seguito da uno *slurry bed* spesso circa 1 metro. Lo spessore massimo di questo membro è valutabile in circa 300 m. La successione di avanfossa del membro del Poggio Belvedere è caratterizzata da torbiditi di frangia di lobo associati a più sporadiche torbiditi di lobo arenaceo.

Nella zona interna, come risulta dalle Sezioni Pierle 1 e 2, Ansina 1 e Ansina 2

PROGETTO CARG

Fig. 11 - *Contro-impronte di corrente (*flute cast*) presenti alla base di uno strato del Macigno (Membro di Poggio Belvedere) affiorante lungo la Strada Provinciale di Val di Pierle.*

il membro è riferibile alla biozona MNP25a (Chattiano) per la presenza di frequenti *S. ciperoensis* in associazione con rari *S. conicus*, abbondanti *C. floridanus*, *C. pelagicus*, frequenti *Clausicoccus fenestratus* (Deflandre & Fert, 1954) Prins (1979), *D. bisectus*, *Reticulofenestra minuta* Roth (1970), *C. abisectus* < 10 µm, *R. daviesii*; tra gli elicoliti frequenti *H. euphratis*, più rare *H. perch-nielseniae* e *H. recta*. In alcuni campioni raccolti nella parte basale della Sezione Pierle, che rappresenta la base del membro, sono stati rinvenuti rari esemplari della specie *S. distentus* che sono stati considerati rimaneggiati.

Nella zona esterna (Sezione M. Filoncio), dove questo membro poggia direttamente sulla Scaglia toscana, i campioni hanno mostrato, fin dalla base del membro, associazioni a nannofossili calcarei costituite principalmente da abbondanti *C. floridanus* e frequenti *C. pelagicus*, *Dictyococcites* spp., *Reticulofenestra* spp.; più scarsi *R. daviesii*, *H. euphratis*, *Sphenolithus dissimilis* Bukry & Percival (1971), rare *Helicosphaera carteri* Wallich (1877) Kamptner (1954). La specie *D. bisectus* è assente o presente in percentuali inferiori all'1% (MNN1). La presenza, seppur discontinua, di rari esemplari della specie guida *Sphenolithus delphix* Bukry (1973) nei campioni della parte alta della sezione M. Filoncio, che rappresenta comunque la parte bassa del membro in questa zona esterna, ha permesso il riferimento alla Subzona MNN1b che approssima il limite Chattiano-Aquitaniano.

Chattiano p.p.-*Aquitaniano* p.p.

PROGETTO CARG

3.1.2.3. - Membro di Lippiano (**MAC_3**)

Le arenarie silicoclastiche di questo membro affiorano con buone esposizioni lungo la Valle del T. Ansina (Sezione Ansina 3) , lungo la strada Portole Cortona (Sezioni Portole 1 e 2), lungo la Valle del T. Aggia, nei pressi della Torre dei Mandarini, a Sud di San Leo Bastia, lungo il versante occidentale tra Monte della Piana e Monte Trebbio, in località Bagnolo, lungo i versanti occidentali del Monte Castel Giudeo ed il versante orientale dell'Alta S. Egidio e lungo la strada fra Portole e Cantalena. Il membro è caratterizzato da prevalenti livelli di torbiditi a strati sottili, di spessore decametrico, con spessore medio degli strati di circa 10-30 cm e da un rapporto A/P sempre < 1, in genere variabile fra 1/4 e 1/8.

Gli strati arenacei di spessore superiore al metro sono rari e generalmente non organizzati in megasequenze. Tutti gli strati sono caratterizzati da grana fine, anche negli intervalli basali, e prevalgono le sequenze T_{cd} di BOUMA. Sono presenti livelli di argilliti verdognole (a volte i livelli pelitici, di colore verdastro, diventano predominanti come nei pressi di Montanare) o nere di spessore centimetrico, più raramente decimetrico (come lungo la Strada umbro-cortonese poco a valle del bivio per I Salci) e torbiditi calcarenitico-marnose con spessori da pochi cm a 3-4 m. Il rapporto calcarenite/marna all'interno di ciascuna torbidite carbonatica è generalmente 1/2-1/3 e mai superiore a 1/7-1/8. Fra le torbiditi carbonatiche lo Strato Col de Mura (**cd**) è composto da una parte calcarenitica spessa 7.5 m, seguita da una coda marnosa spessa 4.30 m. La calcarenite basale ricca di bioclasti ha alla base grana molto grossolana eterometrica (Facies F5 di MUTTI, 1992) con *clay chips* centimetrici. Un megastrato calcarenitico-marnoso, dello spessore superiore ai 4 metri, che è stato correlato, sia pure con qualche dubbio, con lo Strato Col de Mura, è intercalato nella parte inferiore del membro lungo il versante di SE di Monte Melello e ben esposto lungo la Strada umbro-cortonese in prossimità di Portole (fig. 12). In tale sezione oltre alla megatorbidite carbonatica sopra descritta si rinvengono altre tre torbiditi calcarenitico-marnose, di spessore minore, separate da livelli metrici di peliti con uno strato arenaceo di circa 1 metro che separa i livelli calcarenitici inferiori.

Lungo il versante di SE di Monte Melello, fino alla valle di Montanare, sono stati cartografati tre potenti depositi da *slumping* (due di essi per una lunghezza di circa 6 km). Gli affioramenti sono ottimamente esposti lungo la Strada umbro-cortonese, tra Castel Giraldi e Portole. Il *megaslump* stratigraficamente più basso è ben visibile circa un chilometro a sud di Portole e si prolunga poco a valle della Località Piantata e presso Case Molba (fig. 13).

Il secondo *megaslump*, si rinviene lungo la Strada umbro-cortonese, nel tratto immediatamente a monte della località I Salci, altri affioramenti si trovano lungo la pista antincendio a valle della Località Piantata e in corrispondenza della terminazione del Rio del Bagno (a Ovest di Case Molba).

Il terzo *megaslump*, stratigraficamente superiore agli altri, si trova circa un

PROGETTO CARG

chilometro a monte di Castel Giraldi. I litotipi che compaiono nei depositi da *slumping* sono litologicamente analoghi a quelli dei normali depositi torbiditici di questo membro, risultano cioè rappresentati in prevalenza da arenarie molto fini, siltiti e peliti più o meno marnose, in strati sottili contorti e smembrati. Al di sopra di ogni deposito da *slumping* la ripresa della sedimentazione torbiditica è contrassegnata dalla presenza di locali livelli a grana più grossolana che riempiono le piccole depressioni morfologiche createsi al tetto degli *slumping* stessi.

Lo spessore massimo di questo membro è di circa 600 m. Si tratta prevalentemente di depositi torbidici di frangia di lobo cui si associano, nella parte alta, megaslump probabilmente da mettere in relazione a movimenti tettonici legati sia all'avanzamento dell'antistante prisma orogenico sia alla propagazione del *thrust* basale che porta la successione toscana ad accavallarsi sulle successioni del Dominio umbro-marchigiano.

Le associazioni a nannofossili della Sez. Ansina 3, che rappresenta la base di questo membro, hanno permesso di individuare la biozona MNP25b (Chattiano). Sin dalla base della sezione infatti si rinvengono associazioni caratterizzate da comuni *D. bisectus*, *D. scripsae*, *C. abisectus* < 10 μm in associazione con abbondanti *C. floridanus* e *C. pelagicus* e più rari *R. daviesii* e *S. conicus*; tra gli elicoliti comuni *H. euphratis* e *H. perch-nielseniae*. In qualche campione è stata rilevata la presenza di rari esemplari della specie *S. ciperoensis* la cui presenza è

Fig. 12 - *Megastrato calcarenitico-marnoso correlato con lo Strato Col de Mura esposto lungo la Strada umbro-cortonese in prossimità di Portole.*

PROGETTO CARG

verosimilmente legata a fenomeni di rimaneggiamento sempre piuttosto evidente in questi tipi di deposito.

La parte alta del membro, studiata nella sezione Portole, presenta associazioni a nannofossili calcarei caratterizzate da abbondanti *C. floridanus*, frequenti *Dictyococcites* spp., *R. minuta*, *Reticulofenestra minutula* (Gartner, 1967) Haq & Berggren (1978), e *C. pelagicus* associati a scarse *H. euphratis* e rari *S. dissimilis* e *S. conicus*. La presenza, seppur discontinua di rari esemplari della specie guida *Sphenolithus disbelemnos* Fornaciari & Rio (1996) ha permesso l'attribuzione alla Subzona MNN1d (Aquitaniano).

Chattiano p.p.-*Aquitaniano* p.p.

Fig. 13 - Megaslump *nel Macigno (Membro di Lippiano) affiorante lungo la Strada umbro-cortonese, tra Castel Giraldi e Portole*

PROGETTO GRG

4 - DOMINIO UMBRO-ROMAGNOLO

4.1. - Successione stratigrafica dell'unità tettonica Rentella *Auct.*

Nella zona compresa fra S. Bartolomeo dei Fossi e M. Rapille, per una lunghezza di circa 6.5 km, la Falda toscana si accavalla su una successione arenacea (costituita prevalentemente da torbiditi in strati sottili a grana fine) che occupa una fascia larga in media circa 800 m, che a sua volta sovrascorre sul bordo interno della Formazione Marnoso-Arenacea Umbra (MUM_1). Questa fascia di arenarie, indicata in questa sede come Formazione della Montagnaccia, si ricollega verso sud alla successione che nella letteratura geologica è stata indicata come "Formazione del M. Rentella" (Signorini *et alii*, 1967) Brozzetti *et alii* (2000). Nella zona tipo questa successione è stata suddivisa in tre unità stratigrafiche, considerate membri, dal basso: "marne varicolori del M. Rentella" (MNP25b-MNN1d), "marne silicee del M. Sperello" (MNN1d-MNN2a) e "arenarie di Castelvieto" (MNN2a-MNN2b).

Fra le altre possibilità gli A.A. prospettano quella di una correlazione fra la successione del M. Rentella e la successione del M. Cervarola *Auct.*.

Come ipotesi alternativa, sulla base dei dati emersi da questo rilevamento e dal confronto stratigrafico fra le successioni tipo Rentella e quelle tipo Cervarola (che non risultano significativamente comparabili, al di là dell'età solo parzialmente corrispondente) è stata qui accettata la possibilità che l'"unità del M. Rentella" costituisca, più semplicemente, una scaglia tettonica divelta dalla parte marginale del Dominio Umbro e sovrascorsa sulle successioni umbre più esterne.

La Formazione della Montagnaccia potrebbe essere correlata con le arenarie di Castelvieto di Brozzetti *et alii* (2000). Essa rappresenterebbe, in questa interpretazione, una variazione laterale, particolarmente detritica e infarcita di sedimenti torbiditici, del Bisciaro umbro.

4.1.1. - *Formazione della Montagnaccia* (**REN**)

E' caratterizzata da una sequenza costituita prevalentemente da torbiditi arenacee sottili e a grana fine, siltiti e marne fissili, cui si intercalano strati più spessi (fino a 4-6 m) di solito a grana medio-grossolana, ricchi in mica, discontinui lateralmente, di colorazione giallognola se alterata, grigiastra al taglio fresco. Verso l'alto sembra diminuire il rapporto arenaria/pelite e la porzione fine è costituita da livelli marnosi verdognoli o grigio-chiari. Tutta la sequenza è

PROGETTO CARG

caratterizzata dalla presenza di livelletti calcareo-marnosi arricchiti in silice, talvolta così abbondante da formare delle vere e proprie selci listate scure.

Lo spessore originario non è determinabile perchè la formazione è delimitata da contatti tettonici (con la Falda toscana a est e con la Formazione Marnoso-Arenacea Umbra ad ovest); lo spessore affiorante nell'area della Montagnaccia è pari ad almeno 200 m. Una sezione stratigrafica è stata misurata nei pressi della località tipo (Fig. 14). Si tratta di depositi torbiditici fini di tracimazione cui si associano sedimenti grossolani a geometria lenticolare di *by-pass.*

I risultati dell'analisi petrografica sono riassunti in figura 15. Si tratta di arenarie caratterizzate da una moda detritica omogenea che ricade a cavallo tra i campi composizionali attribuiti da Dickinson (1970) alle areniti feldspatiche e litofeldspatiche (diagramma Q-F-L+CE). Esse sono costituite prevalentemente da quarzo (39-43%) e feldspati (40-44%) presenti principalmente come cristalli singoli e in frammenti di rocce plutonico-gneissiche a tessitura grossolana.

I frammenti litici a frana fine si trovano sempre in percentuali inferiori (17%)e sono generalmenti rappresentati da metamorfiti di basso grado e grani dolomitici.

Alla componente terrigena si trova sempre mescolata una componente bioclastica intrabacinale che può raggiungere anche il 7,3% del totale roccia. Interessante è il risultato dell'analisi dei frammenti litici a grana fine (fig. 15). I campioni studiati, infatti si distribuiscono lungo il lato Lm-Ls+CE in virtù di un evidente arricchimento di litici sedimentari rispetto alle arenarie provenienti dal Macigno. I litici metamorfici (63-48%) sono costituiti essenzialmente da scisti a quarzo-clorite-muscovite e mica microcristallina; i litici carbonatici sedimentari (11-46%) sono dominati da grani carbonatici ed in particolar modo da grani dolomitici. I litici vulcanici sempre presenti in quantità molto scarse (4,4-5,5%) sono rappresentati soprattutto da subvulcaniti e vulcaniti acide. Sulla base della composizione dei frammenti litici a grana fine le arenarie della formazione della Montagnaccia si distinguono nettamente da quelle del Macigno mentre sembrano avere caratteri confrontabili con le arenarie della Formazione Marnoso-Arenacea ad alimentazione alpina Andreozzi & Di Giulio (1994).

Le associazioni a nannofossili calcarei generalmente povere e mal conservate hanno mostrato la presenza di frequenti *C. pelagicus*, *C. floridanus* associati a scarsi *C. abisectus* < 10 µm *Dictyococcites* spp., *S. moriformis*. Nei campioni meglio conservati la presenza di *H. carteri* costantemente dominante rispetto a *H. euphratis* fa collocare presumibilmente questa successione nella biozona MNN2a.

Aquitaniano p.p.-Burdigaliano p.p.

PROGETTO CARG

SEZIONE CASE MONTE RAPILLE

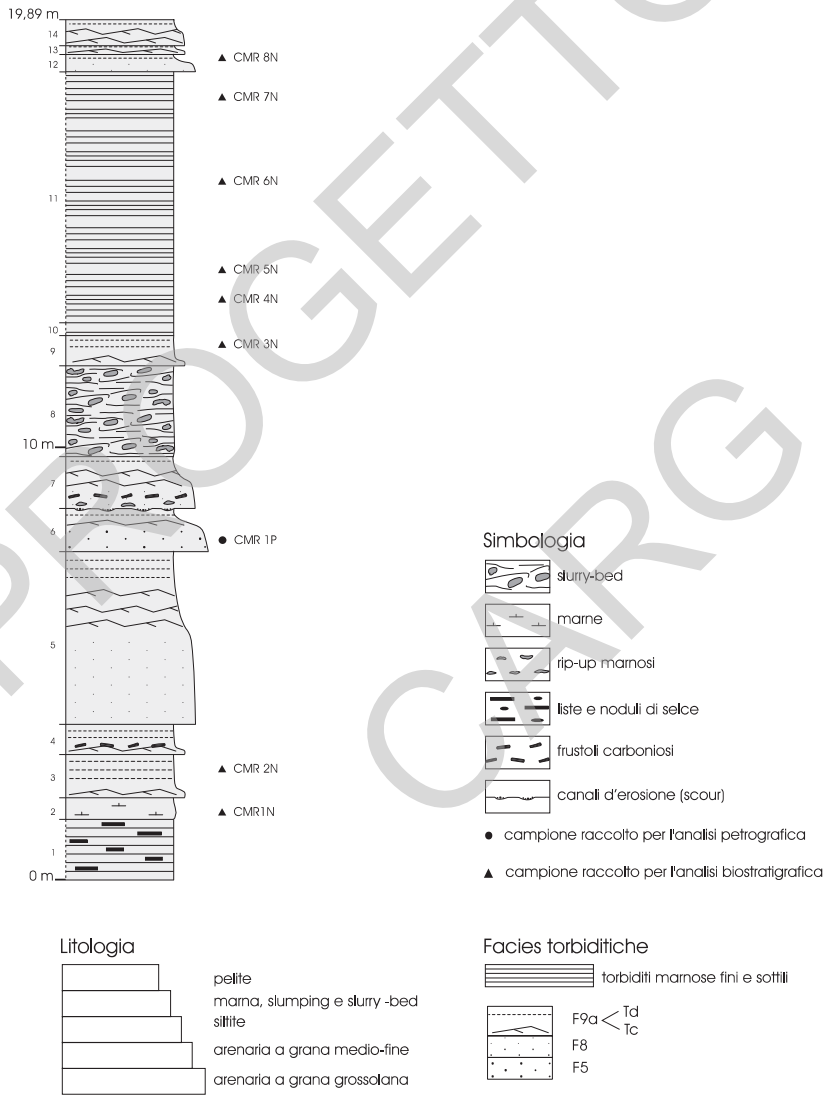

Fig. 14 - *Sezione stratigrafica misurata nella formazione della Montagnaccia nei pressi della località tipo.*

PROGETTO CARG

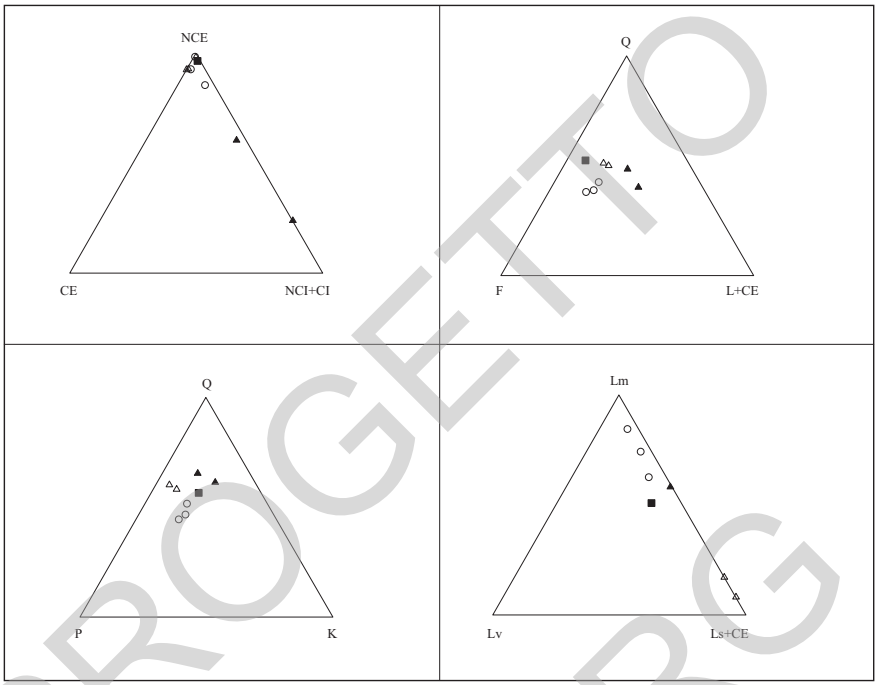

Fig. 15 - *Petrografia delle areniti (diagrammi composizionali: Extrabacinali Non Carbonatici-Extrabacinali Carbonatici- Intrabacinali Carbonatici e Non Carbonatici; Quarzo-Feldspato-Litici+Carbonati Extrabacinali; Quarzo-Plagioclasio-Kfeldspato; Litici a grana fine metamorfici-vulcanici-sedimentari) della formazione della Montagnaccia, della Formazione Marnoso-Arenacea Umbra e della Formazione Marnoso-Arenacea Romagnola (pallini bianchi: Formazione della Montagnaccia; quadrato nero: Formazione Marnosa-Arenacea Umbra; triangoli bianchi: Formazione Marnoso-Arenacea Romagnola - strati ad alimentazione alpina; triangoli neri: Formazione Marnoso-Arenacea Romagnola - Colombine).*

4.2 - Successioni stratigrafica dell'unità tettonica Umbro-romagnola

Le successioni carbonatiche affioranti lungo la dorsale M. Saldo-M. Acuto-M. Gudiolo si differenziano abbastanza nettamente dalla successione umbro-marchigiana tipica, per spessore, caratteri litologici ed età di alcune delle formazioni affioranti. Questo ha portato a considerare le successioni dell'Umbria occidentale (Massicci Perugini, M. Peglia, Catena Amerina) come appartenenti, durante il Giurassico e il Cretaceo, a una zona di alto strutturale relativo, compreso tra il Bacino Toscano e la parte esterna del Dominio Umbro-Marchigiano Centamore *et alii* (1972).. Si fa presente inoltre che le successioni mesozoiche affioranti in quest'area sono note come successioni dei Massicci

PROGETTO CARG

Perugini e si discostano da quelle contemplate nel Catalogo delle Formazioni geologiche italiane presentando particolarità locali come quelle di cui anche ai capitoli 4.2.1. e 4.2.2.

4.2.1. - *Calcare Massiccio* (**MAS**)

Nell'area del Foglio 299 "Umbertide" la formazione non affiora in tutto il suo spessore; gli unici sporadici affioramenti compaiono nella gola del T. Nese e lungo il versante orientale del M. Elceto. Si tratta in genere di *mudstone-wackestone* in strati spessi o mal definiti o più spesso massivi, a luoghi bioclastici, in alcuni casi contenenti oncoliti disperse (*floatstone*). Il colore varia dal bianco, al beige, al grigio-scuro. Nella cava attiva posta poco ad Est di Pian di Nese, lungo la strada per Umbertide, le facies sommitali del Calcare Massiccio sono caratterizzate da *mudstone* nerastri contenenti radiolari, spicole di spugna e foraminiferi bentonici con microfacies già molto simili a quelle della Corniola, ma con stratificazione assente o appena accennata. Tali facies sono state in passato Brozzetti (1987) ritenute affini alle facies di "Corniola Massiccia" Passeri *et alii* (1972). Il contenuto fossilifero è rappresentato comunemente da resti di lamellibranchi, gasteropodi e foraminiferi (*Textularidae, Ammodiscidae*) e resti algali di *Thaumatoporella parvovesiculifera*. Il massimo spessore affiorante è di circa 350 m lungo le propaggini settentrionali della costa del M. Tezio, poco ad est di Pantano. L'insieme delle lito-bio-facies indica un persistente ambiente deposizionale di piattaforma carbonatica, caratterizzato da acque molto basse e protette, prevalentemente subtidale Colacicchi *et alii*, (1970). Il passaggio alla sovrastante Corniola appare, però ed in genere, abbastanza brusco.

In assenza di nuovi dati biostratigrafici, sulla base dei dati di letteratura (orizzonte a *Paltechioceras* nella soprastante formazione Corniola (**COI**)), la formazione è attribuita all' *Hettangiano Sinemuriano* inferiore.

Hettangiano-Pliensbachiano p.p.

4.2.2. - *Corniola* (**COI**)

La Corniola affiora principalmente nella propaggine settentrionale del M. Acuto in corrispondenza del fronte di una cava dismessa alta circa 50 m.

La Corniola è costituita da calcari finissimi (*mudstone*) grigio-scuri a frattura concoide, in strati di 10-50 cm, contenenti liste e noduli di selce bruna o rossastra, cui di solito, e in particolare nella parte alta della formazione, si intercalano peliti di colore verdastro spesse al massimo qualche centimetro. Queste intercalazioni pelitiche evidenziano l'andamento talora lenticolare degli strati calcarei, la presenza di canali d'erosione a piccola scala e l'esistenza di livelli interessati da

PROGETTO CARG

fenomeni gravitativi (*slumping*). Solo sporadicamente sono stati osservati strati finemente calcarenitici, caratterizzati alla base da strutture erosive.

Tali intercalazioni sono tuttavia quantitativamente poco rilevanti se paragonate a quelle osservabili soprattutto nella parte basale della Corniola in molte aree di catena ("Corniola con Marmarone").

La lito-bio-facies prevalente è costituita da un fango a radiolari e spicole di spugna, e rari foraminiferi bentonici (riconoscibili alla lente rare Lenticuline, Lagenidae e Nodosaridae). Il passaggio al sovrastante Rosso Ammonitico è abbastanza netto. Lo spessore della formazione non è direttamente determinabile. Nell'area del M. Tezio DESSAU (1962) lo valuta in circa 100 m. Valori maggiori, pari a circa 150 m, sono stati determinati nell'area di Migiana di M. Tezio, nel corso di recenti lavori di tesi (BROZZETTI, 1987) DI DIO (1995). La lito e biofacies indicano un ambiente di sedimentazione francamente pelagico.

La presenza di un orizzonte a *Paltechioceras* nella porzione inferiore della Corniola affiorante preso Pian di Nese BROZZETTI (1987) indica qui la presenza già del Lotaringiano superiore = Sinemuriano superiore, confermando e precisando il generico riferimento della maggiore parte della formazione al Lias medio COLACICCHI *et alii* (1970).

Pliensbachiano p.p.-*Toarciano* p.p.

4.2.3. - *Rosso Ammonitico* (**RSA**)

Questa formazione è presente in modo molto discontinuo e con spessori molto ridotti. E' stata comunque riconosciuta sopra la parete di cava dismessa con la Corniola, sul versante orientale del M. Acuto e presso la cava attiva di Pian di Nese, dove però è fortemente deformata da un fitto sistema di faglie normali.

La litofacies non è dissimile da quella che tipicamente caratterizza la formazione nell'area umbro-marchigiana. Si tratta di strati calcareo-marnosi da sottili a molto sottili di spessore centimetrico o decimetrico di colore rosa, rosso-mattone o grigio-verdi, con frequente struttura nodulare, cui si alternano argilliti o argilliti marnose rosse di spessore centimetrico. Il passaggio ai Calcari a Posidonia non è mai affiorante. Lo spessore complessivo non è direttamente valutabile nell'area rilevata; valori di 10-20 m sono citati in letteratura nell'area del M. Tezio DESSAU (1956) e in recenti lavori di tesi (MOTTI, 1986) MINELLI *et alii* (1988). L'ambiente è di mare aperto con tendenza ad approfondirsi.

Negli affioramenti di Migiana, M. Tezio e M. Malbe sono state rinvenute abbondanti faune ad ammoniti (PRINCIPI, 1914) BONARELLI (1900), significative dal punto di vista cronostratigrafico, che consentono di ritenere il Rosso Ammonitico dell'Umbria occidentale sostanzialmente isocrono rispetto a quello affiorante nel resto dell'area appenninica. L'età è riferibile all'intervallo *Toarciano* p.p.-*Aaleniano* p.p.

PROGETTO CARG

4.2.4. - *Calcari e marne a Posidonia* (**POD**)

La formazione (indicata in letteratura anche come "calcari e marne a Bositra"), anche se molto deformata, è ben esposta lungo la strada Pantano-Umbertide, circa 300 m ad Est del bivio di Pian di Nese.

Si tratta di calcari marnosi nocciola o grigiastri in strati da 10 a 30 cm, alternati a marne grigie piuttosto friabili. Sono facilmente riconoscibili, anche ad occhio nudo, resti filamentosi riferibili a lamellibranchi pelagici a guscio sottile del genere *Posidonia* (e/o *Bositra,* che alcuni A.A. intendono come sinonimi).

Il passaggio superiore ai Calcari Diasprigni, piuttosto brusco, è ben esposto nell'affioramento sopra citato. Lo spessore della formazione al M. Acuto non è superiore a 30 m. L'ambiente di sedimentazione è pelagico.

Non sono noti studi paleontologici specifici effettuati nell'area in esame.

L'età della formazione è riferita nell'Umbria-Marche, all'*Aaleniano* p.p.-*Calloviano* p.p.

4.2.5. - *Calcari Diasprigni* (**CDU**)

La formazione affiora solo sopra la cava dismessa sul versante NE del M. Acuto con una litofacies piuttosto tipica. E' costituita da calcari selciferi e selci cornee, di colore rosso e verdognolo, in strati sottili e molto sottili, fino a pochi cm di spessore. Lo spessore è stimabile in circa 35 m. Il passaggio alla sovrastante Maiolica è abbastanza brusco. L'ambiente di sedimentazione è francamente pelagico. La formazione è riferita in letteratura al *Calloviano* p.p.-*Titoniano* p.p.

4.2.6. - *Maiolica* (**MAI**)

E' rappresentata normalmente da *mudstone* grigio-chiari a frattura concoide, in strati regolari da sottili a medi (20-50 cm), contenenti liste e noduli di selce bruna e nera.

Sono normalmente presenti radiolari (visibili alla lente), spicole di spugna e calpionellidi. Il passaggio stratigrafico alle soprastanti Marne a Fucoidi è graduale ed avviene prima con la comparsa di sottili intercalazioni argillose, poi con il progressivo sviluppo di marne tipicamente rossicce. Lo spessore della formazione varia da zona a zona: lo spessore stimato al M. Acuto è di circa 130 m, in accordo con i vari A.A. che hanno in precedenza studiato l'area in esame (Ghelardoni & Maioli, 1958) Boscherini *et alii* (1982). Nella gola del T. Nese la formazione sembra avere uno spessore inferiore (circa 80 m). In queste zone dei massicci

PROGETTO CARG

perugini lo spessore della formazione appare comunque notevolmente ridotto rispetto alle aree appenniniche *s.s.*, mentre è confrontabile con quello stimato negli affioramenti delle altre dorsali carbonatiche dell'Umbria occidentale (M. Peglia e dorsale narnese-amerina) (DAMIANI, 1983) BONCIO *et alii* (2000).

L'ambiente di sedimentazione è pelagico. L'età è riferibile, dalla letteratura, all'intervallo *Titoniano* p.p.-*Aptiano* p.p.

4.2.7. - *Marne a Fucoidi* (**FUC**)

La formazione delle Marne a Fucoidi è ottimamente esposta nella cava del M. Acuto lungo la strada Umbertide-Castel Rigone. E' costituita da marne a variabile tenore in calcare, sottilmente stratificate (10-30 cm), di colore grigio, rosso-violaceo o verdastro, ocraceo all'alterazione, alternate a interstrati più pelitici e a straterelli bituminosi scuri. La parte superiore degli strati marnosi è di solito ricca di impronte di fucoidi. Alla lente sono osservabili radiolari e nella parte superiore della formazione piccole rotalipore e ticinelle. Il passaggio alla Scaglia Bianca è graduale e avviene in un intervallo di una decina di metri. La potenza della formazione non supera i 50 m, anche in questo caso inferiore ai valori caratteristici dell'Appennino umbro-marchigiano *s.s.* L'ambiente di sedimentazione era probabilmente costituito da un bacino a circolazione ristretta o euxinico.

Secondo la letteratura la formazione è riferibile alla parte superiore del *Cretaceo inferiore (Aptiano* p.p.-*Albiano* p.p.*).*

4.2.8. - *Scaglia Bianca* (**SBI**)

Ottime esposizioni dell'intera formazione sono visibili nelle cave del M. Acuto e di Galera. La Scaglia Bianca è costituita da calcilutiti bianco-latte, regolarmente stratificate, in strati tra i 10 e i 35 cm contenenti abbondanti intercalazioni di selce bruna, grigio-scura o nera. In sezione sottile queste calcilutiti possono essere classificate come *mudstone*, più raramente *wackestone*, in cui la componente scheletrica è costituita essenzialmente da bioclasti rappresentati da foraminiferi planctonici (*Hedbergella* sp., *Ticinella* sp., *Globigerinelloides* sp., *Rotalipora* sp., *Praeglobotruncana* sp., *Planomalina* sp., *Heteroelicidae* sp.)

Nella Cava di M. Acuto, a 40 m circa dalla base, compare il **Livello Bonarelli,** che presenta uno spessore massimo di 1 metro. Circa 10 m di calcari biancastri seguono verso l'alto il Livello Bonarelli per cui lo spessore complessivo della Scaglia Bianca raggiunge nell'area i 50 m. Il passaggio alla sovrastante Scaglia Rossa è continuo e graduale. L'ambiente di sedimentazione è pelagico.

L'età è riferibile all'*Albiano* p.p.-*Turoniano* p.p.

PROGETTO SARG

4.2.9. - *Scaglia Rossa* (**SAA**)

Anche in questo caso gli affioramenti più completi si hanno lungo la sezione del M. Acuto. La Scaglia Rossa è caratterizzata nella parte inferiore (cretacica) da alternanze fra strati sottili o medi di calcare (normalmente da 10 a 40 cm) di colore rosato o aranciato più o meno intenso e di calcari biancastri simili a quelli della sottostante Scaglia Bianca, in cui però la selce assume una colorazione rosso-amaranto.

Nella parte superiore, paleogenica, la stratificazione è più sottile e sono presenti intercalazioni marnoso-argillose, relativamente più spesse, che presentano un colore in genere rosso-mattone, più intenso di quello del calcare.

In sezione sottile gli strati più calcarei sono classificabili generalmente come *wackestone* DUNHAM (1962), come biomicriti nella classificazione di FOLK (1962), in cui la componente scheletrica è costituita da foraminiferi planctonici. Nella porzione superiore della formazione, la sola campionabile, le associazioni a foraminiferi planctonici (*Subbotina* spp., *Planorotalites* spp., *Morozovella* spp., *Acarinina* sp.p.) a nannofossili calcarei sono risultate estremamente povere ed indicative di un Eocene medio *p.p.* Sono state rinvenute varie specie di: *Globotruncana* (*G. arca*, *G. ventricosa*, *G. linneiana*, *G. stuarti*, *G. fornicata*, *G. lapparenti*, *G. helvetica*, *G. stuartiformis*, *G. conica*, etc.), *Marginotruncana* e *Dicarinella* associati a *Heteroelicidae* nella parte cretacea. Abbondanti globorotalidi e globigerinidi associati a radiolari nella parte paleogenica. I generi più frequenti sono *Subbotina*, *Planorbulina*, *Morozovella* associati a più rare *Acarina*. Nell'area del Foglio 299 "Umbertide" non sembrano presenti le intercalazioni calcarenitiche grossolane e calciruditiche che caratterizzano, a vari livelli stratigrafici, la formazione in altre zone.

Il passaggio alla sovrastante Scaglia Variegata è graduale e viene fatto coincidere convenzionalmente con le prime chiazze a colorazione grigio-verdastra. Lo spessore della Scaglia Rossa è mal valutabile poichè presso le due principali cave di M. Acuto e di Galera, dove lo spessore apparente è superiore ai 100 m, la formazione è intensamente fagliata. Spessori inferiori si desumono dal rilevamento dell'area di M. Valcinella. L'ambiente di sedimentazione è pelagico.

L'età della formazione è compresa nell'intervallo che va dal *Turoniano* p.p. all'*Eocene medio* p.p.

4.2.10. - *Scaglia Variegata* (**VAS**)

E' ben esposta lungo la strada provinciale Umbertide Castel Rigone circa 100 m a monte della cava di M. Acuto. Si tratta di calcari marnosi policromi, grigi,

PROGETTO CARG

rosati o verdastri in strati molto sottili, al massimo di 10 cm, a frattura scheggiosa, con interstrati di marne argillose rosse. In sezione sottile gli strati più calcarei sono classificabili come *wackestone* DUNHAM (1962), biomicriti secondo la classificazione di FOLK (1962), con vari generi di foraminiferi planctonici (*Morozovella* spp., *Acarinina* spp., *Antkenina* spp., *Catapsidrax* spp., *Globigerinatheka* spp.). Mancano intercalazioni calcarenitiche e calciruditiche grossolane. L'ambiente di sedimentazione è pelagico. Il passaggio Scaglia Variegata-Scaglia Cinerea, ben esposto lungo la provinciale Umbertide-Castel Rigone, è graduale ed avviene per alternanze in uno spazio di 7-8 m. Aumenta progressivamente la componente pelitica e si riduce lo spessore medio degli strati anche se, come ha già ha fatto notare DESSAU (1962), la scomparsa della colorazione rossastra e verdastra (e la comparsa dei toni grigi tipici della sovrastante scaglia cinerea), non sembra isocrona nell'area dei massicci mesozoici. Lo spessore di questa formazione, stimato in corrispondenza del Fosso delle Tonne, è di circa 50 m. Nei campioni analizzati le associazioni a foraminiferi planctonici e a nannofossili calcarei sono risultate estremamente povere ed indicative di un Eocene medio *p.p.*

L'età viene attribuita in letteratura all'*Eocene medio* p.p.-*Eocene superiore* p.p.

4.2.11. - *Scaglia Cinerea* (**SCC**)

Anche questa formazione è ben esposta lungo la provinciale Umbertide-Castel Rigone. Da un punto di vista litostratigrafico anche la Scaglia Cinerea del Foglio 299 "Umbertide" mostra caratteri abbastanza differenti rispetto alle aree più esterne. Si osservano, infatti, marne calcaree di color grigio-cenere verso la base, tendenti verso l'alto al verde-marcio, quasi ocraceo all'alterazione. La stratificazione anche se molto sottile (in genere lo spessore degli strati è inferiore al decimetro) è quasi sempre visibile e le aree di affioramento di questa formazione non corrispondono mai a morfotipi calanchivi, elemento molto caratteristico nelle aree più orientali, dove il contenuto in carbonato è più ridotto. Le marne sono classificabili in sezione sottile come *mudstone* o *wackestone*, micriti o biomicriti nella classificazione di FOLK (1962), con vari generi di foraminiferi come *Turborotalia*, *Globoquadrina*, *Globigerina*, *Subbotina* (a spira alta), *Catapsidrax*, *Chilogumbelina* e, rare *Pseudohastigerina*. Nella Scaglia Cinerea del Foglio 299 "Umbertide" sono assenti le intercalazioni di bioruditi a macroforaminiferi e altri resti organici caratteristiche delle aree più esterne. Il passaggio alla formazione del Bisciaro è abbastanza brusco. Lo spessore della formazione, agevolmente valutabile lungo la strada che attraversa il Fosso delle Tonne, è di circa 40 m, ancora una volta molto inferiore rispetto a quello della successione umbro-marchi-

PROGETTO CARG

giana tipica, ma identica a quella riscontrata nelle aree vicine da MINELLI *et alii* (1988). L'ambiente di sedimentazione è pelagico. Alcuni campioni relativi alla porzione superiore della formazione hanno mostrato un'associazione a foraminiferi riferibile alla Zona N4 (Aquitaniano) sulla base della presenza, tra gli altri, di *Paragloborotalia kugleri* BOLLI (1957), *Paragloborotalia opima nana* BOLLI (1957), *Paragloborotalia siakensis* LE ROY (1939), *Turborotalita. uvula* EHRENBERG (1861), *Globoquadrina dehiscens praedehiscens* BLOW & BANNER (1962) e *Catapsydrax dissimilis dissimilis* CUSHMAN & BERMUDEZ (1937) ed un'associazione a nannofossili calcarei caratterizzata da abbondanti *C. floridanus*; frequenti *Dictyococeites productus (*KAMPTNER, 1963) BACKMAN (1980), *R. minuta*, *R. minutula*, *C. pelagicus*. Sono inoltre presenti: *S. dissimilis Helicosphaera euphratis* HAQ (1966), e *S. disbelemnos* che individua la subzona MNN1d (Aquitaniano).

L'età è riferita all'intervallo *Eocene superiore* p.p.- *Aquitaniano* p.p. (NOCCHI, 1961) LUCHETTI (1998) ma in altre aree sembra iniziare dall'*Eocene superiore.*

4.2.12. - *Bisciaro* (**BIS**)

Affiora in tutto il suo spessore nell'ultimo gradone della cava di Galera e lungo il versante occidentale del M. Acuto, sopra la cava. Alla base compaiono straterelli di 15-20 cm di marne scure, molto compatte, e, a volte, veri e propri orizzonti arenacei fini, molto ben cementati e con abbondante glauconite (cima del M. Valcinella). Seguono, per 5-6 m, calcari siltosi o marne, scuri, ocracei in superficie, a silicizzazione diffusa, o con liste di selce nera, a bordi spesso sfumati. Nella parte superiore (mediamente circa 25 m) i calcari risultano più marnosi di quelli sottostanti e aumenta la quantità di marne intercalate. La presenza di selci nere e di orizzonti arrossati, derivati secondo la letteratura dall'alterazione di livelli vulcanoclastici MINELLI *et alii (*1988), sempre molto evidenti anche in cattive condizioni di affioramento, sono gli elementi più diagnostici per il riconoscimento macroscopico della formazione. Non sono state osservate esposizioni tali da consentire di riconoscere l'eventuale presenza degli orizzonti vulcanoclastici "Raffaello" e "Piero della Francesca", descritti in alcune sezioni dell'Appennino AMOROSI (1992). Il passaggio allo Schlier non è di solito ben esposto e in alcuni casi mostra indizi di scollamento. Lo spessore di questa formazione è di circa 30 m. Si tratta di depositi emipelagici di scarpata che marcano l'inizio del regime orogenico nel Dominio umbro-marchigiano. Secondo GUERRERA (1977) l'associazione a foraminiferi benetonici suggeriscono una profondità deposizionale tra i 400 e 700 m. Nei campioni analizzati, per quanto concerne i foraminiferi planctonici, le forme sono, generalmente, rare e

PROGETTO CARG

mal conservate. L'associazione caratteristica, formata da *C. dissimilis dissimilis*, *Globoquadrina dehiscens* Chapman, Parr & Collins (1934), *Zeaglobigerina brazieri* Jenkins (1966), *P. kugleri*, *P. siakensis*, *Globigerinoides immaturus* Le Roy (1939), ricade nelle biozone N4 e N4/N5.

L'associazione a nannofossili, nella porzione inferiore della formazione, è caratterizzata da abbondanti *C. floridanus* da frequenti esemplari riferibili al genere *Dictyococcites, R. minuta*, *C. pelagicus* e rari *S. dissimilis* e *S. disbelemnos*. Nella parte superiore, la presenza di *H. carteri*, rare *Helicosphaera ampliaperta* Bramlette & Wilcoxon (1967) e rarissimi *Sphenolithus* aff. *belemnos* permette di riferire la formazione ad un intervallo compreso tra la subzona MNN1d (Aquitaniano superiore) e la zona MNN3a? (Burdigaliano).

L'età è riferita all'intervallo *Aquitaniano* p.p.-*Burdigaliano* p.p.

4.2.13. - *Schlier* (**SCH**)

La formazione è nota in letteratura anche come Formazione Marnoso-Umbra Nocchi (1961). Essa è ben esposta (anche appena fuori carta) sui versanti occidentale e meridionale del M. Corona e nella zona del M. Cucco.

Lo *Schlier* è costituito da marne e marne argillose, frequentemente molto bioturbate, con contenuto variabile di CaCO3 fra il 50% e il 30% (Nocchi, 1961), di colore grigio, organizzate in banchi spessi e molto spessi dai limiti mal definiti, intercalate a strati molto sottili (fino a pochi cm) di arenarie finissime molto micacee, di colore grigio (giallo-avana all'alterazione) e, subordinatamente, di siltiti grigio-giallastre, facilmente sfaldabili. La frazione calcarea è più abbondante nella parte basale. Verso l'alto aumenta considerevolmente la frazione argillosa e gli affioramenti assumono la caratteristica morfologia calanchiva. Nella porzione sommitale compaiono, con una certa frequenza, strati siltitici spessi fino a 30 cm, a grana più grande di quelli sottostanti e più ricchi in carbonato. La parte alta della formazione, a causa della sua elevata plasticità, è stata sede di intensi fenomeni di scollamento tettonico ed è interessata da una fitta e complessa rete di vene di calcite sincinematica, che frequentemente hanno registrato più eventi di scorrimento, come può essere ben osservato lungo i versanti occidentale e meridionale del M. Corona.

Verso l'alto compaiono con una certa frequenza strati siltitici, fino a 30 cm di spessore, distinguibili da quelli basali perchè meno ricchi in carbonato e a grana più grossolana. Il passaggio alla sovrastante Formazione Marnoso-Arenacea Umbra è molto graduale. Lo spessore dello *Schlier* è quasi sempre difficilmente misurabile. Lungo la provinciale Umbertide-Castel Rigone, tra M. Acuto e M. Filoncio, si hanno apparentemente circa 320 metri di *Schlier*, che

PROGETTO CARG

sono effetto anche della importante, ma difficilmente valutabile deformazione distensiva che interessa la formazione stessa. Nell'area immediatamente a sud del Foglio 299 "Umbertide" sono stati segnalati spessori di circa 200 metri da MINELLI *et alii* (1988). Si tratta di depositi emipelagici sedimentatisi a profondità superiori ai 1000 m DUBBINI *et alii* (1991)

La formazione è attribuibile al Burdigaliano: Biozone N5-N6 della scala a foraminiferi per la presenza di *Globigerinoides trilobus* REUSS (1850), *Globigerinoides. bisphaericus* TODD (1954), *Globigerinoides sacculifer* BRADY (1877) in associazione a *Globigerina praebulloides pseudociperoensis* BLOW (1969), *Globigerinoides triloba altiapertura* BOLLI (1957), *Paragloborotalia acrostoma* WEZEL (1966), *Globorotalia semivera* HORNIBROOK, (1961), *Paragloborotalia mayeri* CUSHMANN & ELLISOR (1939). *C. dissimilis dissimilis*, è molto raro nella parte superiore del suo range stratigrafico, come anche indicato da DAMIANI *et alii* (1997) e alla biozona MNN3a a nannofossili calcarei per la presenza di *Sphenolithus belemnos* BRAMLETTE & WILCOXON (1967) in associazione con frequenti *C. pelagicus, H. carteri*, *Reticulofenestra* spp.; più rari *S. conicus, Sphenolithus calyculus* BUKRYI (1985), *Reticulofenestra pseudoumbilicus* >7µm (GARTNER, 1967) GARTNER (1969) ed *Helicosphaera intermedia* MARTINI (1965).

L'età è riferita al *Burdigaliano* p.p.

4.2.14. - *Formazione Marnoso-Arenacea Umbra* (**MUM**)

4.2.14.1. - Membro di Casa Spertaglia (**MUM$_1$**)

Affiora estesamente con buone esposizioni lungo la valle del T. Nese (Località Pretaccio), lungo la strada Umbertide-Preggio (prima del M. Filoncio) e lungo le valli dei T. Carpina e Lana. E' rappresentata complessivamente da torbiditi marnose di spessore variabile da pochi dm ad alcuni metri, associate con torbiditi arenaceo-pelitiche di colore grigio, nocciola all'alterazione, in strati di spessore variabile fra 10 e 80 cm. Il rapporto A/P è generalmente < 1, talora molto inferiore a tale valore. Rapporti uguali a 1/8 o a 1/10 sono frequentemente osservabili.

La parte basale del membro è caratterizzata da prevalenti torbiditi arenaceo-pelitiche di alimentazione alpina con frequenti *flute cast* da NW, caratterizzate da areniti a grana fine, micacee, a lamine incrociate, in strati di debole spessore (10-40 cm), riferibili alla facies F9a di MUTTI (1992) e da strati più spessi, e più frequenti verso l'alto, a grana medio-grossolana, composizione ibrida e verosimile provenienza trasversale (frequenti clasti verdi, rossi e nerastri, forse derivati dalle successioni liguri, dopo riciclaggio attraverso l'epiligure). La parte più alta del membro è caratterizzata da un acme di frequenza delle torbiditi ibride, di apporto

PROGETTO CARG

trasversale, che culmina con due spessi banchi (entrambi spessi oltre 1 m) con strutture diagenetiche tipo "cogolo". A questi fa seguito, nelle zone circostanti il M. Acuto, un livello a prevalente composizione marno-argillosa, che affiora in modo piuttosto discontinuo e che non è stato possibile distinguere sul terreno.

In via ipotetica è possibile che questa litofacies sommitale sia correlabile con la litofacies MUM_{1b}, distinta nella Formazione Marnoso-Arenacea Umbra del Foglio 289 "Città di Castello". Lo spessore degli strati arenacei di composizione ibrida presenti all'interno del membro di Casa Spertaglia affiorante nelle aree nordoccidentali del Foglio 299 "Umbertide" è generalmente più ridotto, in accordo con la maggiore distalità dei relativi sedimenti. Gli strati a granulometria basale più grossolana (Facies F8 di MUTTI, 1992) appaiono in genere più calcarei. Sulla base di quanto osservato finora gran parte della successione attribuita a questo membro (specialmente nelle zone più interne) potrebbe risultare correlabile con la Litofacies MUM_{1a} del Foglio 289 "Città di Castello". Ricordiamo che il passaggio fra il membro di Casa Spertaglia e il sovrastante membro di M. Casale, osservato nell'area del Foglio 289 "Città di Castello", è graduale ed avviene tramite interposizione di un intervallo in cui sono già abbondanti le areniti a composizione arcosica. Questo intervallo di passaggio è caratterizzato da un rapporto A/P prossimo ad 1. Sopra questa litofacies di transizione le intercalazioni marnose sono assenti o, dove presenti, non superano i 20 cm di spessore. Nella sezione di Monestevole e lungo tutto il versante occidentale del Rio della Costa la parte basale del membro di Casa Spertaglia (corrispondente probabilmente, come detto, alle litofacies MUM_{1a} e MUM_{1b}) ha uno spessore massimo di circa 350 m. Si tratta di una successione di avanfossa caratterizzata da torbiditi con associazione di facies di frangia di lobo. Alcuni campioni per lo studio dei Foraminiferi prelevati lungo il T. Lana hanno fornito un'associazione formata da *Globorotalia scitula praescitula* BLOW (1959), *G. trilobus*, *G. bisphaericus*, *P. siakensis*, *Praeorbulina* aff. *sicana* DE STEFANI (1950), *Globorotalia peripheroronda* BLOW & BANNER (1966) riferibile alle biozone N7 ed N8?. Per quanto riquarda le associazioni a nannofossili calcarei, fin dalla base del membro si osserva la presenza di *S. belemnos* in associazione con: abbondanti *D. productus*, *R. minuta*, *R. minutula*; frequenti *C. pelagicus*, *H. ampliaperta*, *H. carteri*, *Helicosphaera mediterranea* MÜLLER (1981); rari *R. pseudoumbilicus* >7μm ed *Helicosphaera walbersdorfensis* MÜLLER (1974) (MNN3a).

Nella associazione della parte medio-bassa, è assente *S. belemnos* e si rinvengono *Sphenolithus* aff. *heteromorphus,* superiormente si osserva la comparsa di rari *Sphenolithus heteromorphus* DEFLANDRE (1953) (MNN3b), quest'ultima specie diviene comune nei campioni successivi (MNN4a). Quindi si osserva l'ultima presenza comune di *H. ampliaperta* (parte sommitale della biozona MNN4a, Burdigaliano/Langhiano) associata ad: abbondanti *C. pelagicus*

PROGETTO CARG

frequenti *H. carteri*, *S. heteromorphus*, *R. minuta*; rari *D. productus*, *R. minutula*, *Calcidiscus premacintyrei* THEODORIDIS (1984) e *C. floridanus*. La porzione sommitale del membro è interessata da disturbi tettonici che non permettono di riscontrare in modo chiaro la zona MNN4b *(Langhiano inferiore)*.

L'età è riferita all'intervallo *Burdigaliano* p.p-*Langhiano* p.p.

4.2.14.2. - Membro di Monte Casale (**MUM_2**)

Affiora molto limitatamente, solo nella parte nordorientale del Foglio 299 "Umbertide". Dal punto di vista litostratigrafico il membro è caratterizzato da strati spessi o molto spessi di arenarie arcosiche e arcosico-litiche, frequentemente amalgamate. La parte più alta degli strati è talora interessata da fenomeni di collasso gravitativo (*slurry bed*). Le areniti presentano facies F5, F6 e più raramente F8 ed F9a di MUTTI (1992). Il rapporto A/P è sempre molto maggiore di 1. Le rare impronte di fondo (*flute cast*) rilevate, indicano una provenienza dei flussi torbiditici da S-SW.

Le arenarie del membro di Monte Casale, che in letteratura (CHIOCCHINI *et alii*, 1986) sono state considerate l'equivalente distale delle Arenarie di Celle, risultano petrograficamente diverse dalle Arenarie di Celle, essendo caratterizzate (DANIELE *et alii*, in prep.) da un maggior contenuto in k-feldspato ed in frammenti litici sedimentari a grana fine. Il passaggio al sovrastante membro di Vesina, che avviene con una regolare e rapida diminuzione dello spessore, della frequenza e della grana degli strati arenacei, è piuttosto netto. In pochi metri gli strati medi o spessi, arcosici, in facies F6, vengono sostituiti da torbiditi sottili, ad alimentazione alpina, in facies F9a.

Lo spessore complessivo del membro è stato valutato in circa 300 m presso il Convento di M. Casale. Nell'area di questo Foglio lo spessore complessivo non supera i 40-50 m. Si tratta di depositi di avanfossa con associazioni di facies tipiche di lobo e, più raramente, di frangia di lobo.

Al suo interno sono state documentate le biozone MNN4b e MNN5a. Gran parte di questo membro è compreso dentro la zona MNN4b (Langhiano inferiore) poiché chiaramente dentro il Paracme di *S. heteromorphus.* Nella parte sommitale si osserva la presenza comune (fine del paracme) di *S. heteromorphus* con un'associazione in cui risulta ancora particolarmente abbondante *C. pelagicus*; frequenti *H. carteri*, *R. minuta*; rari *D. productus, R. minutula*, *C. premacintyrei*, *Calcidiscus leptoporus* (MURRAY & BLACKMAN 1898) LOEBLICH & TAPPAN (1978), *C. floridanus* e *Discoaster variabilis/exilis* MARTINI & BRAMLETTE (1963). Tale associazione è riferibile alla biozona MNN5a.

Langhiano p.p.

PROGETTO CARG

4.2.14.3. - Membro di Vesina (**MUM$_3$**)

Nell'ambito del Foglio 299 "Umbertide" affiora solo nell'angolo nordorientale per una limitata estensione. Il membro di Vesina caratterizzato dall'alternanza di areniti silicoclastiche, in strati da sottili a medi, a granulometria fine, e di peliti marnose. Il rapporto A/P passa da valori non superiori ad 1/2, in prossimità del contatto con le arenarie del membro di Monte Casale, a valori di 1/10 in posizione appena sovrastante. Il membro è costituito quasi esclusivamente da torbiditi riferibili alla facies F9a, con rare intercalazioni di intervalli in facies F8.

Alle torbiditi sono frequentemente intercalati livelli, da decimetrici a pluridecimetrici, costituiti da una marna siltosa grigio-chiara, talora biancastra all'alterazione superficiale. Livelli simili a questi sono stati da alcuni A.A. (Mutti & Ricci Lucchi 1972) interpretati come depositi emipelagici, ma tale interpretazione sembra contraddetta dalle seguenti osservazioni:

- la grana media di tali livelli è mediamente più grossolana delle peliti sottostanti in facies F9a. Occasionalmente sono stati osservati, alla base, intervalli sabbiosi a granulometria finissima;
- lo spessore dei livelli in questione è talvolta talmente elevato (fino a 50 cm) da far presupporre lunghissime fasi di stasi nella sedimentazione torbiditica;
- le relative associazioni micropaleontologiche sono quasi sempre risultate molto povere ed in cattivo stato di conservazione.

Sulla base di quanto esposto non è a nostro avviso da scartare l'ipotesi che i livelli sopra descritti siano da interpretare come depositi originati da torbide diluite deposte nella piana bacinale della avanfossa langhiana.

Lo spessore affiorante nell'ambito del Foglio 299 "Umbertide" non è superiore ad alcune decine di metri.

L'associazione a foraminiferi planctonici, riferibile alla biozona N9 è composta da *Orbulina suturalis* Bronnimann (1951), *G. peripheroronda*, *G. scitula praescitula, G. bisphaericus*, *Praeorbulina* e rare *Orbulina universa* D'Orbigny (1839).

Questo membro si sviluppa dentro la Zona MNN5 (Langhiano) a nannofossili calcarei; in tutto il membro si osserva un'associazione caratterizzata da abbondanti *D. productus*, *R. minuta*, *R. minutula*; frequenti *C. pelagicus*, *H. carteri*, *S. heteromorphus*. Nella parte inferiore del membro si rinvengono inoltre rare *Helicosphaera waltrans* Theodoridis (1984); nella parte medio alta, nonostante il cattivo stato di conservazione delle nannoflore, si individua la comparsa di *H. walbersdorsfensis* che, in associazione a rare *R. pseudoumbilicus* >7µm, suggerisce una collocazione dentro la Subzona MNN5b.

Langhiano p.p.

PROGETTO CARG

4.2.15. - *Formazione Marnoso-Arenacea Romagnola* (**FMA**)

4.2.15.1. - Membro di Galeata - Litofacies superiore - (**FMA_{4b}**)

Costituisce gran parte del flysch che affiora nel settore nordorientale del foglio. Una sezione stratigrafica è stata misurata negli affioramenti poche centinaia di metri a nord del M. Falcone, una seconda sezione lungo il T. Lana.

E' rappresentato da torbiditi pelitico-arenacee in strati da sottili a molto spessi, con rapporto A/P molto variabile, ma in genere compreso fra 1/4 e 1/8. Le facies più ricorrenti sono le F8 e F9a. Le arenarie hanno composizione diversa a seconda della loro provenienza: silicoclastica da NW, carbonatica da SE o ibrida da SW-SE. La frazione pelitica è costituita prevalentemente da marne siltose di colore grigio, più o meno argillose, spesso interessate da una tipica *intersection pencil structure*, "Stadio D" della classificazione di Ramsay & Huber (1983). E' stata notata la presenza di più livelli anche piuttosto ravvicinati di calcareniti ibride, spesse da 20 cm a 1.5 m (T. Lana), a granulometria medio sottile, che sfumano in alto in peliti calcaree di colore grigio-chiaro, spesso bioturbate che ricordano le "Colombine" Ricci Lucchi & Pialli (1973). Le controimpronte di corrente misurate alla base di questi strati hanno una direzione media di N150° con provenienza da SE.

Lo strato Val di Pierle, che nel sovrastante Foglio 289 "Città di Castello" è visibile fino al suo limite meridionale, passa probabilmente anche nel Foglio 299 "Umbertide" in zone coperte da depositi quaternari o di rocce non affioranti.

Nei pressi di Casellina, lungo il Rio affluente del T. Lana, affiora un megastrato calcarenitico-marnoso spesso alcuni metri. Nella sezione misurata sono presenti due livelli di *pebbly sandstones* a piccoli ciottoli costituiti da un'arenaria apparentemente simile a quella che forma le torbiditi alpine. All'interno di questa litofacies, pochi metri sopra il megastrato ricordato sopra, è stato cartografato un deposito da *slumping*, spesso circa 150 m (fig. 16) che continua largamente anche nei fogli adiacenti. La base di questo deposito gravitativo è rappresentata da strati rovesciati solo leggermente quasi paralleli a quelli diritti sottostanti (la cui giacitura anomala è chiaramente evidenziata anche dalla presenza di un clivaggio incongruo, uguale a quello degli strati dritti); segue una parte centrale molto caotica con strati variamente smembrati, molto spesso immersi in una matrice marnosa; nella parte superiore la deformazione è di nuovo meno accentuata con presenza di strati sia in giacitura dritta che rovescia (vedi Schema Stratigrafico). Il passaggio al membro di Nespoli è graduale. Lo spessore complessivo affiorante del membro di Galeata è di circa 500 m e non se ne vede la base. Si tratta di depositi torbidici bacinali con associazione di facies di frangia di lobo.

PROGETTO CARG

Per l'analisi petrografica sono stati raccolti, lungo il T. Lana, quattro campioni. Dai diagrammi di fig.15 si può constatare che gli strati a provenienza alpina hanno una composizione omogenea e ricadente nel campo delle arenarie pure.

I campioni relative alle "Colombine" sono, invece, delle areniti ibride con una associazione a bioclasti caratterizzata da abbondanti briozoi, echinidi, articoli di crinoidi, frammenti di ostreidi, amphistegine, pectinidi, praeorbuline, *Globigerinoides* spp., miliolidi, globorotalidi, globigerinidi, nodosaridi.

Il contenuto in frazione silicoclastica variabile dal 21% al 60% è rappresentato, nella quasi totalità da cristalli singoli di quarzo, plagioclasio, k-feldspato e frammenti di rocce plutonico-gneissiche. Il diagramma relativo alla composizione dei frammenti litici a grana fine mette in evidenza un elevato contenuto in litici sedimentari (fino al 90% negli strati a provenienza alpina e 41% nelle "Colombine") rappresentati da clasti carbonatici, ed in particolare dolomitici, negli strati a provenienza alpina e argilliti, siltiti nelle "Colombine".

L'associazione a foraminiferi planctonici è generalmente povera e caratterizzata da forme di dimensioni estremamente ridotte (quasi esclusivamente appartenenti al genere *Globorotalia*) e non permette una precisa attribuzione biostratigrafica. Le associazioni a nannofossili calcarei, sui campioni corrispondenti alle sezioni stratigrafiche misurate a nord del M. Falcone e lungo il

Fig. 16 - *Deposito da slumping nella Formazione Marnoso-Arenacea Romagnola (Membro di Galeata - litofacies superiore) affiorante nelle vicinanze di Monte Falcone.*

PROGETTO ARG

T. Lana, hanno permesso di riconoscere le biozone MNN6b e MNN7 del Serravalliano. In particolare campioni corrispondenti alla Sezione del T. Lana hanno mostrato associazioni ricche in nannofossili calcarei caratterizzate dalla assenza di *S. heteromorphus*, abbondanti *Dictyococcites* spp. e *R. pseudoumbilicus* >7µm associati a frequenti *C. pelagicus*, *H. carteri*, *H. walbersdorfensis*, *C. leptoporus*, *C. premacintyrei*, *R. minutula*; queste associazioni caratterizzano la sub zona MNN6b. Nella sezione del M. Falcone la presenza di rari esemplari della specie *Calcidiscus macintyrei* (Bukry & Bramlette, 1969) Loeblich & Tappan (1978) hanno permesso di riconoscere la Biozona MNN7.

Serravalliano p.p.

4.2.15.2. - Membro di Nespoli (**FMA$_8$**)

Affiora per una estensione limitata solo nei pressi di Valliano (angolo NE del foglio) ed è caratterizzato da torbiditi silicoclastiche pelitico-arenacee (facies F9a) in strati sottili o molto sottili (da 5-10 cm a 20-30 cm). Le arenarie micacee e di colore grigio-nocciola hanno grana generalmente fine o al massimo media.

La frazione pelitica è marnoso-argillosa, di colore grigio-piombo ed è spesso interessata dalla struttura *pencil* di intersezione già per il membro precedente.

Il rapporto A/P è in genere compreso fra 1/6 e 1/10. Le alimentazioni da NW risultano dominanti. Passaggio graduale al membro sottostante. Lo spessore massimo del membro è di circa 170 m. Ambiente di avanfossa caratterizzato da torbiditi diluite sedimentatesi nella porzione distale della piana bacinale.

L'associazione a foraminiferi planctonici è generalmente povera e caratterizzata da forme di dimensioni estremamente ridotte (quasi esclusivamente appartenenti al genere *Globorotalia*) e non permette una precisa attribuzione biostratigrafica.

L'associazione a nannofossili calcarei è caratterizzata da: *D. productus*, *Dictyococcites antarticus* Haq (1976) , *R. minuta*, *R. minutula*, *C. pelagicus*, *R. pseudoumbilicus* > 7µm, *H. walbersdorfensis*, *H. carteri*, *Helicosphaera intermedia* Martini (1965), *Coccolithus miopelagicus* (Bukry, 1971) Wise (1973), *C. macintyrei* (Bukry & Bramlette, 1969b) Loeblich & Tappan, 1978), *C. leptoporus*. Tale associazione è indicativa della biozona MNN7.

Serravalliano p.p.

PROGETTO CARG

PROGETTO CARG

IV - TETTONICA

Dai dati raccolti durante il rilevamento e in maniera coerente con l'evoluzione tettonico-sedimentaria di altre zone dell'Appennino settentrionale le successioni affioranti nel Foglio 299 "Umbertide" sono state interessate da una tettonica polifasica che ha avuto come effetti principali:

a) lo scollamento e la tettonizzazione, con formazione di pieghe e *thrust*, della parte terziaria della Falda toscana ed il suo accavallamento sulla parte più interna del Bacino Umbro-Romagnolo;
b) la deformazione compressiva di quest'ultimo, anche in questo caso con formazione di pieghe e *thrust*;
c) la dislocazione dell'edificio compressivo ad opera di sistemi di faglie prima trascorrenti e quindi normali, con la conseguente genesi della depressione tettonica dell'alta Valtiberina.

La descrizione delle strutture tettoniche compressive, espresse principalmente alla scala megascopica da sistemi di *thrust* e relative pieghe, sarà effettuata partendo dalle unità di pertinenza più interna, strutturalmente più elevate, per giungere a quelle più esterne, strutturalmente più basse; verranno quindi descritte le più significative strutture trascorrenti ed estensionali.

1 - UNITÁ TETTONICA FALDA TOSCANA: ASSETTO GENERALE

Come ampiamente illustrato nel Capitolo della Stratigrafia, una delle conclusioni più importanti scaturite dall'analisi delle successioni toscane della parte occidentale del Foglio 299 "Umbertide", in modo analogo a quanto già concluso per il Foglio 289 "Città di Castello", è stata quella che esse vadano riferite alla Scaglia toscana e al vicino Macigno. In particolare della Scaglia toscana affiora solo la parte alta, la formazione del Macigno è invece rappresentata dalla base fino ai suoi termini più alti, di età aquitaniana, come avviene nei settori più occidentali della catena anche a nord dell'Arno.

Da quanto sopra vengono a cadere le argomentazioni di tipo stratigrafico che, facendo coincidere il fronte della Falda toscana con l'allineamento Chianti-M. Cetona, hanno permesso in passato di ipotizzare l'esistenza di una unità tettonica toscana distinta dalla Falda toscana all'esterno di questo stesso allineamento.

La sostanziale identità delle successioni post-eoceniche ad ovest e ad est del M. Cetona impone di considerare il "fronte" del Cetona come un *thrust* minore passante all'interno della medesima unità. La situazione lungo questa trasversale non appare dissimile da quanto può essere osservato più a nord, lungo la trasversale Val di Lima-Valle delle Tagliole (Baldacci *et alii*, 1994) dove la piega "frontale" della Val di Lima, che nell'opinione unanime degli A.A. corrisponde alla struttura del Cetona, non costituisce il limite orientale delle successioni a facies toscana, perchè estesi affioramenti di Macigno compaiono anche a est della struttura stessa (Balzo delle Rose nella Valle del T. Tagliole e zone limitrofe). Da un punto di vista strutturale la Falda toscana delle zone esterne al M. Cetona differisce da quella delle zone interne soprattutto per le seguenti caratteristiche:

- La posizione del *thrust* "basale", negli affioramenti più interni è posizionato al livello delle evaporiti triassiche e negli affioramenti più esterni risale fino al livello della Scaglia toscana e del Macigno.
- La posizione del *thrust* di "tetto" nella Toscana occidentale viene a tagliare, come termine più recente del *footwall,* un Macigno di età Oligocene superiore e negli affioramenti della Toscana orientale e dell'Umbria, la stessa superficie ha al muro un Macigno di età aquitaniana.
- La discontinuità nella successione stratigrafica della Falda toscana nelle zone più interne della Toscana: fenomeno della cosiddetta "serie ridotta" *Auct*. che non ha equivalenti nelle zone più orientali.

Questo insieme di caratteristiche strutturali fa si che lo spessore della Falda sia più alto nella parte centrale della Toscana e si riduca notevolmente sia nelle zone interne che in quelle esterne.

PROGETTO CARG

Sia all'interno della struttura M. Orsaro-Val di Lima-M. Cetona, sia all'esterno della struttura stessa il corpo della Falda toscana è suddiviso in Elementi tettonici minori per lo più delimitati da *thrust* a vergenza padana ma anche, in qualche caso, da *thrust* a vergenza tirrenica.

Per la nomenclatura delle varie scaglie tettoniche che suddividono il corpo della Falda toscana è stata adottata, per quanto possibile, quella già impiegata nel Foglio 289 "Città di Castello", dove le stesse scaglie erano state raggruppate in quattro Elementi tettonici principali, dall'interno all'esterno: Elemento Ansina, Scarzola, Marcignano e S. Sepolcro-Gioiello. Nel Foglio 299 "Umbertide" può essere seguita, per comodità descrittiva, la stessa terminologia, specificando che, nella parte SW del Foglio compaiono, oltre agli elementi sopra ricordati, altre tre scaglie tettoniche principali che verranno nel seguito indicate come Elemento Terontola, Elemento Tuoro ed Elemento Portole. Nel Foglio 299 "Umbertide", inoltre, l'Elemento Scarzola appare suddiviso in due scaglie ben distinte separate da una fascia di successione toscana che si segue in continuità da Poggio della Strada a Mengaccini. Indicheremo nel seguito queste due scaglie tettoniche come Elemento Scarzola A e Scarzola B. Sempre per comodità espositiva, e per le difficoltà che verranno esposte nel seguito, le strutture dell'Elemento Marcignano saranno invece accomunate con quelle dell'Elemento Sansepolcro-Gioiello, indicando tale Elemento come Elemento Marcignano-Gioiello. In conclusione gli Elementi tettonici del Foglio 299 "Umbertide" verranno indicati dall'interno all'esterno come: Elemento Terontola, Elemento Tuoro, Elemento Portole, Elemento Ansina, Elemento Scarzola A e B, Elemento Marcignano-Gioiello.

I loro limiti sono indicati nello schema tettonico allegato alla Carta Geologica.

Ad ognuno di questi elementi principali sono spesso associate scaglie tettoniche minori che danno luogo in certi casi a raddoppi tettonici anche molto fitti e complicati.

Le misure di strato raccolte nella Falda toscana affiorante nel Foglio 299 "Umbertide" e utilizzate per la compilazione dei quattro venticinquemila di base sono riportate nello stereogramma di figura 17; il relativo diagramma di densità (fig. 17) mostra una distribuzione chiaramente bimodale delle misure con due massimi corrispondenti a strati a polarità diretta immergenti di circa 25° verso WSW e di circa 10° verso ENE che corrispondono alla inclinazione preferenziale dei due fianchi delle pieghe associate ai *thrust.* A livello generale esiste anche un'inclinazione assiale preferenziale media delle strutture stesse verso SE.

Le pieghe associate ai *thrust* si rovesciano normalmente verso ENE e le inclinazioni più frequenti dei fianchi rovesci hanno valori compresi fra 30° e 70°, ma esistono anche strutture con verso di rovesciamento verso WSW (vedi avanti). Il totale delle misure raccolte ammette un asse di piegamento medio intorno a N165 6° SE.

PROGETTO CARG

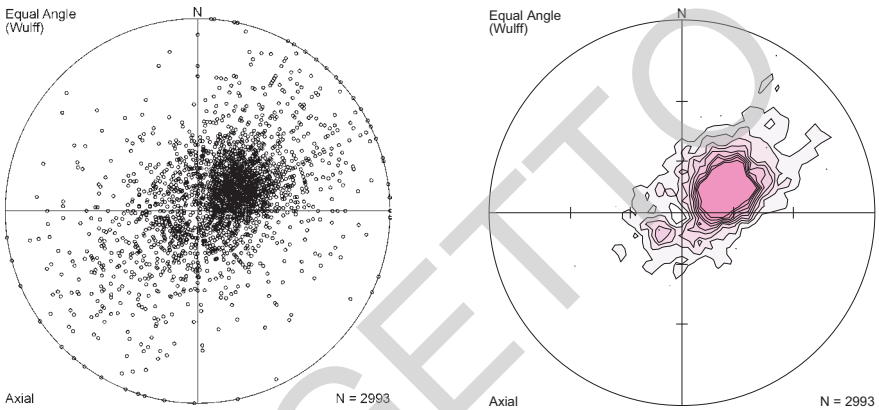

Fig. 17 - *Stereogramma delle giaciture per poli relativa alla Falda toscana e diagramma di densità.*

1.1. - Le principali strutture Megascopiche e mesoscopiche dei vari Elementi tettonici della Falda toscana

Passeremo ora in rassegna le principali strutture compressive di scala megascopica e mesoscopica degli Elementi Tettonici che compongono la Falda toscana affiorante nell'area del Foglio 299 "Umbertide" (fig. 18).

Le sequenze più complete dei vari embrici costituenti il corpo della Falda toscana affiorano nella parte meridionale del foglio, lungo le trasversali che comprendono i dintorni di Terontola e i due versanti del Torrente Niccone.

1.1.1 - *Elemento Terontola*

Il *thrust* basale dell'Elemento più interno (Elemento Terontola) affiora nell'angolo SW del foglio, estendendosi in direzione NW-SE fra Ossaia e il Podere Acquaviva, (circa 300 metri ad ovest, dall'abitato di Sanguineto).

Esso mette in contatto il membro del Poggio Belvedere della formazione del Macigno, al tetto, con il membro di Lippiano, sempre della stessa formazione, al muro.

I poli delle misure di strato raccolte nell'Elemento Terontola sono riportate nello stereogramma di Fig. 19. Esse ammettono un asse di piegamento medio orientato in direzione N130° circa, immergente di 10°-15° verso NW. I poli si distribuiscono in tre massimi principali corrispondenti rispettivamente a strati inclinati di 30°-40° verso SW a strati inclinati di circa 30° verso NE e a strati

PROGETTO CARG

subverticali a polarità diretta con forte inclinazione a NE. Queste misure sono in relazione ad una anticlinale asimmetrica a grande scala, congenere del *thrust* che delimita l'Elemento stesso.

Questa piega è, in parte, visibile lungo la strada che dal Castello di M. Gualandro sale verso Monte Castelnuovo, in corrispondenza del fosso che scende verso il Podere Acquaviva. La parte subverticale del fianco orientale della piega affiora lungo tutte le strade che da Terontola-Riccio-Ossaia salgono verso la cresta morfologica che termina sul poggio di Sepoltaglia. Il piano assiale immerge di circa trenta gradi verso SW.

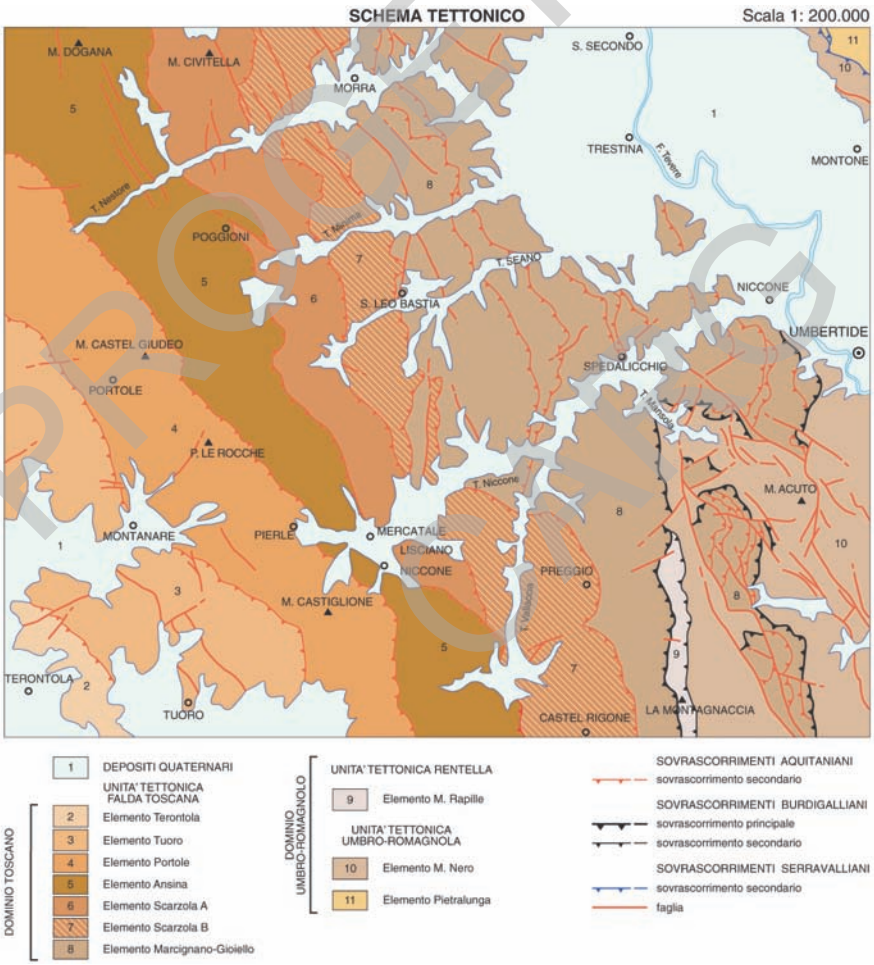

Fig. 18 - *Schema tettonico del Foglio 299 Umbertide.*

PROGETTO CARG

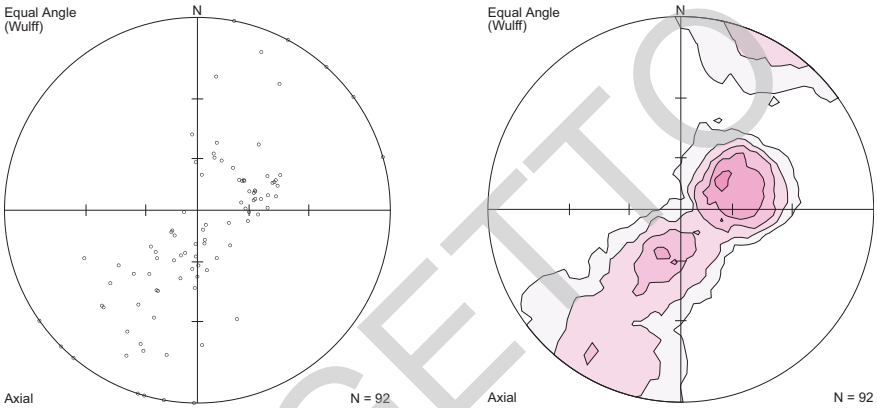

Fig. 19 - *Stereogramma delle giaciture per poli relativa all'Elemento Terontola e diagramma di densità.*

1.1.2. - *Elemento Tuoro*

E' presente nella parte SW del foglio lungo una fascia larga circa 4 km.

Il *thrust* basale dell'Elemento Tuoro è ben visibile nei dintorni di M. Cuculo fino a Sud di Gosparini. Nel tratto compreso fra Podere Renati e La Bandita il *thrust* mette in contatto il membro delle calcareniti di Dudda, litofacies di Montanare, al tetto, col membro di Lippiano, al muro. Nel tratto più settentrionale, fra Case S. Egidio e La Bandita, una scaglia di arenarie del membro di Molin Nuovo costituisce la base dell'elemento sovrascorso, interponendosi fra le argilliti e calcareniti della Scaglia toscana e le arenarie dell'elemento sottostante. Evidenze dirette del *thrust* si hanno lungo la strada che conduce alla Cava di Montanare, poco prima dell'ingresso all'interno della cava stessa.

Le misure di strato appartenenti a questo elemento tettonico sono state raccolte nello stereonet di figura 20, che mostra una distribuzione quasi unimodale, con un massimo di misure corrispondenti a strati dritti inclinati di 20°-40°. Le misure definiscono un asse di piegamento medio di direzione N145°, inclinato di pochi gradi verso NW.

Sono rare le misure relative a strati verticali e rovesciati.

Nella litofacies di Montanare del membro delle calcareniti di Dudda, poco sopra la superficie di sovrascorrimento (cava dismessa di Montanare) sono presenti pieghe chiuse; esse hanno direzione media del piano assiale intorno a N130°-140°e immersione verso SW, variabile da 20° a 40°.

Le arenarie al letto del sovrascorrimento appartenenti ai membri di Lippiano e del Poggio Belvedere (MAC_2 e MAC_3) risultano generalmente fratturate o

PROGETTO CARG

cataclasate nelle vicinanze del sovrascorrimento stesso. Sono anche presenti (La Bandita, Podere Renati, C. Roncaglione) strati verticali, subverticali e rovesciati di direzione compresa fra N120° e N160°. Essi costituiscono il fianco orientale di sinclinali di *footwall* o risultano più o meno divelti dal fianco dritto sottostante.

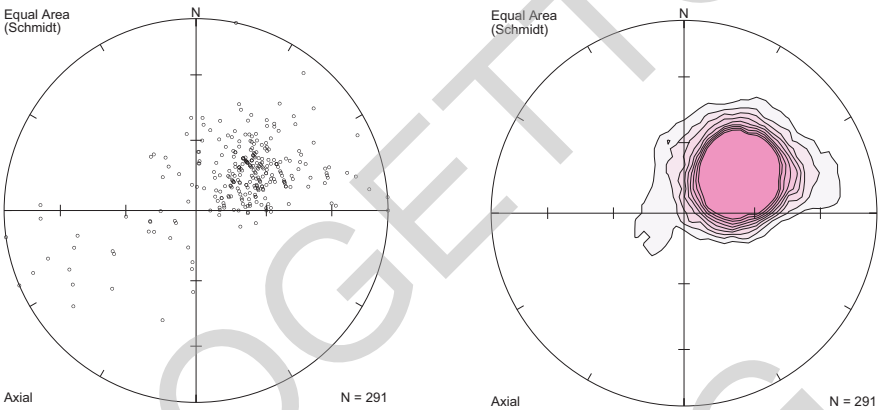

Fig. 20 - *Stereogramma delle giaciture per poli relativa all'Elemento Tuoro e diagramma di densità.*

1.1.3. - *Elemento Portole*

Affiora nella parte occidentale del foglio, in una fascia di direzione N150°, larga approssimativamente dai 3 ai 4 km. Solo la parte meridionale dell'Elemento, a sud di M. Castiglione, ha una direzione più vicino alla meridiana. I poli delle misure di strato raccolte nell'Elemento Portole sono riportate nel diagramma di densità di figura. 21. Esso mostra un asse medio di piegamento disposto in direzione N130° circa, con una immersione assiale di circa 10° verso NW.

Il massimo assoluto delle misure corrisponde a strati diritti, la cui inclinazione varia da 20°-30° verso SW a 0°. Sono evidenti anche due massimi relativi, corrispondenti rispettivamente a strati dritti più inclinati e a strati rovesciati inclinati di 40°-60° ancora verso SW. Queste giaciture sono relative alle megastrutture a vergenza padana. Un gruppo limitato di misure rovesciate rappresenta strati immergenti verso NE. Essi sono relativi alle strutture retrovergenti presenti nell'alta valle del T. Nestore. Nella parte più settentrionale del foglio, fra S. Lorenzo e M. Traforata, l'Elemento Portole sovrascorre sull'Elemento Ansina con superfici di accavallamento che delimitano dei corpi in giacitura rovescia. In particolare al tetto del *thrust* principale sono presenti scaglie di arenarie dei membri di Molin Nuovo e del Poggio Belvedere (MAC_1 e MAC_2) in giacitura rovescia. Al letto dello stesso *thrust* (Elemento Ansina) sono presenti

PROGETTO CARG

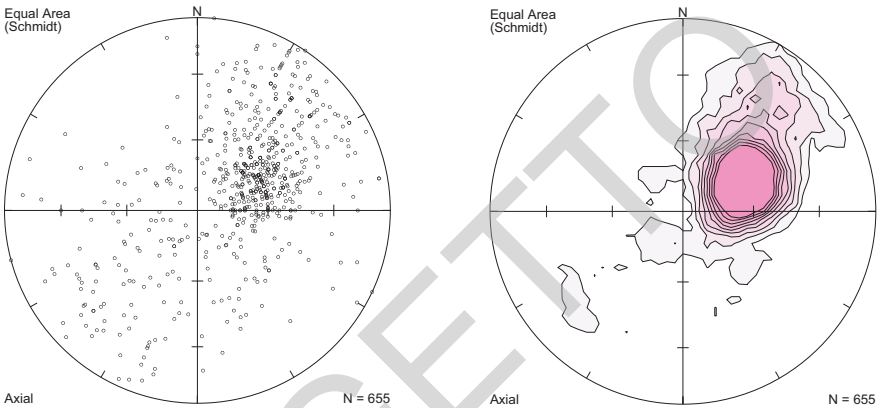

Fig. 21 - *Stereogramma delle giaciture per poli relativa all'Elemento Portole e diagramma di densità.*

scaglie del membro di Lippiano (MAC_3) ancora in giacitura rovescia. Queste ultime sovrascorrono mediante piani secondari sulle arenarie dritte dello stesso Elemento Ansina. Queste lame rovesciate rappresentano probabilmente residui di pieghe con originari fianchi inversi, separati dai rispettivi fianchi dritti da una o più superfici tettoniche minori. La presenza di lembi rovesciati di arenarie del membro di Molin Nuovo (MAC_1) nella parte basale dei vari Elementi strutturali costituisce un motivo strutturale ricorrente anche in altre aree dei Fogli 299 "Umbertide" e 289 "Città di Castello". Il fatto che in questi lembi rovesciati sia implicata preferenzialmente solo la parte inferiore del Macigno (membro di Molin Nuovo-MAC_1) lascia supporre che la parte superiore della successione arenacea (membri del M. Belvedere e di Lippiano-MAC_2 e MAC_3) si sia sistematicamente scollata da quella inferiore durante il processo di formazione delle pieghe e rovesciamento degli strati.

Anche fra Amari e Pierle il *thrust* basale è accompagnato da uno *splay* che comporta una ripetizione della Scaglia toscana e del membro di Molin Nuovo (pro parte).

Nell'abitato di Pierle è stata misurata una mesopiega nella litofacies di Montanare (STO_{4a}) (fig. 22). La piega ha un asse di direzione N77° che immerge di circa 20°-25° verso SW. E' possibile che queste pieghe trasversali, abbastanza comuni nella Scaglia toscana, abbiano subito una forte rotazione rispetto alla loro direzione originaria, in concomitanza con la traslazione all'interno di *shear zones* duttili, con progressivo allineamento delle cerniere alla direzione di movimento.

Nella valle del T. Nestore, lungo la strada provinciale, al *footwall* dell'Elemento Portole, nelle arenarie del membro di Lippiano appartenenti al

PROGETTO CARG

sottostante Elemento Ansina, è possibile osservare una sinclinale, di dimensioni decametriche, rovesciata verso est, con cerniera N170° inclinata di 10° verso NW e piano assiale suborizzontale, classificabile come una piega stretta e coricata per le sue caratteristiche geometriche. L'angolo di apertura è di circa 50°. L'inclinazione del piano assiale è di circa 2° verso ovest. Gli strati più competenti del livello piegato hanno spessore costante; la loro geometria è pertanto confrontabile con quella delle pieghe parallele della Classe 1B di RAMSAY.

Nel *footwall* del *thrust* basale dell'Elemento Portole, nel suo tratto più meridionale, sono state misurate giaciture verticali e subverticali e strati rovesci di direzione appenninica (fra N130° e N150°). Nel membro del Poggio Belvedere (MAC_2) affiorante nell'area di Tornia e di Poggio Alto, è stata cartografata una struttura (*thrust* e relativa piega rovesciata) retrovergente caratterizzata da strati rovesci che immergono verso est. La sua continuità laterale è di circa 2 chilometri.

Fig. 22 - *Mesopiega nella Scaglia toscana (litofacies di Montanare -* STO_{4a}*). La piega ha un asse di direzione N77 ed immersione di circa 20°-25° verso SO.*

1.1.4. - *Elemento Ansina*

Costituisce una fascia larga da 3,7 a 1,5 km che attraversa diagonalmente, in direzione appenninica, la superficie del foglio dalla zona del M. Dogana fino a

PROGETTO CARG

C. Torre Civitella. Anche questo elemento, come già osservato per l'Elemento Portole, assume una direzione più meridiana nel suo tratto meridionale a sud di Poggio Martino. Le misure di strato sono rappresentate nello stereogramma di figura 23. Esso mostra un asse medio di piegamento di direzione circa N140°, inclinato di circa 10° verso NW. Anche in questo caso il massimo assoluto delle misure corrisponde a strati dritti, la cui inclinazione varia da 20°-30° verso SW a 0°. Sono anche evidenti i due massimi relativi, già presenti nello stereogramma dell'Elemento Portole, corrispondenti rispettivamente a strati dritti, più inclinati dei precedenti, e a strati rovesciati, inclinati di 40°-60° ancora verso SW. Gli strati rovesciati si riferiscono per lo più a strutture padano-vergenti, ma anche nell'Elemento Ansina sono presenti, nell'angolo NW del Foglio, alcune strutture rovesciate a vergenza tirrenica, in relazione ad un retroscorrimento che si segue per circa 2 km, fra Poggio Fontanina e C. Bitosso. I livelli basali della successione sovrascorsa sono rappresentati, con un discreta regolarità, dalla litofacies di Poggioni del membro delle calcareniti di Dudda e dal membro di M. Filoncio, ai quali nei dintorni di Pian di Marte si aggiunge anche la litofacies di Montanare del membro delle calcareniti di Dudda.

Nella parte settentrionale del foglio, al di sotto della Scaglia toscana, compaiono due grosse lenti, lunghe circa 2 km e spesse 50-100 m, costituite dalle arenarie del membro di Molin Nuovo (MAC_1), per lo più in posizione rovesciata. E' interessante notare che mentre negli embrici precedenti il tetto della

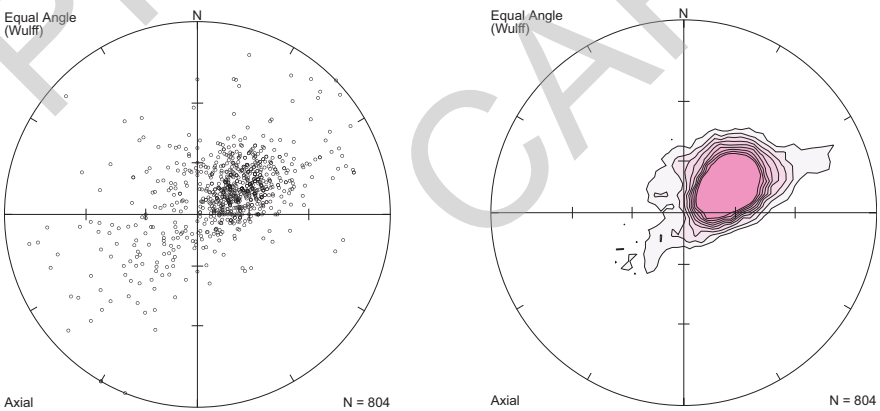

Fig. 23 - *Stereogramma delle giaciture per poli relativa all'Elemento Ansina e diagramma di densità.*

successione era rappresentato per lo più dalle arenarie del membro di Lippiano, in tutto il settore intermedio, corrispondente agli Elementi Scarzola A e B, manca il membro superiore del Macigno, gli Elementi sovrascorsi (Elemento Ansina ed

PROGETTO CARG

Elemento Scarzola A) poggiano perciò per lo più direttamente sulle arenarie del membro del Poggio Belvedere. A partire dalla zona di Mercatale, comunque, l'Elemento Scarzola A si riduce progressivamente fino a sparire del tutto nei dintorni di Crocicche, così fra Mercatale e Crocicche l'Elemento Ansina viene in contatto con livelli progressivamente più profondi dell'Elemento Scarzola A e, a partire dalla zona di Crocicche, direttamente con l'Elemento Scarzola B. Il tratto della superficie tettonica che, fra Mercatale e Crocicche, limita in alto l'Elemento Scarzola A, taglia *upsection* le superfici di strato con un angolo relativamente alto, configurandosi, considerando anche la direzione delle strie di movimento misurate negli affioramenti di Crocicche (N45°-50°) e in rapporto alla giacitura della superficie tettonica stessa, come una *footwall ramp* leggermente obliqua. Sempre nei pressi di Crocicche, nel muro del *thrust,* gli strati di arenarie appartenenti al membro del Molin Nuovo (MAC_1) sono interessati da uncinature alla mesoscala con direzione delle superfici di strato (N130°) subortogonale alla direzione di movimento.

Al bordo meridionale del foglio, in località Strada di Sopra e Strada di Sotto, il membro basale dell'Elemento Ansina (litofacies di Montanare-STO_{4a}), è interessato da pieghe con piani assiali a direzione subparallela alla traccia della superficie di *thrust*. Le arenarie del *footwall*, in questo caso rappresentate dal membro di Molin Nuovo rovesciate, appaiono intensamente fratturate e cataclasate, in corrispondenza del *thrust* stesso.

1.1.5. - *Elemento Scarzola A*

I poli delle misure di strato relative a questo elemento sono rappresentati nella figura 24. Si tratta di un diagramma bimodale, in cui i due massimi assoluti corrispondono a giaciture dritte, moderatamente inclinate, immergenti rispettivamente a SW e a NE. L'asse di piegamento medio che si ricava dalle misure ha direzione N135°, con una debole immersione verso NW. La maggior parte degli strati rovesciati appartiene a strutture padano-vergenti.

La parte basale dell'Elemento Scarzola A è costituita per lunghi tratti dai membri distinti nella Scaglia toscana e, in tutto il tratto più settentrionale, da scaglie tettoniche di Macigno grossolano, associate a tratti alle argilliti e calcari della litofacies di Poggioni. Fra Colle Marchi e Case Cerreto il contatto fra l'Elemento Scarzola A e Scarzola B è accompagnato da una sinclinale di *footwall* rovesciata verso NE; la cerniera ha direzione N150° e immerge di 10° verso NW; il piano assiale immerge di 12° verso SW; l'angolo di apertura è di circa 40°.

Gli strati arenacei hanno geometria parallela Classe 1B della classificazione di

PROGETTO CARG

RAMSAY ma anche in questo caso lo spessore degli interstrati pelitici nella zona di cerniera è più alto che lungo i fianchi. Nella zona di Seano e Case Ranza una scaglia tettonica, formata da argille e calcari appartenenti alla litofacies di Poggioni (STO_{4b}), costituisce la parte basale dell'Elemento Scarzola A, essendo sovrascorsa da successioni più antiche (calcareniti della litofacies di Montanare-STO_{4a}) dello stesso elemento. Questo sovrascorrimento continua più a sud nella zona del Palazzaccio. La parte basale dell'Elemento Scarzola A affiora infatti estesamente nella parte nordorientale della Sezione Mercatale ed è costituita da una successione regolare e continua (su una distanza di oltre 2 km) delle tre litofacies definite nella Scaglia toscana: membro di M. Filoncio (STO_6), ben affiorante a Rapille, litofacies di Poggioni (STO_{4b}) e litofacies di Montanare (STO_{4a}).

La litofacies di Montanare affiora per uno spessore di circa 150 m nella monoclinale attraversata dalla strada Chiantina-Mandarini, dove si vede anche l'accavallamento delle calcareniti di questa litofacies sulle argilliti e calcareniti della litofacies stratigraficamente sovrastante (litofacies di Poggioni-STO_{4b}). Il passaggio è ovviamente molto brusco, ma la polarità degli strati del *footwall* non è determinabile.

In località Cà de Carticchi (500 m a nord di C. Campurciala) all'interno della litofacies di Poggioni (STO_{4b}), che costituisce la parte basale dell'Elemento Scarzola A, sono state rilevate alcune mesostrutture plicative, con orientamento delle cerniere compreso fra N130° e N160° ed inclinazione variabile da 5° a 30° verso NW. Le pieghe hanno un angolo di apertura di circa 70° gradi. Il piano assiale ha direzione N154° e immerge di circa 38° verso SW.

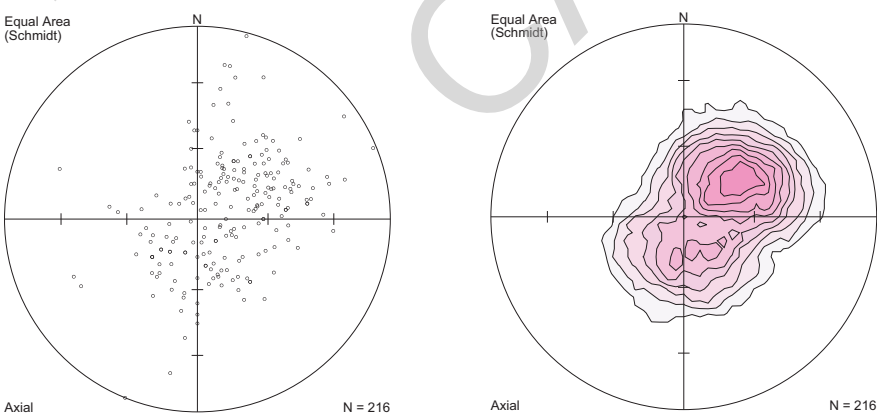

Fig. 24 - *Stereogramma delle giaciture per poli relativa all'Elemento Scarzola A e diagramma di densità.*

PROGETTO CARG

1.1.6. - *Elemento Scarzola B*

I poli delle misure di strato relative all'Elemento Scarzola B sono riportate nello stereogramma di Fig. 25. L'asse di piegamento medio ha direzione vicina a N140°. Il diagramma di densità complessivo mostra un massimo assoluto corrispondente a strati dritti immergenti a SW e due massimi relativi che, come in altri elementi, corrispondono a strati dritti immergenti a NE e a strati rovesciati immergenti a SW. Quasi tutti gli strati rovesciati appartengono, nell'ambito di questo elemento, a strutture rovesciate verso NE. Il *thrust* corrispondente alla superficie di base dell'Elemento Scarzola B, nel suo tratto più settentrionale, passa per l'allineamento Morra-S. Leo Bastia-Mengaccini e risulta poco espresso a causa delle frequenti coperture e della presenza solo sporadica della Scaglia toscana alla base della successione sovrascorsa; solo nel tratto compreso fra Torre Mandarini e Mengaccini le condizioni di affioramento risultano più favorevoli.

A sud del T. Niccone il *thrust* basale dell'elemento prosegue in direzione N125° fra Podere Campi e Colle del Piccione. A sud di questa località anche la traccia di questa superficie tettonica assume una direzione più meridiana (circa N165°).

Fra i dintorni di Preggio e Castel Rigone l'Elemento Scarzola B si compone di due scaglie tettoniche rappresentate entrambe da una successione dritta più o meno completa. Nel muro del *thrust* di base dell'Elemento Scarzola B nella zona di Castelvecchio-Gironzo le arenarie del membro di Lippiano, che costituiscono il tetto di una delle scaglie più alte dell'Elemento Marcignano-Gioiello, sono interessate da mesostrutture sinformi ed antiformi alla mesoscala e faglie inverse di direzione appenninica.

Una faglia normale di direzione NS ribassa di alcune centinaia di metri la successione sovrascorsa dell'Elemento Scarzola B e il suo substrato nella zona di S. Donnino.

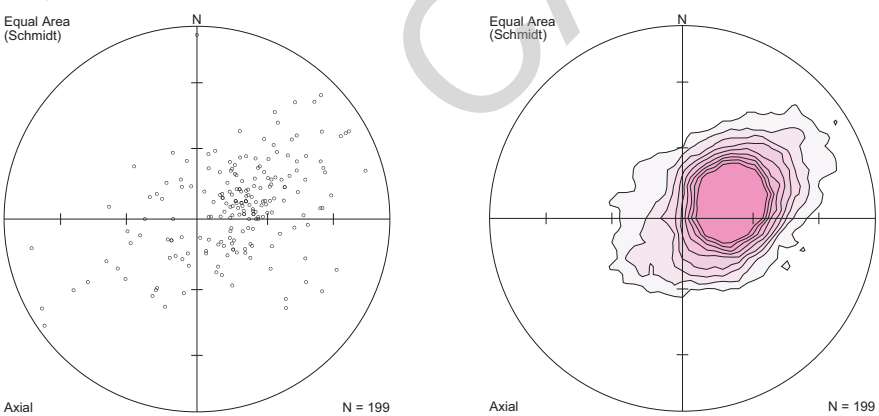

Fig. 25 - *Stereogramma delle giaciture per poli relativa all'Elemento Scarzola B e diagramma di densità.*

PROGETTO CARG

1.1.7. - *Elemento Marcignano-Gioiello*

All'Elemento Marcignano-Gioiello sono state attribuite tutte le numerose scaglie tettoniche che si possono cartografare all'esterno degli elementi già descritti. I poli delle misure di strato raccolte in questo elemento sono rappresentati nello stereogramma di figura 26. Da questi si ricava un asse medio di piegamento di azimut N140° circa, orizzontale. Il diagramma risulta approssimativamente bimodale, con un massimo assoluto che anche in questo caso corrisponde a giaciture di strati dritti, moderatamente inclinati verso SW. Molto significativa la distribuzione dei poli degli strati rovesciati che individuano piani che immergono quasi tutti verso SW, e dei poli degli strati verticali che si riferiscono, nella loro grande maggioranza, a piani di direzione compresa fra N120° e NS. Una descrizione puntuale di tutte le scaglie tettoniche che costituiscono l'Elemento Marcignano-Gioiello risulterebbe oltremodo complicata per il loro numero elevato, per il fatto che esse risultano in vaste aree sepolte sotto ai sedimenti recenti e perché la tettonica estensionale tardiva ha modificato in modo significativo la loro struttura e i loro rapporti originari. La fascia occupata dalle varie scaglie componenti l'Elemento Marcignano-Gioiello è larga circa 9 km lungo la trasversale di Umbertide, 5,5 km più a sud dove il fronte della Falda toscana non oltrepassa la dorsale M. Saldo-M. Acuto-M. Gudiolo.

Questo "arretramento" apparente del fronte è probabilmente legato sia agli effetti dell'erosione, che potrebbe aver asportato la parte più esterna degli elementi sovrascorsi, sia ad una variazione della direzione della *tip line* del *thrust* stesso. Sembra ragionevole infatti immaginare che a partire dalla zona di Umbertide la *tip line* della Falda toscana seguisse in origine una direzione circa

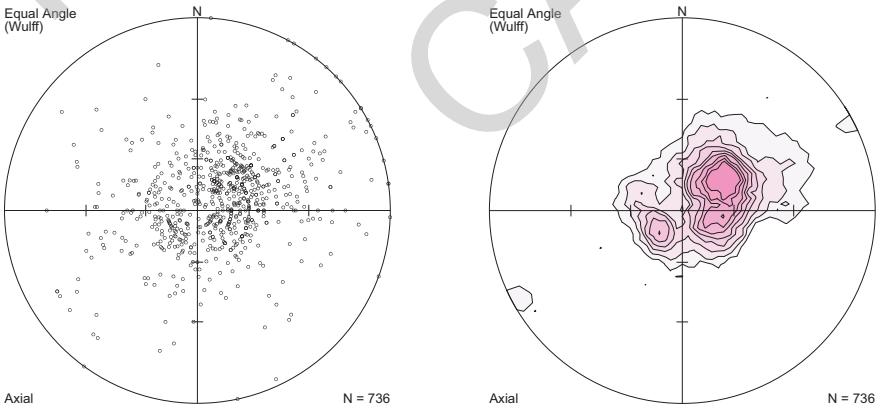

Fig. 26 - *Stereogramma delle giaciture per poli relativa all'Elemento Marcignano-Gioiello e diagramma di densità.*

PROGETTO CARG

NS, più o meno parallela all'andamento delle tracce dei *thrust* più interni nel loro tratto più meridionale. A nord di Umbertide la *tip line* sepolta della Falda toscana potrebbe invece seguire, in direzione SE-NW, l'allineamento Niccone-S. Secondo per raccordarsi alla analoga struttura sepolta sotto la Formazione di M. S. Maria Tiberina fra gli affioramenti del Gioiello e l'allineamento Palazzetto-Giannelle, come risulta dalla ricostruzione effettuata sulla base del rilevamento del Foglio 289 "Città di Castello". Nel settore compreso fra le basse valli del T. Seano e del T. Niccone, che rappresenta una delle aree in cui le strutture dell'Elemento Marcignano-Gioiello sono meglio esposte, l'elemento stesso è suddiviso in tre scaglie più importanti, larghe rispettivamente dall'interno all'esterno 3 km, 1 km, e 1,5 km, più altre scaglie più piccole in posizione più esterna. Sulle trasversali dei massicci carbonatici l'elemento Marcignano-Gioiello si compone di una sequenza di stretti embrici di spessore limitato, molto discontinui lateralmente, che nella parte più esterna sono composti soltanto dalle argilliti del membro di M. Filoncio e dalle arenarie del membro del Poggio Belvedere. I vari embrici si innestano sul *sole thrust* definendo un tipico ventaglio embricato. Come in parte già sottolineato nella letteratura precedente lo *stack* costituito dalla pila di embrici toscani è ripiegato nell'anticlinale del M. Acuto e profondamente ritagliato dalla tettonica trascorrente e distensiva tardiva.

I *trend* strutturali ricostruiti negli stereogrammi delle Fig. 26 sono ovviamente espressione della evoluzione strutturale complessiva della Falda toscana in questo settore, che ha comportato, come detto, traslazioni di ordine plurichilometrico, enucleazione di strutture plicative legate ai sovrascorrimenti, rimodellamento tardivo delle strutture stesse ad opera di eventi soprattutto a carattere estensionale).

1.2. - Considerazioni conclusive sull'assetto strutturale dell'Unità tettonica Falda toscana

Dai dati e osservazioni esposte si possono ricavare le seguenti conclusioni generali.

Nell'area del Foglio 299 "Umbertide" le pieghe associate ai *thrust* hanno in genere una direzione appenninica (in media intorno a N140°) abbastanza costante e, solo nelle zone più esterne e più meridionali, tende a ruotare divenendo più meridiana. Queste direzioni strutturali riflettono l'andamento più generale dell'arco appenninico in questa zona. Gli scarsi dati relativi alle direzioni di movimento, misurate sulle superfici di *thrust* o su superfici minori con giacitura parallela ai sovrascorrimenti stessi, indicano direzioni mediamente ortogonali rispetto all'andamento delle strutture plicative. Il vettore di movimento più

PROGETTO CARG

frequente ricavato dall'osservazione degli indicatori cinematici, risulta orientato intorno a N45°-N50°, sottolineando lo stretto legame esistente fra pieghe e sovrascorrimenti. Il dettaglio e la quantità delle misure non è purtroppo tale da evidenziare possibili differenze spazio-temporali relative alle direzioni di movimento sulle varie superfici tettoniche degli elementi toscani e della successione umbro-romagnola.

Un elemento geometrico che occorre evidenziare è costituito dalla regolare diminuzione, procedendo da SW verso NE, della larghezza degli embrici toscani, regolata dalla spaziatura progressivamente più fitta delle superfici di *thrus*t che segmentano la Falda toscana. Come evidenziato in precedenza, nelle zone più interne questa distanza è di circa 4 km, ma si riduce in modo relativamente regolare fino a poche centinaia o decine di metri nelle zone più esterne. Siccome procedendo dall'interno all'esterno si riduce anche lo spessore degli Elementi alloctoni, sembra molto ragionevole ritenere che questi due parametri debbano risultare in qualche modo correlati.

2 - L'ASSETTO STRUTTURALE DEL DOMINIO UMBRO-ROMAGNOLO

Per la descrizione delle strutture compressive appartenenti alla successione umbro-romagnola è preferibile trattare separatamente il settore interno, ad ovest del F. Tevere, comprendente l'Unità tettonica Rentella, la dorsale carbonatica del M. Saldo-M. Acuto-M. Gudiolo corrispondente strutturalmente all'Elemento M. Nero dell'Unità tettonica umbro-romagnola, da quello esterno affiorante all'angolo NE del foglio, dove affiora soltanto la parte superiore della successione umbro-romagnola (Schlier, Formazione Marnoso-Arenacea Umbra e Formazione Marnoso-Arenacea Romagnola) e dove, all'interno dell'Unità tettonica umbro-romagnola si vede anche il sovrascorrimento dell'Elemento M. Nero sull'Elemento Pietralunga.

2.1. - Unità tettonica Rentella

Questa unità, interposta tra l'Unità tettonica Falda toscana e l'Unità tettonica umbro-romagnola, affiora limitatamente alla porzione sud-orientale del foglio, a partire dall'area ad est di Monte Murlo, in quanto più a nord l'Unità tettonica Falda toscana sovrascorre direttamente sull'Unità tettonica umbro-romagnola.

Nell'area del Foglio 299 "Umbertide" l'Unità tettonica Rentella è rappresentata da una scaglia tettonica, che si estende lateralmente per circa 700-800 m , qui denominata Elemento Monte Rapille .

PROGETTO CARG

Pù a sud, nell'area del Foglio 310 Passignano sul Trasimeno, l'Unità tettonica Rentella è rappresentata da diverse scaglie tettoniche e raggiunge un'estensione laterale plurichilometrica. La terminazione a nord di questa unità al di sotto dell' Unità tettonica Falda toscana e la sua maggior estensione più a sud, potrebbero essere messe in relazione sia ad un avanzamento minore del fronte della Falda toscana da nord verso sud, sia a fenomeni di erosione più marcati nel settore meridionale dell'Appennino settentrionale.

2.1.1. - *Elemento M. Rapille*

Il *thrust* basale di questo elemento affiora nella porzione sud-orientale del foglio, nell'area compresa tra M. Murlo e Borgogiglione, con direzione pressoché meridiana, mettendo in contatto la Formazione della Montagnaccia (al tetto) e il membro di Casa Spertaglia - MUM_1 (alla base).

Esso è interamente rappresentato da soli tre strati dritti con direzione variabile da N 160° - 170°, più raramente intorno a N 20° - 30°, immergenti sempre verso ovest; generalmente i valori di inclinazione sono compresi tra 35° e 50° in corrispondenza del *thrust* che porta l'Unità tettonica Falda toscana ad accavallarsi sull' Elemento M. Rapille, mentre raggiungono valori intorno a 60° - 70° verso est, in prossimità del suo *thrust* basale.

2.2. - Elementi tettonici dell'Unità tettonica umbro-romagnola

2.2.1. - *Elemento M. Nero (Area del M. Saldo-M. Acuto-M. Gudiolo)*

Nell'area del M. Saldo-M. Acuto-M. Gudiolo, ricordando brevemente quanto già noto dalla letteratura, vari A.A. (Ghelardoni & Maioli, 1951) Nocchi 1961) Boscherini *et alii*, 1982) Damiani *et alii* (1983) avevano considerato le deformazioni a carattere compressivo come effetto di un'unica fase tettonica (considerata di età burdigaliano-langhiana) seguita da una fase distensiva di età plio-pleistocenica. Cerrina Feroni *et alii* (1993) e Minelli *et alii* (1988) nella vicina area del M. Torrazzo all'interno della fase compressiva miocenica tendevano, in base agli elementi geometrici rilevati in campagna, a individuare tre momenti distinti: un momento precoce di movimento e messa in posto degli elementi alloctoni; un momento di individuazione delle pieghe e quindi di ripiegamento delle superfici tettoniche già formate; un momento finale rappresentato da una tettonica essenzialmente trascorrente ma con un σ_1 uguale a quello delle deformazioni precedenti. In accordo con la letteratura sopra citata e

PROGETTO CARG

con le osservazioni effettuate durante questo rilevamento le successioni umbre dell'allineamento M. Saldo-M. Acuto-M. Gudiolo, sono interpretate come il *footwall* della Falda toscana. L'idea, espressa in una parte della vecchia letteratura, che tendeva a immaginare un contatto laterale eteropico fra successioni toscane e successioni umbre è largamente superata dai dati acquisiti in epoche più recenti.

Dei caratteri del *thrust* basale della Falda toscana è già stato riferito nei paragrafi precedenti. Al livello delle successioni umbre la megastruttura più evidente è rappresentata dall'anticlinale M. Saldo-M. Acuto-M. Gudiolo: si tratta di una piega con un quarto d'onda di quasi 1 km, estesa longitudinalmente nell'ambito del Foglio 299 "Umbertide" per oltre 9 km, a partire dalla sua terminazione settentrionale ben esposta nella zona di M. Saldo. Le misure di strato raccolte mostrano una direzione assiale compresa fra N120° e N140°. L'immersione assiale verso NW nella parte settentrionale della struttura varia entro valori compresi fra 5° e 18°. In destra del Fosso Cerquetelli, poco a nord di case Cerquetelli, mesopieghe rovesciate congeneri della piega principale presentano immersione assiale opposta (verso SE). E' possibile che queste variazioni di immersione siano da mettere in relazione con un raccorciamento tardivo parallelo all'asse della piega. Azzerando gli effetti della tettonica tardiva, soprattutto distensiva, si ricostruisce una piega asimmetrica con un fianco occidentale meno ripido e un fianco orientale più ripido o verticale. Nella zona del T. Mansola è anche evidente la tendenza al rovesciamento della struttura verso NE, come mostrano alcune misure di strati rovesciati, raccolte nella Formazione Marnoso-Arenacea umbra. Le pieghe minori associate alla struttura megascopica hanno caratteri diversi nei vari livelli del *multilayer* umbro, in funzione delle diverse caratteristiche meccaniche e geometriche dei livelli stessi. Mesopieghe sinusoidali a piano assiale subverticale sono ad esempio osservabili nella Scaglia Rossa posta circa 150 m a SW di M. Gudiolo; mesopieghe *chevron* a piano assiale inclinato, vergenti verso NE, sono visibili nei Calcari e Marne a Posidonia affioranti lungo la strada Pian di Nese-Umbertide. Si tratta, in entrambi i casi citati, di pieghe concentriche riferibili alla classe 1B di Ramsay (pieghe parallele) nei livelli più competenti. Queste pieghe sono spesso caratterizzate da un clivaggio più o meno marcato: nei litotipi argillitici esso è di tipo *slaty cleavage*, di tipo *pressure solution cleavage* nei livelli marnosi o calcarei. Mediamente il clivaggio *slaty* è più a basso angolo rispetto alle superfici di stratificazione del clivaggio da dissoluzione per pressione che forma con la stratificazione angoli più alti. E' anche abbastanza frequente che in una stessa piega siano presenti vari generazioni di superfici di clivaggio di dissoluzione sovrapposte, che formano ventagli progressivamente meno aperti e che verosimilmente accompagnano i vari stadi di amplificazione delle pieghe. Frequentemente negli strati più calcarei sono frequenti anche sistemi di superfici stilolitiche, con picchi stilolitici di tipo conico,

PROGETTO CARG

parallele o subparallele alla stratificazione. Come evidenziato nella letteratura, queste superfici stilolitiche, sulla base dei loro rapporti di antecedenza in rapporto alle altre superfici di dissoluzione, appaiono sistematicamente interrotte dalle superfici di dissoluzione non parallele alle superfici di strato e sono da considerare pertanto come superfici di discontinuità relativamente precoci. Per ciò che riguarda la loro interpretazione sembra ovvio che queste superfici siano da ritenere di origine tettonica e che rappresentino una fase distensiva (σ_1 verticale), ma rimane il problema di definire quale evento geodinamico esse possano rappresentare. E' stata avanzata l'ipotesi che almeno una parte di tali superfici siano da collegare alla tettonica distensiva giurassico-cretacica che ha interessato il margine adriatico prima dell'inizio del processo di chiusura della Tetide. Il fatto però che superfici di questo tipo siano presenti anche nelle formazioni terziarie eoceniche ed oligoceniche fino alla formazione del Bisciaro, fa chiaramente intendere che siano da considerare anche fenomeni distensivi più recenti, ivi inclusi i processi di flessurazione e subduzione dei sedimenti del margine adriatico al di sotto della catena avanzante. Specialmente i clivaggi da *pressure solution* dei litotipi carbonatici danno lineazioni di intersezione ben marcate, parallele agli assi delle pieghe misurate e scompongono la roccia in *litons*, di larghezza millimetrica o centimetrica a volte molto regolari. Sulle superfici di stratificazione sono comuni, specialmente nelle zone interessate da fenomeni di piegamento, regolari e costanti sistemi di strie su roccia, spesso accompagnati da sottili veli di calcite fibrosa (*slikenlines*) legati al processo di scivolamento flessurale, che risulta ovviamente uno dei principali meccanismi di *strain* legati al piegamento di queste successioni. Questi sistemi di indicatori cinematici risultano perpendicolari agli assi delle pieghe e indicano movimenti opposti sui due fianchi convergenti verso le cerniere. Gli oggetti strutturali finora descritti indicano direzioni di raccorciamento molto omogenee intorno a N50°-60° in tutta la zona esaminata. Essi potrebbero essere considerati sia come effetto di un'unica fase compressiva, cronologicamente molto definita, sia come effetto di una tettonica progressiva di durata più lunga. Restando nel campo delle strutture mesoscopiche, nella zona del M. Acuto sono stati descritti da vari A.A., e confermati dal presente rilevamento, come meglio precisato al paragrafo successivo, dei sistemi di faglie trascorrenti, a piani subverticali e con direzioni prevalenti intorno a N10° e a N100°, che appaiono cronologicamente successivi in rapporto alle strutture mesoscopiche compressive finora descritte. Le faglie di direzione N10° si configurano come trascorrenti destre, le faglie N100° come trascorrenti sinistre. Le due famiglie di faglie sono verosimilmente interpretabili come elementi di un sistema coniugato che ammette una direzione di raccorciamento, e una direzione dello *stress* principale massimo (σ_1) intorno a N55°. Siccome questa direzione del σ_1 è praticamente coincidente con la direzione di raccorciamento ricostruita per le strutture compressive precedenti, è ragionevole immaginare che questa tettonica a

PROGETTO CARG

faglie trascorrenti rappresenti il prolungamento della strutturazione precedente, con una semplice inversione del σ_2 col σ_3. Evoluzioni della deformazione con caratteristiche analoghe a quelle del caso qui illustrato risultano in effetti molto comuni e sono già state frequentemente descritte nella letteratura.

2.2.2. - *Elementi M. Nero e Pietralunga (settore nordorientale)*

Ad est del Tevere le successioni umbre sono rappresentate solo nell'angolo NE del foglio, al livello dello Schlier e della Formazioni Marnoso-Arenacea umbra e Marnoso-Arenacea romagnola. Queste successioni terrigene sono interessate da una tettonica a pieghe e *thrust* molto ben espressa alla scala dell'affioramento. I poli di strato delle misure raccolte in questo settore sono rappresentate nello stereogramma di Fig. 27. Esse definiscono un asse di piegamento medio orientato in circa N140°-N150° che è in accordo sia con le misure delle cerniere di pieghe, a varia scala, che si possono effettuare direttamente in campagna sia con le misure delle lineazioni di intersezione S_0-S_1 ben espresse soprattutto nei litotipi più marnosi. Il massimo assoluto delle misure corrisponde a strati diritti che immergono da 15° a 40° verso SW, ma sono anche ben rappresentati strati dritti con immersione opposta e strati rovesciati, di solito a più forte inclinazione rispetto ai precedenti e immergenti verso SW. Una superficie di sovrascorrimento importante, corrispondente alla superficie di separazione fra Elemento M. Nero ed Elemento Pietralunga, passa 600-700 m a NE di M. Falcone. Questa superficie di *thrust* porta a contatto la successione Schlier-Formazione Marnoso-Arencea umbra con membri più recenti della Formazione Marnoso-Arenacea romagnola.

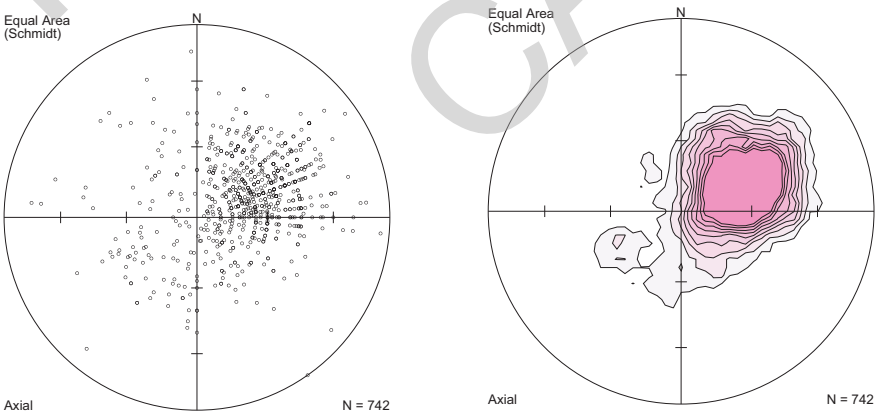

Fig. 27 - *Stereogramma delle giaciture per poli relativa agli Elementi Montenero e Pietralunga e diagramma di densità.*

PROGETTO CARG

note_299_umbertide 28-09-2009 12:03 Pagina 97

Nel *footwall* del *thrust* negli affioramenti a NE del M. Falcone e lungo la strada Montone Candeggio, lungo il crinale che separa il bacino del T. Lana da quello del T. Carpina, è ottimamente esposta la cerniera della sinclinale di *footwall* che conduce al rovesciamento degli strati costituenti la parte alta del membro di Galeata ivi affiorante. Il fianco inverso della piega è esposto per alcune decine di metri. L'angolo di apertura della piega stessa è di 50°-60°. In tutto lo sviluppo della piega è presente un clivaggio di piano assiale, di tipo *slaty* o più raramente di dissoluzione per pressione. Nel fianco dritto della struttura nella zona di crinale T. Lana-T. Carpina sono visibili pieghe mesoscopiche e piccoli *thrust* minori di rigetto decimetrico, paralleli al *thrust* principale. Le direzioni di movimento misurate su queste superfici risultano intorno a N50°-60°, con movimento del blocco di tetto verso NE. Questo *thrust* si prolunga ampiamente nel Foglio 289 "Città di Castello" lungo la direttrice Bocca Trabaria-M. Ranconuovo.

Perforazioni profonde

E' da ricordare anche che alcune informazioni sull'assetto profondo delle unità tosco-umbre nell'area del Foglio 299 "Umbertide" sono state ricavate dal Pozzo S. Donato (Loc. Olivello, poco distante dal Cimitero), profondo 5000 m, perforato negli anni 80 dalla SNIA. La stratigrafia (Anelli, 1994) Brozzetti (1995) di questo pozzo mostra:

1) la completa elisione della successione carbonatica meso-cenozoica, con diretto contatto fra la Formazione Marnoso-Arenacea umbra e le Anidriti di Burano (il top della successione evaporitica risulta circa 450 m sotto il piano di campagna cioè in corrispondenza del l.d.m.).
2) l'interposizione di una scaglia di filladi e quarziti riferibili al Verrucano *s.l.* a una profondità di circa 3500 m dal p.c. fra due potenti porzioni di successione evaporitica.

L'elisione delle successioni carbonatiche può essere messa in relazione con la presenza di un'importante faglia distensiva nota in letteratura come Faglia altotiberina (Barchi *et alii*, 1998) Boncio & Lavecchia (2000). La superficie tettonica che porta le filladi sopra le successioni evaporitiche del livello inferiore è stata correlata verso SE con il sovrascorrimento dei Massicci Perugini. Quest'ultimo è stato dettagliatamente ricostruito nel sottosuolo, grazie a studi di sismica a riflessione, almeno fino all'altezza del profilo CROP-03 (Barchi *et alii*, 1998) Brozzetti *et alii* (2001) dove si compone di almeno tre elementi principali, con un rigetto complessivo di circa 3 chilometri.

Recentemente Brozzetti *et alii* (2001) hanno suggerito che la manifestazione superficiale del sovrascorrimento profondo identificabile nel pozzo S. Donato possa correlarsi verso NW con l'accavallamento fra l'Elemento M. Nero e l'Elemento Pietralunga.

PROGETTO CARG

3 - LE STRUTTURE DISTENSIVE E TRASCORRENTI

Strutture di tipo estensionale, rappresentate principalmente da faglie normali con rigetti variabili da pochi metri a varie centinaia di metri ed inclinazione variabile da 60°-70° fino a 20°-30° sono diffusamente presenti su tutta l'area del Foglio 299 "Umbertide".

Nell'area NW del Foglio 299 "Umbertide" il "membro di Molin Nuovo" è interessato quasi ovunque da un *set* di faglie dirette con andamento subparallelo ai sovrascorrimenti; le immersioni possono essere indifferentemente verso NE o SW. Alcune di queste faglie sembrano legate a fenomeni di collasso dei nuclei delle strutture plicative.

La maggiore di queste faglie dirette si individua a M. Colcello d'Altieri.

Essa immerge verso SW ed ha un rigetto superiore a 300 metri, mettendo a contatto le arenarie del membro di Molin Nuovo con quelle del membro di Lippiano.

Nei dintorni di Morra un *set* di faglie dirette, con componente trascorrente, orientate NW-SE e NE-SW, realizza una struttura a blocchi monoclinalici, sovrimposta ad una originaria struttura plicativa.

Nella metà meridionale del quadrante NW del foglio la tettonica estensionale è rappresentata da faglie dirette di limitato rigetto. Il loro andamento ha prevalente direzione NE-SW, ma in taluni casi (dintorni di Poggioni) anche NW-SE. Localmente, in corrispondenza di tali strutture, sono state osservate rotazioni della giacitura degli strati e dislocazione dei limiti stratigrafici, come nell'area tra Col di Morro-Seano e a Poggio Alto, riconducibili a faglie a componente distensiva ma anche trascorrente.

Nel settore occidentale del quadrante SW sono state cartografate faglie con tre differenti direzioni preferenziali: NW-SE, NE-SW, WSW-ENE. Per le cattive condizioni di affioramento non è stato possibile definire esattamente la natura di tali strutture; il rigetto non è da considerare comunque, in nessun caso, importante. Due di tali sistemi, dislocano, in maniera minima, le superfici di sovrascorrimento degli Elementi Terontola e Portole.

Nell'area centro-occidentale del Foglio 299 "Umbertide" una faglia importante è quella di direzione meridiana che si estende per alcuni km fra Torre Mandarini e Col di Capello. Si tratta di una faglia a piano subverticale, probabilmente normale. Essa ribassa il settore di S. Donnino con un rigetto di alcune centinaia di metri. Nei pressi di Poggio della Croce sono state osservate due faglie lunghe diversi metri, di direzione N110° e immersione 65°NE, su cui sono stati osservati indicatori cinematici che testimoniano un movimento trascorrente sinistro. E' stato inoltre misurato un possibile sistema coniugato, ancora a carattere trascorrente, che comporta una direzione di raccorciamento circa E-W.

PROGETTO CARG

Nell'area meridionale del Foglio 299 "Umbertide" sono state individuate faglie riconducibili ad una tettonica prevalentemente distensiva (faglie dirette e/o transtensive) che possono essere raggruppate in tre sistemi principali di direzione NW-SE, NE-SW ed E-W.

Si tratta di strutture distensive dove non è esclusa anche una componente trascorrente, che non danno luogo a rigetto di entità elevata, poiché si realizzano quasi interamente nella stessa formazione. Due faglie del sistema NW-SE affiorano nel settore meridionale (Strada Provinciale Val di Pierle): esse sono evidenziate sia dalla presenza di cataclasiti, sia per dal repentino cambio di immersione delle arenarie del membro del Poggio Belvedere (MAC_2), all'interno del quale si sviluppano: il rigetto è pertanto inferiore allo spessore del membro.

Il sistema NW-SE è presente, con un unico elemento cartografato, sempre nell'area meridionale del foglio (Località Le Greppe-Poggio Castelluccio): tale elemento, interno alle arenarie del membro del Poggio Belvedere e per un tratto corrispondente al contatto tra i membri di Molin Nuovo e del Poggio Belvedere, presenta un rigetto limitato ed è caratterizzato da una predominante componente trascorrente. Alla mesoscala gli esempi di faglie a componente trascorrente sono abbastanza numerosi. Il sistema E-W è rappresentato prevalentemente nella parte meridionale dell'area, in corrispondenza del bordo settentrionale della depressione morfologica del Lago Trasimeno; queste faglie, caratterizzate da piani fortemente inclinati con immersione sud, sono presenti all'interno dei membri di Molin Nuovo e del Poggio Belvedere in località Pischiella e nel membro del Poggio Belvedere in località Le Guardie.

Nell'area dei massicci carbonatici M. Saldo - M. Acuto - M. Gudiolo e aree limitrofe la tettonica tardiva, sia di tipo distensivo che trascorrente, risulta più evidente. La tettonica distensiva è rappresentata da fitti sistemi di faglie normali e transtensive. Si tratta di faglie a prevalente direzione appenninica (N130°-N160°), con frequenti variazioni sia verso direzioni N10°±10 che verso direzioni N100°±10. Tali faglie sono organizzate in sistemi coniugati che comprendono piani sia immergenti verso NE che SW: i primi risultano di importanza decisamente più rilevante dei secondi in quanto a rigetto e a sviluppo lineare dei vari segmenti.

3.1. - Faglie normali immergenti a Est o verticali

Da ovest verso est, la più interna di tali strutture, già descritta da Barchi *et alii* (1998), ha direzione media N150° ed è stata cartografata per oltre 8 km, dall'alta Valle del Mansola fino al T. Sambro (Località Cerquabella, parte meridionale della Sezione 160). Si tratta di una faglia normale, a basso angolo, che ribassa il Macigno, costituente le scaglie tettoniche più avanzate dell'allineamento

PROGETTO CARG

M. Filoncio-Cresta della Fornace, rispetto alle analoghe successioni affioranti lungo l'allineamento M. Murlo-Colle Campana.

Essa è visibile in alcune situazioni particolarmente favorevoli (Rio Cerfaia, T. Mansola, Fosso Feriano) dove corrisponde chiaramente ad una superficie, inclinata tra i 25° e i 30° verso est, che taglia le superfici di strato e i contatti che separano le varie scaglie dell'alloctono, sempre immergenti a SW.

Altre faglie di minor rilevanza, sempre a prevalente rigetto verticale sono presenti nei dintorni del M. Filoncio. Dalla cima del M. Filoncio una prima faglia si sviluppa verso NE fino alla valle del T. Mansola, una seconda si segue verso SE fino circa Casa Marcagnano, una terza analoga struttura è presente fra Olivello ed il Bisciaiuolo (alta Valle del Nese).

Un secondo allineamento di faglie distensive ad immersione nordorientale borda a est la dorsale carbonatica di M. Acuto - M. Gudiolo.

Sul versante est di M. Saldo affiorano piani di faglie normali con direzione N110°, che portano la Formazione Marnoso Arenacea, o il sovrastante Macigno, a contatto con la Scaglia Rossa. Si tratta probabilmente in questo caso di originarie trascorrenti destre riutilizzate tardivamente come strutture distensive.

Lungo il Fosso delle Tonne, che separa il M. Acuto ed il M. Valcinella le faglie normali sono disposte secondo una gradinata degradante progressivamente verso la fossa tettonica del Tevere. In più punti, lungo la strada che da Polgeto sale verso il M. Filoncio è possibile osservare direttamente i liscioni della faglia bordiera, molto ben visibili soprattutto in corrispondenza del contatto fra Scaglia Rossa e Scaglia Cinerea (p. es., circa 500 m a NW del Podere Colle). Altri punti di affioramento della faglia bordiera si hanno presso la Località M. Acuto e, più a sud, lungo il versante orientale del M. Elceto. Presso la cava di Ponte Nese (posta circa 1 km ad E del ponte, in direzione Umbertide) all'epoca del rilevamento era visibile un bellissimo affioramento del piano di faglia immergente verso NE e inclinato di 50°, con al muro la successione giurassica (dal Calcare Massiccio ai Calcari Diasprigni) e al tetto le formazioni della Scaglia Cinerea e del Bisciaro; oggi questo affioramento appare quasi completamente smantellato dalle attività estrattive.

Come evidenziato da Brozzetti (1995) le faglie normali immergenti verso est in tutta l'area dei Massicci Perugini, sono organizzate in due sistemi, circa paralleli ma aventi diversi valori di inclinazione: un primo sistema, che potremmo definire a basso angolo, presenta inclinazioni comprese fra 25° e 35°; un secondo ad alto angolo mostra inclinazioni maggiori di 45°.

Al primo sistema, oltre alla già descritta faglia di Rio Cerfaglia-Fosso Feriano, appartengono: la faglia che lungo il versante orientale del M. Acuto mette a contatto la Maiolica con la Scaglia Rossa; la faglia a basso angolo della Cava di Galera e la faglia che, nel fosso ad est di M. Elceto, porta lo Schlier a diretto contatto col Calcare Massiccio. Al sistema ad alto angolo appartengono le faglie

PROGETTO CARG

bordiere dei nuclei carbonatici e la maggior parte delle strutture congeneri ma di estensione più limitata. Le due principali cave presenti nell'area in esame (cava di Galera e di M. Acuto) mostrano un ampio campionario di strutture distensive sia ad alto che a basso angolo, appartenenti ai due sistemi sopra descritti.

3.2. - Faglie normali immergenti a ovest

Anche se abbastanza diffuse in tutta l'area dei massicci mesozoici, sono strutture di importanza subordinata rispetto alle coniugate antitetiche.

Fra tutte, la più evidente è la faglia bordiera occidentale della dorsale M. Gudiolo-Costa di M. Tezio, che produce nel settore meridionale una dislocazione verticale di oltre 300 metri. La direzione media di tale faglia è N135°, ma si riconoscono alcune brusche variazioni sia verso la direzione NS che verso la direzione N120°. Il liscione di tale faglia può essere seguito, con buona continuità, da Case Tagliola (a ovest di Costa di M. Tezio) a San Giovanni del Pantano e, ancora più a nord, fino ai dintorni di Ponte Nese. In corrispondenza di tale località la faglia si biforca: uno dei due piani prosegue in direzione meridiana verso Rio della Scanata; il secondo, di direzione circa N130°, va a bordare il nucleo di Scaglia Rossa di S. Angelo.

Lungo il versante ovest di M. Gudiolo questa struttura è espressa da un'ampia "zona di faglia" in cui si riconoscono almeno 3 piani principali subparalleli che separano *horses* estensionali costituiti da Scaglia Variegata e da Scaglia Cinerea. Al loro interno queste lenti appaiono intensamente deformate con sviluppo di strutture S/C che indicanti movimenti chiaramente distensivi. Ulteriori faglie distensive ad immersione verso SW si sviluppano:

- lungo il versante occidentale di M. Saldo (nei dintorni di Casa Cerquatelli);
- nel versante orientale del M. Gudiolo, dove il Calcare Massiccio viene bruscamente a contatto con la Scaglia Rossa;
- nel versante meridionale del poggio La Torricella (poco a sud della cava di Galera).

In tutti questi casi si tratta di strutture associate al sistema di faglie principali ma di scarsa continuità longitudinale.

3.3. - Confronto con i dati sismici

I dati di sottosuolo relativi alla linea sismica CROP-03, che passa poco a nord del Foglio 299 "Umbertide", seguendo una traiettoria circa SW-NE coincidente con l'allineamento Castel Fiorentino-Bocca Trabaria, risultano in parte confrontabili con le strutture osservate in superficie nell'area del foglio e permettono di inserire le medesime in un contesto più ampio.

PROGETTO CARG

Il particolare:

- Il profilo CROP-03 ha mostrato in modo chiaro che le superfici strutturali dell'alloctono toscano risultano fittamente dislocate, lungo piani di faglie normali ad immersione orientale. Le stesse dislocazioni coinvolgono, a maggior profondità, pacchetti di riflettori riferibili alla successione carbonatica umbro-marchigiana (probabilmente tetto delle Marne a Fucoidi e tetto delle Anidriti di Burano).
  Molto meno evidenti sono in tutta l'area posta ad ovest del F. Tevere le dislocazioni riferibili a faglie immergenti a ovest, che risultano come detto poco espresse anche in superficie.
- l'orizzonte di *detachmen*t del sistema di faglie ad immersione orientale coincide con un riflettore ad esse sintetico corrispondente ad un piano di faglia avente un'inclinazione media di circa 30° e traiettoria a gradini. Questo piano può essere interpretato come la prosecuzione settentrionale di una importante struttura regionale, nota come "faglia altotiberina" (Barchi *et alii*, 1995) Boncio *et alii* (1998), riconosciuta e ben vincolata in numerose altre linee sismiche commerciali nell'Umbria centro-occidentale, almeno fino alla terminazione settentrionale della catena martana. Il rigetto complessivo di tale struttura, valutato integrando dati geologici di superficie e dati sismici supera i 4,5 chilometri.

Nel settore ad est della Valle del Tevere, la continuità del riflettore interpretato come "Faglia altotiberina" in corrispondenza dell'intersezione con le faglie normali immergenti verso ovest, suggerisce che queste ultime strutture rappresentino delle coniugate antitetiche della faglia principale e che siano confinate nel blocco di tetto della stessa.

PROGETTO CARG

PROGETTO CARG

V - ELEMENTI DI GEOLOGIA TECNICA ED APPLICATA DEI DEPOSITI CONTINENTALI

1 - INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

La rete idrografica ricadente nell'ambito di questo foglio è dominata, anche arealmente, dal sistema legato al F. Tevere ed ai suoi affluenti di destra.

L'asta principale di questo fiume corre per un breve tratto solo nel settore di NE del foglio in questione con deflusso da NNW verso SSE, andamento complessivamente conforme alle direttrici tettoniche appenniniche.

Gli affluenti in sinistra idrografica (procedendo da nord verso sud: Fosso Rancale, T. Lana e T. Carpina) presentano un decorso trasversale compreso fra NE e ENE verso SW e WSW e, a causa della posizione nettamente asimmetrica del corso d'acqua principale, appaiono poco sviluppati e con portate ridotte.

Gli affluenti in destra idrografica, come il T. Minima, il T. Seano ed il T. Niccone, invece, oltre ad essere più importanti, pur con gli stessi andamenti trasversali alle direttrici tettoniche, presentano deflussi opposti da SW verso NE, contrari a quello del corso d'acqua principale. Pure il T. Nestore -anch'esso affluente di destra- presenta questo stesso andamento fino a Roti, ma poi, volge bruscamente a SW. I torrenti Minima e Seano confluiscono nel T. Néstore immediatamente a sud dell'abitato di Trestina ove danno luogo ad una vasta piana. Il F. Tevere prima riceve le acque del T. Nestore all'altezza di Promano e, poi,

quelle del T. Niccone poco più a sud, a nord di Umbertide. Sempre in destra del F. Tevere, gli affluenti di terzo ordine presentano andamenti grosso modo trasversali a quelli di secondo ordine, risultando, così e con pochi scostamenti, nuovamente conformi alle direttrici tettoniche, con deflussi grosso modo sia verso SW che verso NW; ad esempio il T. Vallaccia ed il più breve T. Mansola -entrambi affluenti di destra del T. Niccone- presentano andamenti da SSW verso NNE il primo e da SSE verso NNW il secondo.

L'impostazione di questo reticolo idrografico chiaramente riflette principalmente la situazione tettonica, con direttrici principali NNW-SSE e secondarie SW-NE, con la particolarità, che in destra del F. Tevere i deflussi presentano tendenzialmente un verso contrario a quello della generale immersione degli strati (verso SW), obliquo e contrario rispetto al deflusso del F. Tevere e nettamente opposto al deflusso degli affluenti di secondo ordine di sinistra. Solo alcuni corsi d'acqua del terzo ordine si sono impostati in corrispondenza di affioramenti di litotipi meno resistenti come la Scaglia toscana, peraltro, anch'essi a sviluppo prevalentemente appenninico.

Solo al limite occidentale del foglio compaiono i brevi tratti superiori di corsi d'acqua che -fuori foglio- confluiscono attualmente nel F. Chiana, che, solo da pochissimo tempo, fa parte del bacino del F. Arno. Infatti in seguito alle notevoli opere idrauliche, realizzate dai Granduchi di Toscana, che hanno drenato le acque verso nord, queste aree parzialmente sommerse -delle quali, poco più a sud (ai margini meridionali del foglio), il Lago Trasimeno ne è relitta testimonianza- sono state bonificate.

Il rilievo presenta elevazioni assai modeste risultando prevalentemente compreso fra il collinare (il F. Tevere corre fra le quote 261 m e 240 m) e l'alto collinare. In taluni casi sono raggiunti i 700-850 m di altitudine (M. Scopiccia 818 m, M. Trebbio 743 m, M. Croce 840 m, Poggio Civitella 855 m, Poggio della Piazza 805 m, M. Castellone 876 m, M. Castellucci 747 m, M. Murlo 818 m, M. Filoncio 747 m), raramente i 900 m s.l.m. (M. Dogana 906 m, M. Cuculo 923 m, Poggio Le Rocche 921 m, M. Ginezzo 928 m, M. Acuto 923 m) e solo eccezionalmente i 1000 metri (alti versanti di M.S. Egidio 1057 m).

Le forme del rilievo, avendo la regione subito un modellamento esclusivamente fluvio-denudazionale sono prevalentemente dolci, anche se assai frequenti sono gli affioramenti di arenarie massive (**MAC**) riferite alla Successione toscana. Versanti assai più acclivi, ma non aspri, sono quelli che presentano sia il M. Acuto che le propaggini settentrionali del M. Tezio, unici rilievi carbonatici nell'ambito del foglio, monti regionalmente noti come " i Massicci Perugini". Le valli sono a fondo piatto e particolarmente larghe; non solo quella del corso del F. Tevere con piana che trasversalmente raggiunge anche i 2

PROGETTO CARG

km (relativamente, però, meno larga sia dei tratti a monte che dei tratti a valle), ma anche quelle -e per lunghi tratti- degli affluenti di primo ordine così come, inoltre, fatto questo inconsueto, segmenti delle alte valli dei T. Niccone, T. Vallaccia (Pian di Marte), T. Nese (Pian di Nese) verosimilmente sede di episodi da lacustri a fluvio-lacustri, determinati da temporanei sbarramenti, più o meno a valle, dei loro emissari.

Il modellamento subaereo totalmente in ambiente continentale, conseguente al definitivo ritiro del mare dalla regione, deve essere avvenuto progressivamente da E verso W e da N verso S fra il Pliocene inferiore ed il Pliocene superiore, sul finire della tettonica compressiva ed all'inizio di quella distensiva.

Nell'ampia valle tettonica che si veniva formando -entro la quale attualmente corre il F. Tevere- si veniva impostando un estesissimo episodio lacustre, noto in letteratura come "Lago Tiberino", che, a forma di Y capovolto, si estendeva quasi da S. Sepolcro (a N) fino a Terni (a S). I più antichi depositi di questo paleolago sono stati rinvenuti fuori zona nei pressi di Spoleto (F°366) e sono stati riferiti al Pliocene medio, mentre quelli rinvenuti pressoché in affioramento nella cava di Fighille nell'adiacente foglio a nord (Foglio 289 "Città di Castello"), così come in questo Foglio 299 "Umbertide" (ma per analogia), sono stati riferiti al Pleistocene inferiore. Nulla si può precisare su quanto è presente in sottosuolo nelle zone più profonde del bacino in cui dovrebbero esservi -in base alla geofisica Barchi *et alii* (1999)- per lo meno 200 m di depositi. Alla fine del Pleistocene inferiore sembrerebbe terminare l'uniformità della sedimentazione subacquea lacustre e, essendosi ormai quasi colmato il bacino, la sedimentazione appare più frammentaria, diversificata da luogo a luogo, legata a delta-conoidi, a paludi ed a piane alluvionali.

L'opposto deflusso del reticolo idrografico osservato in destra (verso NE) ed in sinistra (verso SW) del F. Tevere indica un diverso modellamento ed una diversa evoluzione delle due zone. Una importante dislocazione dovrebbe correre più o meno in corrispondenza del corso d'acqua principale e dovrebbe aver consentito il basculamento dell'intero blocco in destra idrografica con abbassamento della sua porzione settentrionale più che con innalzamento di quella settentrionale. Ciò risulta confermato anche dallo studio dei depositi continentali ed in particolare di quelli indicati come Sintema di Citerna (**CTA**).

Oltre che la tettonica ancora in atto, le variazioni di livello del pelo libero delle acque di questo "paleolago tiberino" nell'intervallo Pliocene medio- Pleistocene inferiore, il suo svuotamento per fasi successive, nonchè il successivo approfondimento del corso del F. Tevere, hanno determinato continue e ripetute variazioni del livello di base, esercitando, così, un notevole controllo sulla entità e velocità dell'erosione, sullo sviluppo di tutto il reticolo idrografico e sulla

PROGETTO CARG

evoluzione del modellamento di un tratto di territorio assai vasto, anche oltre l'ambito del Foglio 299 "Umbertide". A questi stessi fenomeni verificatisi per tutto il Pleistocene -se non ancora in tempi attuali- sono da ricondursi sia l'instabilità sismica regionale che la potenziale instabilità dei versanti, specie quando costituiti da litotipi ad elevata frazione argillosa.

2 - FRANE

La maggior parte delle frane rilevate nel foglio non mostrano apparenti indizi di evoluzione. Complessivamente le superfici territoriali interessate da dissesti gravitativi sono dell'ordine di poche decine di kmq. Le frane con indizi di evoluzione arrivano a coprire in totale pochissimi kmq e non superano presumibilmente il 20% della globalità delle frane.

Talvolta i corpi di frana sono contigui ai depositi colluviali.

Nei depositi terrigeni marini i dissesti gravitativi sono prevalentemente associati agli affioramenti della Scaglia toscana e dei membri più pelitici del Macigno. In particolare per la Scaglia toscana sono collegati al membro di M. Filoncio, prevalentemente marnoso-argilloso e alla seconda litofacies del membro delle calcareniti di Dudda (litofacies di Poggioni) costituito da alternanze di marne argillose e strati calcarenitici o calcareo-marnosi, mentre nel caso del Macigno si rinvengono più frequentemente nel membro di Lippiano, in prevalenza pelitico e nel membro di Poggio Belvedere, arenaceo-pelitico. In queste situazioni i corpi detritici di frana sono principalmente costituiti da una abbondante matrice limo-argillosa inglobante clasti calcareo-marnosi, marnosi e più raramente arenacei di prevalenti dimensioni centimetriche e decimetriche.

Talvolta i corpi di frana si rinvengono anche nel membro basale del Macigno in prossimità del passaggio con la Scaglia toscana o in connessione con piani di sovrascorrimento. In quest'ultimo caso la matrice limo-argillosa del corpo di frana ingloba anche dei grossi blocchi arenacei talora di dimensioni metriche ed oltre.

Le frane sono sorprendentemente meno frequenti sugli affioramenti della Marnoso-Arenacea umbra e dello Schlier e sulla Formazione della Montagnaccia, lasciando intuire, come concausa innescante, l'importanza preponderante dei piani di sovrascorrimento rispetto alla composizione litologica.

La piccola dorsale carbonatica di M. Acuto-M. Gudiolo non appare interessata da apprezzabili fenomeni di frana.

Nei depositi continentali i dissesti gravitativi sono quasi sempre connessi alla presenza del Sintema di Fighille, prevalentemente argilloso-limoso e alla presenza del Subsintema di Molin dell'Olio laddove affiora in facies limo-argillosa. In tali

PROGETTO CARG

depositi i corpi di frana sono quasi sempre costituiti da abbondante matrice limo-argillosa inglobante talvolta i ciottoli di altre unità stratigrafiche.

Le tipologie di frana preponderanti sono ascrivibili agli scorrimenti (Quaderni del Servizio Geologico Nazionale, Serie III°, N°4, Simbologia delle forme di versante dovute alla gravità), gli spessori coinvolti vanno da pochi metri a poche decine di metri per i fenomeni più profondi.

Nel settore nordoccidentale del foglio hanno una rilevante estensione le frane senza indizi di attività presenti a nord ed a sud della località Teverina, rispettivamente in testata dei tributari del T. Minima e in testata del T. Seano. Trattasi di depositi da frana di scorrimento coalescenti, impostati prevalentemente su successioni di strati contorti e fratturati. Ambedue le situazioni sono infatti poste sui contatti stratigrafici tra la il Macigno e la Scaglia toscana nonché parzialmente in coincidenza con un fronte di sovrascorrimento.

In località Danciano, sulla destra idrografica del T. Seano, i dissesti gravitativi sono associati prevalentemente al membro pelitico del Macigno (membro di Lippiano) ed alla presenza di una tettonica compressiva a basso angolo.

Nel settore sudoccidentale del foglio sono degni di rilievo i corpi di frana rilevati in località Fontaccia-Santa Maria delle Corti, nei pressi di Lisciano Niccone, in località Torraccia, a nord di Tuoro, e in località Abbadia di Ginezzo a Nord dell'omonimo M. Ginezzo.

Nel primo caso le frane di scorrimento sono poste su un fronte di accavallamento più interno rispetto a quello della Falda toscana e interessano, oltre alla formazione della Scaglia toscana, tutti i membri del Macigno. Questo corpo detritico interferisce con la viabilità regionale e con alcune abitazioni sparse. Nel secondo caso l'unità litostratigrafica coinvolta è principalmente il membro di Lippiano. Nel terzo caso è coinvolta la formazione della Scaglia toscana e prevalentemente il membro di Lippiano. Anche qui l'episodio franoso è impostato su un fronte di accavallamento.

La parte nordorientale del foglio si distingue dagli altri settori perché costituita prevalentemente dai depositi continentali quaternari. Particolare rilievo assumono le frane, senza indizi di attività, presenti attorno al Colle di Montone. Sono frane di scorrimento e di crollo: le prime con piano di scivolamento circa coincidente con il passaggio dal Subsintema di M. Rotondo (conglomeratico poligenico in prevalenza) al Subsintema di Molin dell'Olio e talvolta al Sintema di Fighille (in prevalenza limoso-argilloso); le seconde con piani di distacco subverticali nei conglomerati del Sintema di Citerna. Il basculamento dei depositi, con bassa inclinazione verso NW, produce a Montone situazioni di dissesto con fenomeni che si ripetono nello spazio e nel tempo sui versanti orientati a NW. (fig. 28-Frana di Monte Bestia). L'abitato è stato recentemente oggetto di interventi di consolida-

PROGETTO CARG

mento che hanno stabilizzato i versanti al contorno del capoluogo.

Ad est di Promano il Subsintema di Molin dell'Olio, spesso costituito di esclusive lenti limo-argillose, è interessato da numerose e concentrate frane attive, di superficie modesta, con linee di scorrimento a prevalente direzione NW.

Nel Macigno, membro di Poggio Belvedere, sono individuabili estesi corpi di frana in destra idrografica del T. Niccone.

In destra idrografica del T. Seano sono altresì rilevabili grandi corpi di frana posti su una serie di scaglie tettoniche che sovrappongono fra loro, in successione inversa, i vari membri del Macigno.

Nel settore sudorientale del foglio sono da descrivere due situazioni riferibili a dissesti gravitativi presenti sulla Scaglia toscana con il sovrastante Macigno e sul membro basale della Marnoso-Arenacea umbra.

In località Crocicchie i piani di scorrimento sembrano impostati sulla litofacies prevalentemente argilloso-marnosa della membro delle calcareniti di Dudda e sul membro di Monte Filoncio. Al tetto sono presenti le arenarie del Macigno che, a causa della particolare situazione orografica e tettonica (il colle è compreso fra due fronti di accavallamento) tendono ad espandersi verso le valli. Il nucleo abitato è stato sottoposto ad interventi di consolidamento ed è tuttora oggetto di monitoraggio strumentale.

A nord di Polgeto, a destra della strada che da M. Acuto porta ad Umbertide, sono segnalati due estesi corpi di frana sul membro di Casa Spertaglia (prevalentemente pelitico) della Marnoso-Arenacea umbra. Occupano in modo simmetrico gli opposti versanti di un impluvio con fosso tributario del F. Tevere.

Fig. 28 - *Frana di M. Bestia.*

PROGETTO CARG

3 - DATI GEOTECNICI

I dati sottoriportati fanno esclusivamente capo a progetti o studi eseguiti o depositati presso il Servizio Geologico della Regione Umbria oltre ad una raccolta di stratigrafie nell'area della valle del Tevere posta a nord-est del foglio.

La maggior parte delle stratigrafie si riferiscono al progetto regionale di consolidamento del colle di Montone.

Nella pianura alluvionale del Fiume Tevere a monte di Umbertide la raccolta dei sondaggi e dei dati relativi a prove penetrometriche ha permesso l'individuazione dei litotipi più superficiali che sono stati contrassegnati nella cartografia.

Le caratteristiche geotecniche dei depositi continentali, di cui si ha disponibilità di dati, sono indicate di seguito per tipologie di proprietà e per gli intervalli di valori più significativi.

3.1. - Sintema di Fighille

I - Componente a prevalenza argillosa:

a) proprietà fisiche

peso di volume	1,93-2,12 g/cm^3
ind. plasticità	14-28
contenuto d'acqua	19%-32%
limite di liquidità	34-66

b) proprietà meccaniche

coesione non drenata	268-500 kPa
coesione drenata	15-67 kPa
angolo di resistenza al taglio	23°-30°
angolo d'attrito residuo	9°-19°

II - Componente a prevalenza sabbioso-limosa:

a) proprietà fisiche

peso di volume	1,85 g/cm^3 (dato singolo)
contenuto d'acqua	18% (dato singolo)

b) proprietà meccaniche

coesione drenata	40 kPa (dato singolo)
angolo di resistenza al taglio	28° (dato singolo)

PROGETTO CARG

3.2. - Subsintema di Monte Rotondo

I - Componente a prevalenza sabbioso-limosa:

a) proprietà fisiche

peso di volume	1,85-2,07 g/cm^3
ind. plasticità	16-21
limite di liquidità	36-41

b) proprietà meccaniche

coesione non drenata	50-250 kPa
coesione drenata	20-55 kPa
angolo di resistenza al taglio	17°-29°

3.3. - Accumulo antropico

a) proprietà fisiche

peso di volume	1,85-1,96 g/cm^3
contenuto d'acqua	13%-26%

b) proprietà meccaniche

coesione drenata	20-40 kPa
angolo di resistenza al taglio	24°-39°
angolo d'attrito residuo	22°-27°

PROGETTO CARG

PROGETTO CARG

VI - ATTIVITA' ESTRATTIVE

Nell'area del Foglio 299 "Umbertide" sono state aperte cave la cui massima attività estrattiva si è avuta negli anni 1960-1980.

I litotipi coltivati e le principali ubicazioni delle cave relative sono sotto riportati:

- ghiaie delle alluvioni attuali, recenti e terrazzate principalmente in sinistra idrografica del Fiume Tevere a monte di Umbertide;
- conglomerati poligenici del subsintema di Monte Rotondo (CTA_1) al limite nord del foglio ed a nord della strada che da Cinquemiglia porta alla Fattoria Roscetti;
- sabbie medie e grossolane del subsintema di Molin dell'Olio (CTA_2) nelle colline a NE di Promano;

I suddetti litotipi sono stati utilizzati principalmente per la costruzione di varie tipologie di rilevati (nel caso dei litotipi ghiaiosi e ghiaio-sabbiosi) e come inerti per l'edilizia.

Nell'economia locale rivestono un elevato grado d'importanza anche altri litotipi che vengono estratti ed utilizzati come inerti per l'edilizia o come pietra per costruzione nelle cave delle aree sotto elencate:

- litotipi calcarei e calcareo-marnosi appartenenti alla litofacies di Montanare del membro delle calcareniti di Dudda della formazione della Scaglia toscana nell'area circa a quota 500 m a SW del foglio e poco a Nord di M. Sorbena e M. Castelluccio;

- litotipi calcarei del Calcare Massiccio, della Maiolica, della Scaglia Rossa e della Scaglia Variegata rispettivamente al bordo orientale del foglio in sinistra idrografica del Torrente Nese di fronte al M. Elceto, presso il toponimo cava di pietra ad est di M. Acuto (fig. 29) e presso la vallecola compresa tra M. Acuto e M. Valcinella;
- litotipi arenacei del membro di Molin Nuovo (MAC_1) noti come *pietra serena*, a nord di Tuoro sul Trasimeno al chilometro 26 della S.S. n. 416.

Altre piccole cave, da tempo inattive, hanno utilizzato i materiali calcarei detritici al bordo orientale del foglio presso S. Giovanni del Pantano.

Fig. 29 - *Cava di M. Acuto*

PROGETTO CARG

PROGETTO CARG

VII - SISMICITA' STORICA E DATI DI PERFORAZIONI PROFONDE

Le zone dell'alta valtiberina e della Val di Chiana, ricomprese nel Foglio 299 "Umbertide", non sono mai state storicamente epicentro di terremoti distruttivi, ma hanno comunque risentito degli eventi sismici con epicentri in aree di poco a nord del foglio:

Anno	Località	Intensità M.C.S.
1005	Arezzo	7.5
1270	Sansepolcro	7.5
1352	Monterchi	9.0
1458	Città di Castello	9.0
1789	Città di Castello	9.0
1897	Pietralunga	8.0
1917	Citerna	9.5

Tra gli anni 1991 e gli anni 1999 la Rete Sismica locale dell'Umbria ha registrato nella porzione più orientale del foglio circa 20 scosse sismiche con magnitudo medie Richter non superiori a 3 e profondità ipocentrali intorno ai 5-7 chilometri.

Nei pressi di Colle Calampea, ad est di Colle Campana nell'area sudest del foglio, una perforazione di ricerca della SNIA ha perforato dopo circa 450 metri di depositi torbiditici una sequenza di evaporiti triassiche s.l. per oltre 3600 metri intervallate a 2 orizzonti filladici del Verrucano *s.l.* ognuno di circa 500 metri a metà ed al fondo della perforazione.

PROGETTO
CARG

PROGETTO CARG

VIII - IDROGEOLOGIA

Nel Foglio 299 "Umbertide" sono distinguibili le seguenti unità idrogeologiche principali:

I. l'unità relativa al sistema dei depositi alluvionali del F. Tevere, T. Nestore e T. Carpina tra S. Secondo e Umbertide;
II. le unità costituite dal complesso idrogeologico della Successione toscana che è presente in gran parte del settore centro-occidentale del foglio;
III. l'unità carbonatica di M. Acuto - M. Tezio situata nel margine sudorientale dell'area.

L'ampio sistema acquifero dei depositi quaternari della Val di Chiana, che si estende dal Lago Trasimeno ad Arezzo, viene ricompreso solo molto marginalmente nel lato sudoccidentale del foglio.

1. - UNITÀ DEI DEPOSITI ALLUVIONALI DEL F. TEVERE, T. NESTORE E T. CARPINA

Tale unità fa parte del settore settentrionale del sistema acquifero della Media Valle del Tevere che si estende da Città di Castello a Todi, che è stato oggetto di un dettagliato studio idrogeologico effettuato dalla Regione dell'Umbria nella metà degli anni 70, nell'ambito della "Ricerca operativa sulle acque sotterranee".

I depositi alluvionali ricoprono una fascia molto ristretta con uno spessore che supera raramente i 20-30 m, il F. Tevere costituisce l'asse di drenaggio principale della circolazione idrica sotterranea, con linee di flusso trasversali nelle aree di confluenza con il T. Nestore e T. Carpina. La trasmissività dell'acquifero è generalmente compresa intorno a valori di $10^{-3} \div 10^{-4}$ mq/s, con portate ottimali dei pozzi che difficilmente superano i 5 l/s. La qualità delle acque è scarsa con valori di conducibilità anche superiori ai 600-800 µS, durezza elevata e prossima ai 50°F e presenza, talora al di sopra dei limiti di potabilità, delle specie azotate. L'utilizzo della risorsa risulta essere prevalentemente di tipo agricolo-industriale, mentre l'uso idropotabile è limitato a pochi pozzi utilizzati dai centri abitati o da alcuni utenti privati.

2. - UNITÀ DEL COMPLESSO IDROGEOLOGICO DELLA SUCCESSIONE TOSCANA

La presenza nella Successione toscana di consistenti sequenze torbiditiche, costituite da potenti banchi di arenarie e di calcareniti, con intercalazioni di marne e di formazioni carbonatiche, ascrivibili alla Scaglia toscana, permette l'instaurarsi di una circolazione idrica sotterranea in un sistema acquifero di tipo compartimentato, sia per la presenza delle intercalazioni marnose-argillose, sia per il ruolo svolto dai contatti tettonici che possono interrompere la continuità laterale dei vari livelli acquiferi.

Quando lo sviluppo areale delle sequenze permeabili è rilevante può risultare significativa in queste successioni l'aliquota di infiltrazione efficace, che sostiene il flusso di base dei corsi d'acqua drenanti tali strutture, e permette l'instaurarsi di una circolazione idrica sotterranea che può risultare importante per l'approvvigionamento idrico di tipo locale. Nelle aree di affioramento di queste successioni le rare sorgenti puntuali presentano in genere portate medie inferiore al litro per secondo.

3. - UNITÀ CARBONATICA DI M. ACUTO-M. TEZIO

Nei limiti del Foglio 299 "Umbertide" ricade circa la metà della superficie che costituisce l'unità idrogeologica di M. Acuto - M. Tezio, che fa parte della più ampia struttura carbonatica denominata in letteratura come Massicci Perugini.

L'unità di M. Acuto-M. Tezio costituisce una struttura idrogeologica ben definita, in quanto risulta bordata da formazioni torbiditiche, prevalentemente marnose, caratterizzate da una bassa permeabilità e che costituiscono pertanto un

PROGETTO CARG

limite laterale a flusso nullo, rispetto alla circolazione idrica sotterranea che si sviluppa nell'acquifero carbonatico.

La struttura acquifera presenta un livello piezometrico di base generalmente inferiore rispetto alle quote di affioramento delle formazioni carbonatiche, sono difatti presenti solo rare sorgenti delle quali solo una parte ha una portata media superiore ad alcuni litri per secondo.

L'aliquota di ricarica relativa all'infiltrazione efficace è stimabile in 150-200.000 mc/anno per kmq di superficie di affioramento delle formazioni carbonatiche. La qualità delle acque risulta buona anche se i livelli di circolazione più profonda possono presentare salinità e durezza più elevata, per l'interazione con formazioni triassiche di natura dolomitica-anidritica.

Risulta inoltre interessante in tutto il settore dei Massicci Perugini l'elevata pressione parziale di anidride carbonica presente nelle acque sotterranee, in particolare per quelle a maggiore concentrazione di solfati, con valori superiore anche a due ordini di grandezza rispetto a quelli riscontrati mediamente per le sorgenti dei circuiti carbonatici appenninici. Tale situazione può essere attribuita alla nota presenza nell'area di serbatoi profondi di gas, come testimoniati anche dalla rilevante emissione gassosa situata nelle immediate vicinanze della periferia settentrionale dell'abitato di Umbertide, con elevate pressioni di CO_2 che risale attraverso percorsi preferenziali nei circuiti idrici in esame.

Nell'area dei Massicci Perugini sono in corso studi idrogeologici di dettaglio per l'ubicazione di campi pozzi ad uso idropotabile, da realizzare nell'acquifero carbonatico, dei quali alcuni pilota hanno già dato risultati di buone caratteristiche quanti-qualitative.

4. - ACQUIFERI MINORI

Oltre alle principali unità idrogeologiche sopradescritte nell'area del Foglio 299 "Umbertide" sono presenti dei sistemi minori rappresentati dalle esigue fasce dei depositi detritici di fondovalle, dei principali corsi d'acqua, e dall'acquifero alluvionale, di ridotta estensione, situato al bordo del Lago Trasimeno in corrispondenza dell'abitato di Tuoro.

Il complesso idrogeologico relativo alle unità continentali del Supersintema Tiberino affioranti prevalentemente nel settore nordorientale e i ridotti livelli acquiferi che si sviluppano all'interno della formazione della Marnosa Arenacea umbra sono caratterizzati dalla presenza di scarse sorgenti, con portate che raramente superano un litro per secondo, e portate specifiche dei pozzi che risultano in genere inferiori a 1 mc/ora per metro di depressione piezometrica.

PROGETTO CARG

PROGETTO
CARG

PROGETTO CARG

IX - ABSTRACT

Sheet 299-Umbertide of the Geological Map is based on the latest surveys to the scale of 1:10.000 carried out from 1998 onwards under the auspices of the Umbrian Regional Authority's "Progetto Cartografia Geologica".

The survey was carried out according to lithostratigraphic criteria, describing the various units recognised as formations, members, lithofacies and marker beds. To define the units of the early Quaternary that outcrop in the vicinity of Trestina and Montone, synthemic (unconformity-bounded) units have been used. At the same time we proceeded to define the Tectonic units and to describe them (geometrically, chronologically, stratigraphically, structurally, palaeogeographically etc.).

In the area of Sheet 299 a vertical section of the Apennine structure crops out, including, from the bottom (see legend): the Umbro-Romagnol succession; the M. Rentella *Auct.* succession, which is attributed to the marginal part of the Umbrian Domain; and a succession of shales and sandstones, here attributed to the Tuscan Nappe (Tuscan Scaglia Formation and Macigno). Finally, in the north-eastern part of the Sheet there are outcrops of powerful Pleistocene successions, made up of fluviolacustrine sediments.

The Tuscan formations dating from the Rupelian-Aquitanian age, which have extensive outcrops in the western part of Sheet 299-Umbertide, have been attributed to the Tuscan Scaglia and Macigno Formation. The data collected during the survey campaign and the related stratigraphical and petrographical

analyses have shown that the Tuscan Scaglia Formation consists of two members: the Dudda member, prevalently polychromatic marly limestone, and the M. Filoncio member, mostly polychromatic shale. Biostratigraphical analyses have allowed these formations to be dated to the Oligocene.

In the overlying arenaceous Flysch (Macigno) three members have been identified; from the bottom: the Molin Nuovo Member, which is arenaceous, the Poggio Belvedere Member, which is arenaceous-pelitic, and the Lippiano Member, which is pelitic-arenaceous.

The area covered by Sheet 299-Umbertide offers stratigraphical situations that are also interesting for the study of Umbrian successions starting with the Calcare Massiccio Formation and going on to include parts of the Umbrian Marnoso-Arenacea and Romagnol Marnoso-Arenacea Formations.

The carbonate successions that crop out along the M. Saldo-M. Acuto-M. Gudiolo ridge differ fairly clearly from the typical Umbria-Marches succession in the thickness, lithological character and age of some of the outcropping formations. This leads one to consider the successions in western Umbria (Massicci Perugini, M. Peglia, Catena Amerina) as belonging, during the Jurassic and the Cretaceous, to an area of relative structural heights bounded by the Tuscan Basin and the external part of the Umbria-Marches Domain.

In the central eastern part of Sheet 299-Umbertide, the Marnoso-Arenacea *Auct.* Formation has been divided into two stratigraphical units: the Umbrian Marnoso-Arenacea Formation, corresponding to the lower part of the terrigenous succession, of Burdigalian-Langhian age, and the Romagnol Marnoso-Arenacea Formation, corresponding to the upper part, and more external than the succession, of Langhian-Serravallian age. The Umbrian Marnoso-Arenacea Formation which outcrops in the more internal tectonic element is made up of a powerful turbiditic sequence, either arenaceous or pelitic-arenaceous, in which arenites of variable composition can be observed, from silicoclastic to arkosic, from carbonate to hybrid, related to their different areas of origin: from the bottom, the Case Spertaglia, M. Casale and Vesina Members have been identified.

In the Romagnol Marnoso-Arenacea Formation the top part of the Galeata Member - FMA_{4b} and the Nespoli Member - FMA_8.

The Quaternary continental deposits of the Tiber and Valdichiana basins crop out extensively in the central northern area of the Sheet. 3 synthemes, 2 sub-synthemes and 3 lithofacies have been identified. The base of these deposits is made up of grey clays from an lower Pleistocene lacustrine-palustrine environment, which are followed by sands and rudites deposited from the middle Pleistocene to part of the Holocene, with thicknesses of several hundred metres. The latter deposits are in turn overlaid by the final alluvial deposits, generally consisting of silt and sands in lenses.

PROGETTO CARG

From a structural point of view, the Tuscan formations in this area have been attributed to the most external part of the Tuscan Nappe, the positioning of which on the Umbrian successions may be dated to the middle Burdigalian (about 18 million years ago in absolute terms); it has overthrust an Umbrian Marnoso-Arenacea Formation - MUM_1, the age of which may be referred to the lower part of the Burdigalian. In the area under consideration, the Tuscan Nappe consists of four main tectonic elements, with spacing of several Km and NE vergence.

At least the most internal of these can probably be taken to represent horses of a wider duplex structure, now eroded, in which the roof thrust corresponds to the base surface of the Ligurian Assemblage. The directions of movement measured on the various thrust surfaces are in the vicinity of N45. All the thrusts are normally associated with folds, which are generally overturned. Some of these also give rise to lesser tectonic scaglias with dimension of hundreds or thousands of metres. The folds related to the thrusts are directed more towards the Apennines in the more internal Elements and more southwards in the more external Elements.

The drafting of Sheet 299-Umbertide has allowed identification, in the area between S. Bartolomeo dei Fossi and M. Rapille for a length of about 6.5 Km, of an overthrust of the Tuscan Nappe on the arenaceous succession of M. Rentella (prevalently consisting of fine-grain turbidites in thin layers), which occupies a band with an average width of about 800m, and which in turn overthrusts on the internal edge of the Umbrian Marnoso-Arenacea Formation (MUM_1).

On the basis of the data that have emerged from this survey, the possibility has been accepted here that the "M. Rentella unit" may simply be a tectonic scaglia uprooted from edge of the Umbrian Domain and overthrust on the most external Umbrian successions.

From the data collected during the survey, and consistent with the tectonosedimentary evolution of other areas of the northern Apennines, the successions outcropping in Sheet 299-Umbertide were affected by multi-phase tectonic activity which had as its main effects:

a) creep and tectonization, with the formation of folds and thrusts, of the Tertiary part of the Tuscan Nappe and its overthrust on the more internal part of the Umbro-Romagnol Basin;
b) compressive warp of the latter, also with the formation of folds and thrusts;
c) the dislocation of the compressive structure caused by strike-slip and then normal faults, with the consequent genesis of the Upper Tiber Valley tectonic depression.

One of the most important conclusions that has emerged from analysis of the Tuscan successions in the eastern part of Sheet 299-Umbertide is that these successions should be referred to the Tuscan Scaglia Formation and the Macigno

PROGETTO CARG

Formation. In particular, only the upper part of the Tuscan Scaglia Formation outcrops, whilst the Macigno Formation is represented from its base to its top, in the Aquitanian age, as also happens in the most western sectors of the chain north of the Arno.

To remind us of what is already known from literature, in the internal sector of the Umbro-Romagnol succession to the west of the River Tiber, the area of M. Saldo-M. Acuto-M. Gudiolo, it is possible to identify three distinct moments of the Miocene compression phase: an early moment of movement and placement of the allochthonous elements; a moment of individuation of the folds and of refolding of the tectonic surfaces formed earlier; and a final moment, represented by essentially strike-slip tectonic activity. In accordance with the foregoing, and with the observations made during this survey, the Umbrian successions of the M. Saldo-M. Acuto-M. Gudiolo lineament are interpreted as the footwall of the Tuscan Nappe.

Fold and thrust tectonic activity in the scale of the outcrop is clearly visible in the most external sector of the Umbro-Romagnol succession to the east of the River Tiber.

Extensional-type structures, mainly represented by normal faults with throws that vary from a few metres to several hundred metres, and with inclinations that vary from 60°-70° to 20°-30°, are common throughout the whole area of the "Umbertide" Sheet.

In the area of the M. Saldo-M. Acuto-M. Gudiolo carbonate massifs and in bordering areas, this late, very active tectonic action in the Pleistocene, of both distensive and strike-slip types, is better represented and more evident.

The distensive tectonic activity is shown by dense systems of normal and transtensive faults. These are faults with a prevalent direction towards the Apennines (N130°-N160°), with frequent variations towards both N10°±10 and N100°±10. These faults are arranged in conjugate systems which include stages dipping towards both NE and SW: the former are of decidedly greater importance than the latter due to the throws and linear development of the various segments.

1. - QUATERNARY CONTINENTAL DEPOSITS - UBIQUITOUS UNITS

Slide bodies - a_1 *Upper Pleistocene? - Holocene*

Eluvio-colluvial deposits - b_2 *Upper Pleistocene - Holocene?*

Debris characterized by centimetric or decimetric clasts with sharp or subangular edges, massive or poorly stratified with prevalently silty matrix in accumulations of modest thickness.

PROGETTO CARG

Talus - a_3 *Upper Pleistocene - Holocene?*

Coarse deposits with sharp-edged elements and sparse matrix, deposited at the foot of steep walls.

Current alluvial deposits - b *Holocene*

Prevalently sands and loose gravel. Dark clay silts prevalent (a), loose sands (b) and polygenous sandy gravel (c); the thicknesses of these are generally between 10 and 15 m, but with strong local variations. Height above the talweg, 2-5 m (Tiber basin).

Terraced alluvial deposits - b_n *Middle - upper Pleistocene*

Deposits consisting prevalently of silt and silty sands of a rust-red colour (a) with intercalations of sandy gravel (b), generally non-differentiated. Height above the talweg, 16-50 m.

2. - PLEISTOCENE STRATIGRAPHIC UNITS (UNCONFORMITY-BOUNDED)

Tiber Supersyntheme

Pian di Nes syntheme - NES *Middle? - upper? Pleistocene*

Light-coloured silt-clay deposits which lie in angular unconformity on the pre-Pliocene substratum.

Citerna syntheme - CTA

Multi-lenticular clastic deposits which rest in angular unconformity on the Fighille syntheme.

M. Rotondo subsyntheme - CTA_2 *Middle Pleistocene-Holocene p.p.*

Three polygenous conglomerate lithofacies can be identified:

- from coarse to very coarse (2-30 cm) with sparse matrix (**Lithofacies CTA_{2b}**);
- extremely coarse (5-100 cm) with sparse or non-existent matrix (**Lithofacies CTA_{2c}**);
- coarse (3-5 cm) with abundant matrix and with alternations of sand, frequently with a high degree of cementation (**Lithofacies CTA_{2a}**).

Molin dell'Olio subsyntheme - CTA_1 *Middle Pleistocene*

Prevalently grey-ochre sandy deposits in strata of thicknesses up to 7 m, at times cemented, sometimes with remnants of vegetation, with underlying grey silt-clay levels with decimetric lenses of rust-yellow rudites of 1-5 cm.

PROGETTO CARG

Fighille syntheme - FHL *Lower Pleistocene*

Grey silty clays arranged in banks of several metres, with underlying yellow-ochre sands with centimetric balls of mud, carbonaceous remnants and thin levels of fine gravel.

3. - TUSCAN NAPPE

Macigno - MAC

Lippiano Member - MAC_3 *Chattian-Aquitanian*

Sequence of silicoclastic turbidites in thin and medium strata, in the main pelitic-arenaceous. Thick arenaceous strata are relatively rare, and are not generally arranged in megasequences. Presence of black argillites and carbonate turbidites with thicknesses from decimetres to metres. Col de Mura stratum - Cd, 12 metres thick, located about 230 m from the base of the member, is made up of a predominant calcarenite basal part. Strong deposits from slumping at the top.

Poggio Belvedere Member - MAC_2 *Chattian-Aquitanian*

Alternations of quartzofeldspathic turbiditic strata, the strata being from thick to very thick, and fine turbidite levels of metres or decametres. Prevalence of levels with ratio A/P>1 in the lower part of the member and of levels A/P<1 in the upper part. Presence of calcarenitic-marly megaturbidites at various stratigraphic heights. Average thickness about 300 m.

Molin Nuovo Member - $MAC1_1$ *Chattian*

Quartzofeldspathic turbiditic sandstone in thick or very thick banks, frequently amalgamated, in the main coarse-grained, with a grey colour at the fresh fracture and ochreous yellow at the alteration. Pelitic-marly intervals of limited thickness and calcarenitic-marly turbidites in thin strata in the upper part of the Member. Maximum thickness about 500m, absent in the external area, where it is replaced by the overlying Poggio Belvedere Member.

Tuscan Scaglia - STO

Monte Filoncio Member - STO_6 *Rupelian-Chattian*

Grey marls with poorly-marked stratification alternating with pink or greenish argillites and graded slickens of dark siltstones, thickness ranging from 2 to 15 cm. The maximum thickness of the Member does not exceed 80 m.

PROGETTO CARG

Dudda calcarenites Member - STO_4 *Ypresian p.p.-Lutetian p.p.*

This Member has been divided into two lithofacies. The **Poggioni lithofacies (STO_{4b})** has a poorly-stratified alternation of red, violet, havana-brown and greenish argillites and prevalently calcarenite or calcirudite strata, subordinately calcareo-marly, of a thickness varying from a few centimetres to over a metre. The overall thickness does not exceed 120 m.

The **Montanare lithofacies (STO_{4a})** consists of an alternation of micritic or calcarenitic calcareo-marly strata, grey in colour with local deep-red or green markings, usually graded and with thickness varying from 10 cm to over 2 m, and subordinate marly pelites or grey argillites. Ratio of limestone-calcarenite/pelite >>1. Frequent bands or nodules of green or black chert. The overall thickness about 130 m.

4. - UMBRIAN SUCCESSION OF M. RENTELLA

Montagnaccia Formation - REN *Aquitanian p.p. (?)-Burdigalian p.p. (?)*

Alternation of fine siltstone-marly turbidites in thin strata and thicker turbidites (from one to several metres) based on sometimes coarse arenite; lenticular geometry of the bodies of coarser-grained turbidites. High silica content, also in the form of bands and nodules.

5. - UMBRO-ROMAGNOLE SUCCESSION (M. ACUTO AND VAL DI LANA)

Romagnol Marnoswo-Arenacea Formation - FMA

Nespoli Member - FMA_8 *Serravallian (upper part)*

Pelitic-arenaceous silicoclastic turbidites in thin strata with arenite intervals in slightly undulating laminas (Facies F9a). Supply from NW dominant. A/P ratio generally in the range 1/6 - 1/10. Thickness of the Member, about 170 m.

Galeata Member - Lithofacies FMA_{4b} *Serravallian*

Pelitic-arenaceous turbidites in thin to very thick strata, with A/P ratio that is extremely variable but usually within the range 1/4 - 1/8. Variable composition of the arenites: silicoclastic of Alpine origin, carbonate from the SE and hybrid, fed in from the SW or from the SE. It contains a sizeable deposit from slumping, about 150 m thick, and several of pebbly sandstone. Visible thickness about 500 m.

PROGETTO CARG

Umbrian Marnoso-Arenacea Formation - MUM

Vesina Member - MUM_3 *Langhian p.p. - Upper Langhian*

Silicoclastic turbidites in thin to medium-thick strata, with an A/P ratio in the range 1/4-1/10, supplied in general from the NW. Frequent carbonate intervals with thickness varying from a few cm. to several dm., which probably can be interpreted as very fine turbidites. The top of the succession does not crop out. Passage to the underlying Monte Casale Member is marked by a significant increase in arenite strata and of the value of the A/P ration. Maximum thickness about 300 m.

Monte Casale Member - **MUM_2** *Langhian p.p.*

Arkosic and arkoso-lithic turbiditic sandstone, grey at fresh fracture, in massive or banded thick to very thick strata, frequently amalgamated, sometimes with slurry-bed type summit intervals and with a mostly coarse basic grain size. A/P ratio >>1. Intercalations of marls and hybrid turbidites in the lower part of the Member. Fairly sudden passage to the underlying Casa Spertaglia Member. Thickness does not exceed 40-50 m.

Casa Spertaglia Member - MUM_1 *Burdigalian p.p.-Langhian p.p.*

In the area of Monestevole: basal part of the formation characterised by prevalent micaceous Alpine turbidites of fine grain size in fairly thin strata (10-40cm). Intercalations of thicker strata of medium-coarse sandstone of litho-arenite composition, of transverse origin, which tend to increase in frequency and width towards the top. A/P ratio usually <1.

Schlier - SCH *Burdigalian (middle part)*

In the upper part, grey clays and marls alternating with frequent silty levels which render the stratification patterns very clear. At the base, grey silty and clayey marls in thick to very thick strata, in general poorly marked. The outcropping thickness is about 50 m.

Bisciaro - BIS *Aquitanian p.p.- Burdigalian p.p.,* from literature

Marls and ochreous marly limestone in poorly-defined stratification, with bands and nodules of black c hert. Volcano derived reddened horizons at various stratigraphic levels. Stratigraphic passage to the Scaglia Cinerea marked by 15-20 cm slickens of darker, very compact marls, and occasionally by true, fine arenaceous horizons, strongly cemented and with abundant glauconite (peak of M. Valcinella). Thickness about 30 m.

PROGETTO CARG

Scaglia Cinerea - SCC *Upper Eocene pp.-Aquitanian p.p.* from literature

Limestone marls with planktonic foraminifera, thinly stratified, ash-grey in the basal part, yellowish green (almost ochreous at the alteration) in the upper part. Gradual passage to the Scaglia Variegata through alternations in a space of 7-8 m, well exposed along the Umbertide-Castel Rigone provincial road. Thickness about 40 m.

Scaglia Variegata - VAS Middle *Eocene p.p.-Upper Eocene p.p.* from literature

Marly limestone with planktonic foraminifera, pink or multicoloured, in strata of at most 10 cm, with fragmented fracture, alternating with horizons of red clayey marls. Fairly gradual passage to the underlying Scaglia Rossa, with progressive reduction in the pelitic component, increase in the average thickness of the strata and convergence of colours on red tones. Thickness about 50 m.

Scaglia Rossa - SAA *Turonian p.p.-Middle Eocene p.p.* from literature

Limestone with planktonic foraminifera, pink in various degrees of intensity, more rarely whitish, alternating with very fine pelitic interstrata. Bands and nodules of amaranthine red chert. Cretaceous part of the formation almost exclusively limestone and characterised by thicker strata (10-40 cm); Palaeogenic part has thinner strata with relatively thicker marly-clayey intercalations, of a brick-red colour more intense than that of the limestone. Thickness about 100 m.

Scaglia Bianca - SBI *Albian p.p.-Turonian p.p.* from literature

Milk-white calcilutites with planktonic foraminifera in regular 10-25 cm strata, with abundant bands of brown, dark-grey or black chert. Gradual passage to the Marne a Fucoidi. Thickness about 50m. In the M. Acuto quarry, at about 40 m from the base, the Bonarelli horizon appears with maximum thickness 1 m.

Marne a Fucoidi - FUC *Aptian p.p.-Albian p.p.* from literature

Marls with variable content of limestone, thinly stratified (10-30 cm), grey, violet or greenish and rich in organic traces (Fucoids, Chondrites), alternating with often bituminous pelitic interstrata. Presence of foraminifera and radiolarites. The thickness of the formation does not exceed 50 m. Gradual passage to the underlying Maiolica.

PROGETTO CARG

Maiolica - MAI *Tithonian p.p.-Aptian p.p.* from literature

Fine white or light-grey lithographic limestone (mudstone) with conchoidal fracture in regular, thin to medium (20-50 cm) strata, containing bands and nodules of brown or black chert. Fairly sudden stratigraphic passage to the Calcari Diasprigni. Thickness about 130m, estimated at M. Acuto. Contain Radiolarites and various species of Calpionellidi.

Calcari Diasprigni - CDU *Callovian p.p.- Tithonian p.p.* from literature

Cherty limestone intercalated with red, greenish or grey horn chert with thin stratification, generally a few centimetres. Thickness about 35 m on the NE side of M. Acuto.

Calcari e Marne a Posidonia - POD *Aalenian p.p.-Callovian p.p.* from literature

Hazel or greyish marly limestone in 10 to 30 cm strata, alternating with grey marls. Filamentary remains can be referred to thin-shelled pelagic lamellibranchs of the genus *Bositra*, easily recognisable even macroscopically. Thickness does not exceed 30 m in the area around M. Acuto.

Rosso Ammonitico - RSA *Toarcian-Aalenian p.p.* from literature

Present in very limited thicknesses and in sporadic outcrops. There are traces thereof above the disused quarry of Corniola, on the eastern side of M. Acuto, and at the working quarry at Pian di Nese. Pink, brick-red or grey-green calcareous-marly slickens, with frequent nodular structure, alternating with red argillites or marly clays. Clear passage to the Corniola.

Corniola - COI *Upper Sinemurian - Toarcian*

Very fine dark grey limestone (mudstone) with conchoidal fracture in often lenticular strata of 10-50 cm, with bands and nodules of brown or reddish chert, intercalated with greenish pelites several centimetres thick. There are intervals from slumping and finely calcarenite strata, characterised by erosion structures at the base. Thickness about 100 m.

Calcare Massiccio - MAS *Hettangian - Lower Sinemurian*, from literature

More or less coarse, unstratified limestone and calcarenites, colour varying from white to beige to dark grey. Can be classified as mudstone, wackestone or packstone, with bioclasts and ooids.

In the working quarry East of Pian di Nese there is an outcrop of the summit facies of the Calcare Massiccio, represented by blackish mudstones with radiolarites, sponge spicula and benthic foraminifera, with microfacies already very similar to those of the Corniola but with stratification either absent or just hinted at ("Corniola Massiccia" *Auct.*). The formation does not crop out for all its thickness.

PROGETTO CARG

BIBLIOGRAFIA

Geologia

AA. VV. (1980) - *Carta strutturale dell'Appennino settentrionale*. S.EL.CA. - Firenze.

ABBATE E. & BRUNI P. (1989) - *Modino - Cervarola o Modino e Cervarola ?*. Mem Soc. Geol. It., **39** (1987): 1 - 17.

ABBATE E. & SAGRI M. (1982) - *Le unità torbiditiche cretacee dell'Appennino settentrionale ed i margini continentali della Tetide*. Mem. Soc. Geol. It., **24** (2): 115 - 126.\p

ACHILLI V., ARCA S., BALDI P., CHIGGIO R., LANDUZZI A., MARABINI S., MULARGIA F., TINTI S. & VAI G.B. (1990*). Studio sismotettonico dell'Appennino forlivese: il progetto GEOSIS*. Boll. Geod. Sc. aff., **49** (4): 319 - 361.

ALBERTI A. (1950) - *Osservazioni sul Miocene medio e superiore nell'Appennino centrale (bacini umbro-marchigiano ed abruzzese)*. Boll. Serv. Geol. d'It., **72** (1): 101 - 110.

AMATO A., CIMINI G.B. & ALESSANDRINI B. (1991) - *Struttura del sistema Litosfera-Astenosfera nell'Appennino Settentrionale da dati di tomografia sismica*. Studi Geol. Cam. Vol. Spec. (1991/1): 83 - 90.

AMATO A. & SELVAGGI G. (1991) - *Terremoti crostali e subcrostali nell'Appennino Settentrionale*. Studi Geol. Cam., Vol. Spec. (1991/1):75 - 82.

AMOROSI A. (1987) - *Analisi delle relazioni stratigrafiche tra la "Marnoso-Arenacea" e le "Marne di Verghereto" nella sinclinale di S. Pietro in Bagno (Appennino forlivese)*. Giorn. Geol. **49** (2): 103 - 110.

AMOROSI A., COCCIONI R. & TATEO F. (1994) - *The volcanoclastic bodies in lower Miocene Bisciaro Formation (Umbria-Marche Apennines, Central Italy)*. Giorn. Geol., Ser. 3, **56** (1): 33 - 46.

ANDREOZZI M. & DI GIULIO A. (1994) - *Stratigraphy and petrography of the Mt. Cervarola Sandstones in the type area, Modena Province*. Mem. Soc. Geol. It., **48** (1): 351 - 3 60.

ANELLI L., GORZA M., PIERI M. & RIVA M. (1992) - *Dati di pozzi profondi dell'Appennino settentrionale*. In. 76ª Riunione Estiva S.G.I. "L'Appennino Settentrionale", Riassunti. 191 pp.

BALDACCI F., CARMIGNANI L., FANTOZZI P.L., MECCHERI M. & PLESI G. (1994) - *Lineamenti stratigrafico-strutturali lungo la trasversale Alpi Apuane - Appennino reggiano-modenese*. Studi Geol. Camerti, Vol. Spec. (1992/2) Appendice: 31-49.

BALDACCI F., ELTER P., GIANNINI E., GIGLIA G., LAZZAROTTO A., NARDI R. & TONGIORGI M. (1967) - *Nuove osservazioni sul problema della Falda toscana e sulla interpretazione dei flysch arenacei tipo "Macigno" dell'Appennino settentrionale*. Mem. Soc. Geol. It., **6** (2): 213 - 244.

BALLY A. W., BURBI L., COOPER C. & GHELARDONI R. (1986) - *Balanced sections and seismic reflection profiles across the Central Apennines*. Mem. Soc. Geol. It., **35** (1): 257 - 310.

BARCHI M.R., BONCIO P., BROZZETTI F., PONZIANI F., LAVECCHIA G. & PIALLI G. (1998): *Seismicity and extensional tectonics in the Northern Umbria-Marchean Apennines*. Mem Soc. Geol. It., **52**: 539-555.

BARCHI M. R., DE FAYTER A., MAGNANI M. B., MINELLI G., PIALLI G. & SOTERA B. M. (1998) - *Extensional tectonics in the Northern Apennines (Italy): evidences from the CROP03 deep seismic reflection line*. Mem. Soc. Geol. It., **52**: 527-538.

BARCHI M. R., DE FAYTER A., MAGNANI M. B., MINELLI G., PIALLI G. & SOTERA B. M. (1998) - *The structural style of the Umbria-Marche fold and thrust belt*. Mem. Soc. Geol. It., **52**: 557-578.

BARCHI M. & LEMMI M. (1996) - *Geologia dell'area del M. Coscerno-M. di Civitella (Umbria Sud-Orientale)*. Boll. Soc. Geol. It., **115**: 601-624.

BARCHI M. R., MAGNANI M. B., MINELLI G., PIALLI G. & SOTERA B. M. (1995) - *Osservazioni geofisiche sul basamento della regione umbro marchigiana*. Atti GNGTS 14thconference, **2**: 709-720.

PROGETTO CARG

BELLON H. & BROUSSE H. (1977) - *Le magmatisme périméditerranéen occidental: Essai de Synthèse*. Bull. Soc. Géol. de France., **19**: 469 - 480.

BENINI A. & FARABEGOLI E. (1991) - *Tettonica trasversale nell'Appennino forlivese. La linea del Bidente*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **46**: 245 - 255.

BENINI A., FARABEGOLI E., MARTELLI L. & SEVERI P. (1991) - *Stratigrafia e paleogeografia del Gruppo di S. Sofia (Alto Appennino forlivese).* Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **46**: 231 - 243.

BETTELLI G., BONAZZI U., FAZZINI P. & GELMINI R.(1989) - *Macigno, Arenarie di Monte Modino e Arenarie di Monte Cervarola del crinale appenninico emiliano*. Mem. Soc. Geol. It., **39** (1987): 1 - 17.

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

BOCCALETTI M., CALAMITA F., CENTAMORE E., DEIANA G. & DRAMIS F. (1983) - *The Umbria-Marche Apennines: an example of thrust and wrenching tectonics in a model of ensialic neogenic quaternary deformation.* Boll. Soc. Geol. It., **102** (4): 581 - 592.

BOCCALETTI M., CALAMITA F., DEIANA G., GELATI R., MASSARI F., MORATTI G. & RICCI LUCCHI F. (1990a) - *Migrating foredeep - thrust belt system in the Northern Apennines and Southern Alps*. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, **77**: 3 - 14.

BOCCALETTI M., CIARANFI N., COSENTINO D., DEIANA G., GELATI R., LENTINI F., MASSARI F., MORATTI G., PESCATORE T., RICCI LUCCHI F. & TORTORICI L. (1990b) - *Palinspastic restoration and paleogeographic reconstruction of the peri-Tyrrhenian area during the Neogene*. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. **77**: 41 - 50.

BOCCALETTI M., COLI M., DECANDIA F.A., GIANNINI E. & LAZZAROTTO A. (1981) - *Evoluzione dell'Appennino Settentrionale secondo un nuovo modello strutturale*. Mem. Soc. Geol. It., **21**: 359 - 373.

BONARELLI G. (1900) - *Descrizione geologica dell'Umbria centrale*. Pubblicato a cura della Camera di Commercio di Perugina nel 1967.

BONCIO P., BROZZETTI F., LAVECCHIA G.,Bacheca A. & MINELLI G. (2000) - *Note stratigrafiche e strutturali alla carta geologica del settore centrale della catena Narnese-Amerina (Umbria, scala 1:25.000).* Boll. Soc. Geol.It. **119**: 69-83.

BONCIO P. & LAVECCHIA G. (2000) - *A structural model for active extension in Central Italy.* Journal of Geodinamics, **29**: 233 -244.

BORTOLOTTI V. (1992) - *"Appennino Tosco-Emiliano"*. Guide Geologiche Regionali S.G.I., BE-MA Milano, **4**: 331 pp.

BORTOLOTTI V., PASSERINI P., SAGRI M. & SESTINI G. (1970) - The Miogeosynclinal sequences. In: Development of the Northern Apennines geosyncline. Sed. Geol., **4**: (3/4).

BOSCHERINI A., NOCCHI 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. Sc. e Lett. Napoli,. **48** (4): 409 - 438.

BOTTI F., PALANDRI S & PLESI G. (in stampa) - *The Mt Cervarola succession in the Fellicarolo and Dardagna Valleys: petrographic and biostratigraphic features, regional correlations*. Boll. Soc. geol. It., Vol. Spec. in Memoria di G. Pialli.

BOYER S. E. & ELLIOT D. (1982) - *Thrust Systems*. A.A.P.G. Bull., **66** (9): 1196 -1230.

BROZZETTI F. (1995) - *Stile strutturale della tettonica distensiva nell'Umbria occidentale: l'esempio dei massicci mesozoici perugini.* Studi Geologici Camerti, atti del convegno "Geodinamica e Tettonica Attiva del sistema Tirreno-Appennino". Camerino, 10-12 febbraio 1995.

BROZZETTI F., BONCIO P. & LAVECCHIA G. (2001) - *Una nuova interpretazione del Profilo sismico CROP-03 nel tratto Castiglion Fiorentino -M. Castellaccio: Vincoli da dati di superficie di recente acquisizione. Studi per l'interpretazione del profilo sismico CROP-18.* Stato di avanzamento. Siena, Dicembre 2001. p.81-88.0

PROGETTO CARG

BROZZETTI F., BONCIO P. & PIALLI G. (2002) - *Early- MIddle Miocene evolution of the Tuscan Nappe - Western Umbria Foredeep system: Insights from stratigraphy and structural analysis*. Boll.Soc. It. Atti del Convegno .....

BROZZETTI F., GALLI M., LUCHETTI L. & PIALLI G. (2000) - *Stratigraphy and structural setting of the M. Nero thrust sheet between the Afra and Lama Valleys (Northern Umbria).* In: "Evoluzione geologica e geodinamica dell'Appennino. In memoria del Prof. Giampaolo Pialli", Foligno 16-18 febbraio 2000 - Abstracts, 52-54.

BROZZETTI F., LUCCHETTI L. & PIALLI G. (2000)- *La successione di Monte Rentella (Umbria centro-occidentale): nuovi dati di biostratigrafia a nannofossili calcarei ed ipotesi per un inquadramento regionale.* Boll. Soc. Geol. It., **119**(2): 407-422.

BRUNI S. P. (1973) - *Considerazioni tettoniche e paleogeografiche sulle serie dell'Appennino Bolognese tra le Valli dell'Indice e del Santerno*. Mem. Soc. Geol. It., **12**: 157 - 185.

BRUNI S. P. & PANDELI E. (1980) - *Torbiditi calcaree nel Macigno e nelle Arenarie del Cervarola nell'area del Pratomagno e del Falterona (Appennino Settentrionale).* Mem. Soc. Geol. It., **21**: 217 - 230.

BUCHER W. H. (1958) - *Role of gravity in orogenesis*. Bull. Soc. Geol. Amer., **67**: 1295 - 1318.

CALAMITA F. & DEIANA G. (1988) - *The arcuate shape of the Umbria-Marche-Sabina Apennines (Central Italy)*. In: F.C. Wezel (ed.) "The origin and evolution of arcs". Tectonophysics, **146**: 139 - 147.

CANTALAMESSA G., CENTAMORE E., CHIOCCHINI U., MICARELLI A. & POTETTI M. (1986) - *Il Miocene delle Marche*. In: E. CENTAMORE & G. DEIANA (Eds.) "La Geologia delle Marche". Studi Geol. Cam., Vol. Spec., 35 - 55.

CANUTI P., FOCARDI P., & SESTINI G. (1965) - *Stratigrafia, correlazione e genesi degli Scisti Policromi dei monti del Chianti (Toscana)*. Boll. Soc. Geol. It., **84** (6): 93 - 166.

CAPOZZI R., LANDUZZI A., NEGRI A. & VAI G.B. (1991) - *Stili deformativi ed evoluzione tettonica della successione neogenica romagnola*. Studi Geol. Cam., Vol. Spec. (1991/1): 261 - 278.

CAPOZZI R., LANDUZZI A., NEGRI A. & VAI G.B. (1992) - *Dominio Umbro-Romagnolo e Marchigiano-adriatico.* In: BORTOLOTTI V. (Ed.) "Appennino Tosco-Emiliano". Guide Geologiche Regionali S. G. I., BE-MA Milano, **4**: 19 - 26.

CAPUANO N., FRANCHI R. & GENNARI E. (1982) - *Risultati mineralogico-petrografici relativi ai campioni dal sondaggio Monteboaggine 1°*. Ateneo Parm. Acta Nat. **18**: 15 - 24.

CAPUANO N., TONELLI G. L. & VENERI F. (1986) - *Ricostruzione dell'evoluzione paleogeografica del margine appenninico nell'area feltresca (Marche settentrionali)*. Mem. Soc. Geol. It., **35**: 163 - 170.

CAPUANO N., TONELLI G. L. & VENERI F. (1987) - *Significato paleogeografico delle intercalazioni ciottolose nella Marnoso-arenacea feltresca (Marche settentrionali).* Boll. Soc. Geol. It., **106**: 13 - 18.

CAPUANO N., TONELLI G. L. & VENERI F. (1988) - *Problematiche relative alle connessioni tra piattaforme e bacini: un esempio nell'Appennino centro-settentrionale*. Mem. Soc. Geol. It., **41**: 251 - 263.

CAPUANO N., TONELLI G. L. & VENERI F. (1989) - *Cannibalized fan delta deposits of Montacalvo in Foglia, Marchean Apennines, Italy: a problem of identification.* Giorn. Geol., **51** (1): 45 - 60.

CARLONI G. C., CATI F. & BORSETTI A. M. (1968*) - Stratigrafia del Miocene marchigiano in facies di "Schlier"*. Giorn. Geol., **35** (2): 341 -368.

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

CARMIGNANI L. & KLIGFIELD R. (1990) - *Crustal extension in the Northern Apennines: the transition from compression to extension in the Alpi Apuane core complex*. Tectonics, **9** (6): 1275 - 1303.

CASTELLARIN A., CANTELLI L., FESCE M.A., MERCIER J. L., PICOTTI V., PINI G. A., PROSSER G. & SELLI R. (1992) - *Alpine compressional tectonics in the Southern Alps. Relationships with the Northern Apennines*. Annales Tectonicae **6** (1): 62 - 94.

PROGETTO CARG

CASTELLARIN A., EVA C., GIGLIA G. & VAI G.B. (1985) - *Analisi strutturale del Fronte Appenninico Padano*. Giorn. Geol., **47** (1-2): 47 - 75.

CASTELLARIN A. & VAI G.B. (1986) - *Southalpine versus Po plain Apenninic arcs*. In: F. C. WEZEL (Ed.) "The origin of arcs". Elsevier Science Publisher Amsterdam., 253 - 280.

CATI F. & BORSETTI A. M. (1968) - *Notes on the evolution of some planktonic Foraminifera from the Miocene in Central Italy*. Giorn. Geol., **35** (2): 253 - 262.

CATTUTO C., CENCETTI C., FISAULI M. & GREGORI L. (1995) - *I bacini pleistocenici di Anghiari e Sansepolcro nell'alta valle del F. Tevere*. Il Quaternario, **8** (1): 119 - 128.

CELLO G. & NUR A. (1988) - *Emplacement of the foreland thrust system* Tectonics, **7** (2): 261 - 271.

CENTAMORE E. & CHIOCCHINI (1985) - *Le unità torbiditiche della Marnoso-arenacea nell'alta valle Tiberina*. Studi Geol. Cam., **10**: 37 - 59.

CENTAMORE E. & JACOBACCI A. (1968) - *Osservazioni stratigrafiche e tettoniche nei sedimenti miocenici ad oriente del F. Tevere nel F° 115 Città di Castello*. Boll. Serv. Geol. d'It. **89**: 37 - 51

CENTAMORE E., JACOBACCI A. & MARTELLI G. (1972) -*Modello strutturale umbro-marchigiano. Correlazioni con le regioni adiacenti.* Boll. Serv. Geol. d'It., **93**: 155 - 188.

CENTAMORE E. & MICARELLI A. (1991) - *Stratigrafia*. In: L'ambiente fisico delle Marche. S.EL.CA., Firenze, 5 - 58.

CENTAMORE E., MICARELLI A., PAMBIANCHI G., PESARESI A., PONTONI F., POTETTI M. & TADDEI L. (1985) - *Fenomeni di scoscendimento gravitativo sinsedimentario nella Formazione Marnoso-arenacea dell'Eugubino*. Studi Geol. Cam., **10**: 17 - 21.

CERRINA FERONI A., PLESI G. & PRIAMI F. (1993) - *Il sovrascorrimento dell'Unità Trasimeno sulla Successione umbra nella zona di Umbertide: dati stratigrafici e strutturali*. Studi Geol. Camerti, **12** (1992): 147-161.

CHANNELL J. E. T. (1986) - *Paleomagnetism and continental collision in the Alpine belt and the formation of late-tectonic extensional basins*. In: M. P. COWARD & A.C. RIES (Eds.) "Collision Tectonics", Geol. Soc. Spec. Publ., **19:** 261 - 284.

CHAPPLE W. M. (1978) - *Mechanics of thin-skinned fold and thrust belts*. Geol. Soc. Am. Bull., **89**: 1189 - 1198.

CHICCHI S. & PLESI G. (1992) - *Il Complesso di M. Modino-M. Cervarola nell'alto Appennino emiliano (tra il Passo del 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.

CHIOCCHINI U., CHIOCCHINI M., CIPRIANI N. & TORRICINI F. (1986) - *Petrografia delle unità torbiditiche della Marnoso-arenacea nell'alta Valle Tiberina*. Mem. Soc. Geol. It., **35** (1): 57 - 73.

CHIOCCHINI & CIPRIANI N. (1984) - *Petrografia delle arenarie torbiditiche del bacino del Monte Vicino (Marche Settentrionali).* Boll. Soc. Geol. It., **103**: 579 - 589.

CIANGHEROTTI A. & ESU D. (2000) - *Paleoecological and biochronological meaning of the Early Pleistocene molluscan fauna from the Anghiari basin (Tiber River Upper Valley, Central Italy).* Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **46** (1991): 139-163.

COCCIONI R., MORETTI E., NESCI O., SAVELLI D., TRAMONTANA F., VENERI F. & WEZEL F. C. (1994) - *Assetto stratigrafico e strutturale della Successione umbro-marchigiano-romagnola.* "L'Appennino Umbro-Marchigiano", Guide Geologiche Regionali S.G.I., BE-MA - Milano, **7**: 103 -118.

COLACICCHI R., PASSERI L. & PIALLI G. (1970) -*l Nuovi dati sul Giurese Umbro-Marchigiano ed ipotesi per un suo inquadramento regionale*. Mem. Soc. Geol. It., **9**: 839 - 874.

COLALONGO M. L., CREMONINI G., FARABEGOLI E., SARTORI R., TAMPIERI R. & TOMADIN L. (1978) - *Paleoenvironmental study of the "Colombacci" Formation in Romagna (Italy): the Cella section*. Mem. Soc. Geol. It., **16**: 197 - 216.

PROGETTO CARG

COLALONGO M. L., RICCI LUCCHI F., BERARDI F.& NANNI L. (1982) - *Il Pliocene Neoautoctono di Poggio Berni in Val Marecchia (Appennino Romagnolo).* In: G. CREMONINI & F. RICCI LUCCHI (Eds.) Guide Geologiche Regionali S. G. I. Pitagora - Bologna, 177 - 180.

COLI M. & FAZZUOLI M. (1983) - *Assetto strutturale della Formazione di Monte Morello nei dintorni di Firenze*. Mem. Soc. Geol. It., **26** (2): 543 - 551.

CONTI S. (1989) - *Geologia dell'Appennino romagnolo-marchigiano tra le valli del Savio e del Foglia (Note illustrative alla carta geologica a scala 1:50.000)*. Boll. Soc. Geol. It., **108** (3): 453 - 490.

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

CONTI S. & GELMINI R. (1992) - *Tectonic phases and migration of foredeep - thrust belt system in the Northern Apennines from the Miocene to the Early Pliocene.* Mem. Soc. Geol. It., **49**: (*in stampa*)**.**

CONTI S., GELMINI R. & PONZANA L. (1994) - *I Calcari a Lucine dell'Appennino Settentrionale. Nota preliminare*. Atti Soc. Nat. Mat. Modena, **125**: (*in stampa*).

COOPER M.A. (1981) - *The internal geometry of the nappes: criteria for models of emplacement*. In: K. R. MC CLAY & N. J. PRICE (Eds.) "Thrust and Nappe tectonics" Geol. Soc. London Spec. Publs., **9**: 225 - 234.

COSTA E., DI GIULIO A., NEGRI A. & PLESI G. (1991) - *CROP 03. Settore compreso tra Castiglion Fiorentino e Bocca Trabaria: nuovi dati stratigrafici, petrografici e strutturali*. Studi Geol. Cam. Vol. Spec. (1991/1): 217 - 234.

COSTA E., DI GIULIO A., PLESI G. & VILLA G. (1993) - *Caratteri biostratigrafici e petrografici del Macigno lungo la trasversale Cinque Terre - Val Gordana - M. Sillara (Appennino settentrionale): Implicazioni sull' evoluzione tettono-sedimentaria*. Studi Geol. Camerti, Vol. Spec**.** (1992/2): 217-234.

COSTA E., DI GIULIO A., PLESI G., VILLA G. & BALDINI C. (1997) - *Nuovi dati biostratigrafici e petrografici sulle torbiditi d'avanfossa lungo la trasversale Toscana meridionale - Protomagno*. - Atti Ticin. Sc. Terra, **39**: 281-302.

COSTA E., PIALLI G. & PLESI G. (1998) - *Foreland basins of the Northern Apennines: relationships with passive subduction of the Adriatic lithosphere*. - Mem. Soc. Geol. It., **52**: 595-606.

COWARD M. P. (1983) - *Thrust tectonics, thin-skinned, and the continuation of thrust to deep in the crust*. Jour. Struct. Geol., **5** (2): 113 - 123.

COWARD M. P. (1994) - *Continental Collision*. In: P.L. HANCOCK (Ed.) "Continental Deformation", Bergamon Press, 264 - 288.

CREMONINI G (Coord) (2000) - Carta Geologica d'Italia (scala 1:50.000) Foglio 254 "Modigliana". S.EL.CA., Firenze.

CREMONINI G. & FARABEGOLI E. (1982) - *Note illustrative alla carta geologica dell'Emilia -Romagna Tav. Cusercoli - Borello*. Pitagora - Bologna, pp 25.

CRESCENTI U., D'AMATO C., BALDUZZI A. & TONNA M. (1980). - *Il Plio-Pleistocene del sottosuolo abruzzese-marchigiano tra Ascoli Piceno e Pescara*. Geologica Romana. **19**: 63 - 84.

CURCIO M. & SESTINI G. (1965) - *Posizione stratigrafica e sedimentologica delle calcareniti della Formazione del Monte Morello (Paleocene-Eocene medio, Toscana).* Boll. Soc. Geol. It., **84** (3): 253 - 276.

DAHLEN F.A. & SUPPE J. (1988) *Mechanics, growth, and erosion of mountain belts*. Geol. Soc. Am. Spec. Paper, **218**: 161 - 178

DALLAN NARDI L & NARDI R. (1974) - *Schema stratigrafico e strutturale dell'Appennino settentrionale*. Mem Acc. Lunig. Sc. "G. Capellini", **42**: pp 212.

DAMIANI A. V., FARAMONDI S., NOCCHI-LUCARELLI M. & PANNUZZI L. (1989) - *Biocrono-stratigrafia delle unità litologiche costituenti l' "insieme varicolore" affiorante fra la Val di Chiana ed il Fiume Tevere (Italia centrale*. Boll. Serv. Geol. d'It., **106**: 104 - 161.

PROGETTO CARG

DAMIANI A. V., MINELLI G. & PIALLI G. (1992b) - *L'unità Falterona-Trasimeno nell'area compresa fra la Val di Chiana e la Val Tiberina: Sezione Terontola-Abbazia di Casciano*. Studi Geol. Camerti Vol. Spec. 1991/**1**: 235 - 241.

DAMIANI A. V. & PANNUZZI L. (1985) - *Unità litologiche nell'ambito degli "argilloscisti varicolori" fra il Cortonese e l'Eugubino e preliminari considerazioni paleogeografiche e stratigrafiche*. Boll. Serv. Geol. d'It., **103**: 241 - 276.

DAMIANI A. V., PANNUZZI L. & PIALLI G. (1983) - *Osservazioni geologiche nelle aree comprese fra i massicci perugini ed i rilievi di Gubbio*. Giorn. Geol., **45** (1): 127 - 150.

DAMIANI A. V. & TUSCANO F. (1992a) - *Panoramica sulla sedimentazione in facies umbra e sui suoi rapporti con le unità ad affinità toscana.* DAMIANI A. V., TUSCANO F., CASCELLA A. (1997) - *Inquadramento geologico stratigrafico delle unità silicoclastiche affioranti in Umbria*. Studi Geol. Camerti Vol. Spec. 1991/**2**: 251 - 260.

DANIELE G., BROZZETTI F., PLESI G. & GALLI M. (2000) - *Calcareous turbidites in the Miocene M. S. Maria Tiberina Succession (Northern Umbria, Italy) and in the Marnoso-arenacea of the M. Nero Element: petrographic analisys and correlation attempts*. In: "Evoluzione geologica e geodinamica dell'Appennino. In memoria del Prof. Giampaolo Pialli", Foligno 16-18 febbraio 2000 - Abstracts, 121-122.

DANIELE G., LUCHETTI L., PIALLI G. & PLESI G. (2000) - *Tuscan successions of the F° 289 "Città di Castello": biostratigraphic, petrographic and structural features. Correlations with other successions of the Northern Apennines.* In: "Evoluzione geologica e geodinamica dell'Appennino. In memoria del Prof. Giampaolo Pialli", Foligno 16-18 febbraio 2000 - Abstracts, 123-124.

DAVIS G. H. (1984) - *Structural Geology of rocks and Regions.* John Wiley & Sons Inc. - New York, 1 - 452.

DAVIS D., SUPPE J. & DAHLEM F. A. (1983) - *Mechanics of fold and thrust belts and accretionary wedges*. J. Geogh. Res., **88**: 1153 -1172.

DE FEYTER A. J. (1982) - *The structure of the Northern Umbrian Apennines, Italy*. Geol. en Mijnbouw, **16**: 183 - 189.

DE FEYTER A. J. (1991) - *Gravity tectonics and sedimentation of the Montefeltro, Italy*. Geol. Ultraiectina, **35**: 1 - 168.

DE FEYTER A. J., KOOPMAN A., MOLENAAR N. & VAN DE ENDE C. (1986) - *Detachment tectonics and sedimentation, Umbro-Marchean Apennines, Italy*. Boll. Soc. Geol. It., **105** (1-2): 65 - 85.

DE FEYTER A. J. & MENICHETTI M. (1986) - *Back thrusting of forelimbs of rootless anticlines with examples from Umbro-Marchean Apennines (Italy).* Mem. Soc. Geol. It., **35**: 357 - 370.

DE FEYTER A. J., MOLENAAR N., PIALLI G., MENICHETTI M. & VENERI F. (1990) *Paleotectonic significance of gravity displacement structures in the Miocene turbidite series of the M. Pollo Syncline (Umbro-Marchean Apennines, Italy).* Geol. Mijnb., **69**: 69 - 86.

DE FRANCESCO A. & VEGGIANI A. (1967) - *Stratigrafia del Pozzo Gambettola 1*. Quad. Studi Rom., **4**: 1 - 46.

DE JAGER J. (1979) - *The relation between tectonics and sedimentation along the "Sillaro Line"*. Geol. Ultraiectina, **19**: 7 - 97.

DELLE ROSE M., GUERRERA F., MORETTI E. & RUSCIADELLI G. (1990) - *Evoluzione del segmento interno dell'avanfossa appenninica durante il Miocene Medio (spartiacque tosco-romagnolo).* Giorn. Geol., **52** (1-2): 135 - 158.

DELLE ROSE M., GUERRERA F., MORETTI E., RUSCIADELLI G. & CORONA F. (1991) - *The Marnoso-arenacea Fm. between Bocca Trabaria and Campigna (Northern Apennines): lithostratigraphy from the Schlier to the Verghereto marls Fms., in a new structural context.* Giorn. Geol., **53** (2): 131 - 145.

DENEKE E. & GUNTHER K. (1981) - *Petrography and arrangement of Tertiary graywacke and sandstone sequence of the Northern Apennines sediments*. Geol., **28**: 189 - 230.

DESSAU G. (1956) -*Contributo alla geologia del gruppo del Monte Tezio (Perugina)*. Boll. Soc. Geol. It., **75**: 20 - 52.

PROGETTO CARG

DESSAU G. (1962) -*Geologia del Monte Malbe nel quadro dei massicci mesozoici del Perugino*. Boll. Soc. Geol. It., **81**: 225 - 315.

DESSAU G., LEONARDELLI A., MINNITI M., PANTANETTI F., STAMPANONI G., VIGHI L. & ZUCCHETTI S. (1975) - *Memoria illustrativa della carta Mineraria d'Italia - Scala 1:100.000 : VI. Italia Centro-meridionale*. (Coordinatori CASTALDO G., STAMPANONI G.). Mem. Descr. Carta Geol. d'Italia, **16**: 115 - 118.

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

DI GIULIO A. & VALLONI R. (1992) - *Analisi microscopica delle areniti terrigene: parametri petrologici e composizioni modali*. Ateneo parm., Acta nat., **28**: 55-101.

DONDI L., MOSTARDINI F., & RIZZINI A. (1982) - *Lessico delle Formazioni del bacino padano orientale*. In: G. CREMONINI & F. RICCI LUCCHI (Eds.) "Guida alla geologia del margine appenninico-padano". Guida Geol. Reg. S. G. I. Bologna. 205 - 236.

DUBBINI A., GUERRERA F. & SANDRONI P. (1991) - *Nuovi dati sullo Schlier dell'Appennino umbro-marchigiano*. Giorn. Geol., **53** (2): 115 - 130.

EBERHARDT P., FERRARA G. & TONGIORGI E. (1962) - *Détermination de l'age des granites allochtones de l'Apennin séptentrional*. Bull. Soc. Geol. de France, **4**: 666 - 667.

ELLIOTT D. (1976) - *The energy balance and deformation mechanism of thrust sheets*. Phil. Trans. Roy. Soc. London, **A283**: 289 - 312.

FARABEGOLI E. (1983) - *Note illustrative alla carta Geologica 1:25.000 dell'Appennino Emiliano-Romagnolo (Tav. Cesena e Sogliano sul Rubicone).* Ed. Patron Bologna, 1 - 39.

FARABEGOLI E. (1987) - *Carta Geologica dell'Appennino Emiliano-Romagnolo 1:10.000. Sezione 256130 - Borghi*. S.EL.CA. Firenze.

FARABEGOLI E., BENINI A., MARTELLI L., ONOREVOLI G. & SEVERI P. (1991) - *Geologia dell'Appennino Romagnolo da Campigna a Cesenatico*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **46**: 165 - 184.

FAZZINI P. (1959) - *Brevi cenni sui terreni sovrascorsi sulla serie umbra nell'Umbria nord-occidentale*. Boll. Soc. Geol. It., **78** (2): 232 - 242.

FREY W. (1969) *Zur Geologie des Grenzgebietes Alta Romagna/Casentino (Prov. Forlì, Pesaro e Arezzo) SE des Passo dei Mandrioli (Italien)*. Diss. Fr. Univ. Berlin, 1 - 161.

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

GASPERI G. F., GELATI R. & PAPANI G. (1986) - *Neogene evolution of the Northern Apennines in the Po Valley side*. Giorn. Geol., **48** (1-2): 187 - 195.

GHELARDONI R. & MAIOLI P. (1958) *Stratigrafia e tettonica del M. Acuto - M. Filoncio*. Boll. Serv. Geol. d'It, **80**: 215 -222.

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

GIANNINI & TONGIORGI (1962) - *Les phases tectoniques de l'orogenèse alpine dans l'Apennin septentrional*. Bull. Soc. Géol. de France. Ser. 7, **4**: 682 - 690.

GIESE P., REUTTER K.J., JACOBSHAGEN V. & NICOLICH R. (1982) - *Explosion seismic crustal studies in the Alpine Mediterranean region and their implications to tectonic processes.* In: H. BERCKMER & K. J. HSU (Eds.) "Alpine-Mediterranean Geodynamics". Am. Geoph. Union, Washington, 39 - 73.

GUERRERA F. (1977) - *Geologia del Bisciaro dei monti del Cesane (Urbino)* Giorn. Geol., **42**: 109-132.

GUERRERA F. (1978) - *Stratigrafia e sedimentologia dei livelli "tripolacei" del Miocene inferiore-medio appenninico*. Boll. Serv. Geol. It., **99**: 233 - 262.

HAQ B.U., HARDENBOL J. & VAIL P.R. (1988) *Mesozoic and Cenozoic chronostratigraphy and eustatic cycles* . S. E. P. M., Spec. Publs. Tulsa (U.S.A.), **42**: 71 - 108.

PROGETTO CARG

HUIQI L., MC CLAY & POWELL D. (1991) - *Physical models of thrust wedges*. In: K. R. MCCLAY (Ed.) "Thrust Tectonics". Chapman & Hall, 71 - 81.

JACOBACCI A., BERGOMI C., CENTAMORE E., MALATESTA A., MALFERRARI N., MARTELLI G., PANNUZZI L., & ZATTINI N. (1970) - *Note illustrative della Carta geologica d'Italia alla scala 1: 100.000* - Fogli 115 "Città di Castello" - 122 "Perugia" - 130 "Orvieto". Serv. Geol. d'It., 151 pp.

LANDUZZI A. (1991) - *Structural setting and landforms in the Marnoso-arenacea of the alta Romagna Apennines (Italy) an approach to Neo-tectonics.* Boll. Serv. Geol. It., **110** (3-4): 581 - 600.

LANDUZZI A. & VAI G.B. (1992) - *Itinerario n°7. Da Imola a Firenzuola*. In: V. BORTOLOTTI (Ed.) "L'Appennino Tosco-Emiliano" Guide Geologiche Regionali S.G.I, BE-MA - Milano, **4**: 198 - 213.

LAVECCHIA G., MINELLI G. & PIALLI G. (1988) - *The Umbria-Marche arcuate fold belt (Italy*). In: F.C. WEZEL (Ed.) "The Origin and evolution of Arcs. Tectonophysics., **146**: 125 -137.

LAVECCHIA G., MINELLI G. & PIALLI G. (1989) - *Contractional and extensional tectonics along the Trasimeno Lake - Pesaro transect (Central Italy).* In: A. BORIANI, M. BONAFEDE, G.B. PICCARDO & G.B. VAI (Eds.) "The Lithosphere in Italy. Advances in Earth Sciences research". Atti Acc. Naz. Lincei. **80**: 177 - 194.

LAVECCHIA G. & PIALLI G. (1980) - *Appunti per uno schema strutturale nell'Appennino umbro-marchigiano. 2) La copertura*. Studi Geol. Cam., **6**: 23 - 30.

LAVECCHIA G. & STOPPA F. (1989) - *Tettonica e magmatismo nell'Appennino Settentrionale lungo la geotraversa Isola del Giglio - Monti Sibillini*. Boll. Soc. Geol. It., **108**: 237 - 254.

LIPPARINI T. (1947) - *Foraminiferi dell'Oligocene nel "flysch" di Cortona (Arezzo).* Boll. Serv. Geol. d'It., **71**: 149 -155.

LOTTI B. (1899) - *Rilevamento geologico dei dintorni del Lago Trasimeno, di Perugia e d'Umbertide*. Boll. Reg. Com. Geol. d'It., Ser. 3, **30** (3): 197 - 218.

LOTTI B. (1911) - *La formazione Arenaceo-marnosa dell'Umbria con fossili ritenuti miocenici è ritenuta più antica delle argille scagliose con ofioliti*. Boll. Soc. Geol. It., **30**: 474 - 478.

LOTTI B. (1926) - *Descrizione geologica dell'Umbria*. Mem Descr. Carta Geol. d'It., 21 - 320.

MALINVERNO H. & RYAN W. B. F. (1986) - *Extension In The Tyrrenian Sea And Shortening In The Apennines As Result Of Arc Migration Driven By Sinking Of The Lithosphere*. Tectonics, **5** (2): 227 - 245.

MANDLE G. & SHIPPAM G. K. (1981) - *Mechanical model of thrust gliding and imbrication*. In: K. R. MC CLAY & N. J. PRICE (Eds.) "Thrust and Nappe tectonics", Geol. Soc. London Spec. Publs. **9**: 79 - 98.

MC CLAY & N. J. PRICE (Eds.) (1981) - *Thrust and Nappe tectonics*. Geol. Soc. London Spec. Publs., **9**: 41 - 54.

MENICHETTI M., DE FEYTER A. J. & CORSI M. (1991) - CROP 03 - *Il tratto Val Tiberina - Mare Adriatico. Sezione geologica e caratterizzazione sedimentaria delle avanfosse della zona umbro-marchigiano-romagnola*. Studi Geol. Cam., Vol. Spec. (1991/1): 279 - 293.

MERLA G. (1951) - *Geologia dell'Appennino Settentrionale*. Boll. Soc. Geol. It., **70** (1): 95 - 382.

MERLA G. (1964) - *The Apennines*. In: Guidebook International Field Institute, Italy Am. Geol. Inst., Washington, 1 - 123.

MERLA G. & BORTOLOTTI V. (1969) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla Scala 1:100.000. FOGLIO 107 M. FALTERONA.* SERV. GEOL. D'IT., 1 - 52.

MEZZADRI G. & VALLONI R.(1981) - *Studio di provenienza delle arenarie di M. Cervarola (Torre degli Amorotti, Reggio E.)*. Min. Petr. Acta, **25**: 91 - 102.

MINELLI G., MOTTI A. & PIALLI G (1988) - *Evoluzione tettonica dei Massicci perugini nell'area del M. Torrazzo*. Mem. Soc. Geol. It., 35, 389 - 398.

MINELLI G., PIALLI G. P. & SCARASCIA S. (1991) - *Revisione dei profili crostali nell'area dell'Appennino Settentrionale interessata dal profilo Crop-03*. Studi Geol. Cam., Vol. Spec. (1991/1): 55 - 64.

PROGETTO CARG

MORLEY C. K. (1986) - *A classification of thrust fronts*. Bull. A.A.P.G., **70** (1): 12 - 25.

MORONI M.A. (1965) - *Malacofauna del "Calcare a Lucina" di S. Sofia (Forlì).* Paleontogr. Italica, **60**: 69 - 87.

MOTTI A. & RENGHI C. (2002) - *Ripiegamenti di sovrascorrimenti nella Marnosa-Arenacea romagnola dell'Appennino umbro settentrionale.* 3° Seminario sulla cartografia geologica, 120-125. Labanti, Bologna.

MULUGETA G. & KOYI H. (1987) - *Three dimensional geometry and kinematics of experimental piggy-back thrusting.* Geology, **15** (11): 1052 - 1056.

MUTTI E. (1992) - *Turbidite sandstones*. Agip S. p A., 275 pp.

MUTTI & RICCI LUCCHI F. (1972) - *Le torbiditi dell'Appennino settentrionale: introduzione all'analisi di facies.* Mem. Soc. Geol. It., **11**: 161 - 199.

NARDI R. (1965) - *Schema geologico dell'Appennino tosco-emiliano fra 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: 1: Stratigrafia e tettonica dei dintorni di Pievepelago (Appennino modenese).* Boll. Soc. Geol. It., **81** (3): 1 - 76.

NOCCHI M. (1961) - *Sui rapporti tra le serie toscana e la serie umbra a Sud di M. Acuto e M. Filoncio (Perugia).* Boll. Soc. Geol. It., **80** (2): 181 - 230.

NOCCHI M. (1962) - *Osservazioni stratigrafiche a N e ad E del Lago Trasimeno*. Mem. Soc. Geol. It., **3**: 423 - 427.

NOCCHI M. & CATINELLI A.(1965) - *Cenni sulla stratigrafia della serie toscana e della serie umbra nell'alta Val Tiberina*. Boll. Soc. Geol. It., **83**: 525-542.

PASSERI L. & PIALLI G. (1972) - *Facies lagunari nel Calcare Massiccio dell'Umbria.* Boll. Soc. Geol. It., **91**: 345 - 364.

PATACCA E. & SCANDONE P. (1989) - *Post-Tortonian mountain building in the Apennines. The role of the passive sinking of a relic lithospheric slab*. In: A. BORIANI, M. BONAFEDE, G.B. PICCARDO & G.B. VAI (Eds.) "The Lithosphere in Italy. Advances in Earth Sciences research", Atti Acc. Naz. Lincei, **80**: 157 - 176.

PELLEGRINI M. (1966) - *Osservazioni geologiche sulla zona di M. Falterona*. Boll. Soc. Geol. It., **84** (1965) (6): 239 -270.

PIALLI G. (1966) - *Osservazioni geologiche sulle formazioni flyschoidi di Castiglione Aldobrandi (Foglio 123 IV NW).* Mem. Soc. Geol. It., **5**: 365 - 386.

PIERI M. & GROPPI G. (1981) - *Subsurface geological structure of the Po Plain (Italy).* C. N. R. Prog. Fin. Geod. Pubbl. n°**414**: 1 - 13.

PINI G. A. (1992) - *Associazioni micro-mesostrutturali nelle "Argille Scagliose" (pedeappennino bolognese): loro significato meccanico*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **46**: 355 - 373.

PIRINI C. & MOSNA S. (1962) - *Nota micropaleontologica per i terreni ad Est del Lago Trasimeno*. Mem. Soc. Geol. It., **3**: 533 - 541.

PIZZIOLO M. & RICCI LUCCHI F. (1991) - *Le Marne di Vicchio nel quadro evolutivo dei bacini oligomiocenici dell'Appennino Settentrionale (Zona del Casentino).* Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **46**: 287 - 300.

PLATT J. P. (1986) - *Dynamics of orogenic wedges and the uplift of high-pressuremetamorphic rocks*. Bull. Geol. Soc. Am., **97**: 1037 - 1053.

PLESI G., CHICCHI S., DANIELE G. & PALANDRI S. (2000) - *La struttura dell'alto Appennino reggiano-parmense fra Valditacca, il Passo di Pradarena e il M. Ventasso*. Boll. Soc. Geol. It., **119**.

PLESI G., BOTTI F. & PALANDRI S. (2000) - *The Mt. Cervarola Succession in the Fellicarolo and Dardagna Valleys: petrographic and biostratigraphic features, regional correlation*. In: "Evoluzione geologica e geodinamica dell'Appennino. In memoria del Prof. Giampaolo Pialli", Foligno 16-18 febbraio 2000 - Abstracts, 272-274.

PROGETTO CARG

PLESI G., LUCHETTI L., BOSCHERINI A., BOTTI F., BROZZETTI F., BUCEFALO PALLIANI R., DANIELE G., MOTTI A., NOCCHI M. & RETTORI R. (2002) - *The Tuscan succession of high Tiber Valley (F. 289 "Città di Castello"): biostratigraphic, petrographic and structural features, regional correlations*. Boll. Soc. Geol. It., Vol. Spec. in Memoria di G. PIALLI, 425-436.

PRICE R. A. (1988) - *The mechanical paradox of large overthrusts*. Bull. Geol. Soc. Am., **100**: 1898 - 1908.

PRINCIPI P. (1914) - *Alcune considerazioni sul Terziario dell'Umbria.* Boll. Soc. Geol. It., **XXIII**.

PRINCIPI P. (1924) - *I terreni terziari dell'alta Valle del Tevere*. Boll. Soc. Geol. It., **43**: 64 - 80.

PRINCIPI P. (1925) - *I terreni terziari dell'alta Valle della Marecchia*. Boll. Soc. Geol. It., **44**: 77 - 90.

PRINCIPI P. (1928) - *Relazione sul rilevamento geologico del quadrante al 50.000 "Città di Castello" e "Monterchi" appartenenti al foglio 115 della Carta Geologica d'Italia*. Boll. R. Uff. Geol. d'It., **53** (9): pp. 9.

PRINCIPI P. (1929a) - *Relazione sul rilevamento geologico del quadrante al 50.000 "Sansepolcro" appartenente al foglio 115 della Carta geologica d'Italia*. Boll. R. Uff. Geol. d'It., **54** (6): pp. 15.

PRINCIPI P. (1932) - *Alcune osservazioni sulla costituzione geologica del quadrante "Monterchi" del foglio 115 della Carta geologica d'Italia.* Boll. R. Uff. Geol. d'It., **57** (9): pp 7.

PRINCIPI P. (1939) - *Note illustrative dei fogli 108 "Mercato Saraceno" e 115 "Città di Castello"*. Pubblicazioni del R. Uff. Geol. d'It..

PRINCIPI G. & TREVES B. (1984) - *Il sistema corso-appenninico come prisma d'accrezione. Riflessi sul problema generale del limite Alpi-Appennini.* Mem. Soc. Geol. It., **28**: 549 - 576.

RAMBERG H. (1981) - *The role of gravity in orogenic belts*. In: K.R. MC CLAY & N. J. PRICE (Eds.) "Thrust and Nappe tectonics". Geol. Soc. London Spec. Publs., **9**: 125 -140.

RAMSAY J. G. & HUBER M. I. (1983) - *The tecniques of modern Structural Geology*. **Vol. 1** e **2**. Academic Press, A Subsidiary of Harcourt Brace Jovanovich, Publishers. 1- 700.

RENZ O. (1933) - *Il terziario umbro marchigiano e dell'Abruzzo settentrionale*. Giorn. Geol., Ser. 2, **8**: 97 -110.

RENZ O. (1936a) - *Uber Aufarbeitung von Foraminiferen im jung-tertiar oslitch des Trasimeneischen Sees (Umbrien).* Hecl. Geol. Helv., **29** (1): 1 -129.

RENZ O. (1936b) - *Stratigraphische und micropaleontologische Untersuchung der Scaglia (Obere Kreide-Tertiar) im Zentral Apennin*. Egl. Geol. Helv., **29** (1): 225 - 235.

RENZI G. (1966) - *Sui livelli franati ed i calcari a Lucina nella Formazione Marnoso-arenacea delle alte valli del Lamone e del Senio*. Studi Romagnoli, **17**: 155 - 162.

REUTTER K.J. (1981) - *A trench-forearc model for the Northern Apennines*. In: F.C. WEZEL (Ed.) Sedimentary basins of Mediterranean Margins, Tecnoprint Bologna, 435 - 443

REUTTER K.J., GIESE P. & CLOSS H. (1980) - *Lithospheric split in the descending plate: observations from the Northern Apennines*. Tectonophysics, **64**: T1 - T9.

REUTTER K. J., HEINITZ I. & ENSSLIN R. (1991) - Structural and geothermal evolution of the Modino-Cervarola Unit. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **46**: 257 - 266.

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

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

RICCI LUCCHI F. (1987) - *Semi-allocthonous sedimentation in the Apenninic thrust belt*. Sediment. Geol., **50**: 119 - 134.

RICCI LUCCHI F. (1990) - *Torbidites in foreland and on-thrust basins of the Northern Apennines*. Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology., **77**: 51 - 66.

PROGETTO CARG

Ricci Lucchi F., Colalongo M. L., Cremonini G., Gasperi G. F., Iaccarino S., Papani G., Raffi S. & Rio D. (1982) - *Evoluzione sedimentaria e paleogeografica nel margine appenninico*. In: G. Cremonini & F. Ricci Lucchi (Eds.) "Guida alla geologia del margine appenninico-padano" Guide Geologiche Regionali S.G.I., 17 - 46.

Ricci Lucchi F. & Ori G.G. (1985) - Field excursion D: syn-orogenic deposits of a migrating basin system in the NW Adriatic Foreland. In: P. H. Allen, P. Homewood & G. Wiliams (Eds.) "Excursion Guidebook", Foreland Basins Symp. Fribourg, 137 - 176.

Ricci Lucchi F. & Pialli G. P. (1973) - *Apporti secondari nella Marnoso-arenacea: 1. Torbiditi di conoide e di pianura sottomarina ad Est-Nord-Est di Perugia*. Boll. Soc. Geol. It., **92**: 669 - 712.

Ricci Lucchi F. & Veggiani A. (1966) *I calcari a Lucina della Formazione Marnoso-arenacea romagnola - Nota Preliminare*. Giorn. Geol., **34**: 159 - 172.

Richter D. (1980) - *Geodynamics of the Alpine-Mediterranean system - a synthesis*. Ecl. Geol. Helv., **73** (2): 353 - 377.

Ridolfi A., Luchetti L., Menichetti M., Negri A. & Pialli G. (1995) - *Use of key-beds in stratigraphical and structural analysis of the Marnoso-arenacea Fm. of the Assino valley area (Northern Umbria Preapennines).* Giorn. Geol., **57** (1-2): 113 - 129.

Ruggeri G. (1970) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla Scala 1:100.000. Foglio 108 Mercato Saraceno*. Serv. Geol. d'It., 1 - 56.

Sani F. (1991) - *Rilevamento strutturale della catena appenninica nel settore Firenzuola - Bocca Trabaria*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **46**: 327 - 337.

Sestini G. (1970) - *Sedimentation of the late geosynclinal stage*. In: G. Sestini (Ed.) "Development of the Northern Apennines Geosyncline". Sed. Geol., **4**: 445 - 479.

Sestini G. Bruni P. & Sagri M. (1986) - *The Flysch basin of the Northern Apennines: a review of facies and of Cretaceous-Neogene evolution*. Mem. Soc. Geol. It., **31**: 87 - 106.

Signorini R. (1935) - *Linee tettoniche trasversali nell'Appennino settentrionale*. Rend. R. Acc. Nazion. Lincei - Cl. Sc. Fis. Mat. Nat., **21**, Ser. 6: 283 - 294.

Signorini R. (1936) - *Osservazioni geologiche sul bordo settentrionale del Casentino*. Boll. Soc. Geol. It., **55** (2): 391 - 400.

Signorini R. (1940) - *Osservazioni geologiche nei dintorni di Caprese Michelangelo in provincia di Arezzo*. Boll. Soc. Geol. It., **59**: 17 - 29.

Signorini R. (1941) *Struttura dell'Appennino tra la Val Tiberina e l'Urbinate*. Giorn. Geol. **15** (2): 17 - 29.

Signorini R. (1956) - *Tipi strutturali di scendimento e Argille Scagliose*. Boll. Soc. Geol. It., **75** (3): 69 - 93.

Ten Haaf E. & Van Wamel W.A. (1979) - *Nappes of the Alta Romagna*. In W. J. M. van der Linden (Ed.): Fixism, mobilism or relativism: Van Bemmelen's search for harmony. Geol. Mijnbouw.

Vai G.B. (1988) - *A field trip guide to the Romagna Apennine geology: the Lamone Valley*. In: C. De Giuli & G. B. Vai (Eds.) "Fossil Vertebrates in the Lamone Valley, Romagna Apennines, Field Trip Guidebook", Int. Workshop Faenza. 7 - 37.

Vai G.B. & Castellarin A. (1992) - *Correlazione sinottica delle unità stratigrafiche dell'Appennino Settentrionale*. Studi Geol. Cam., Vol. Spec. (1992/**2**): CROP 1-1A: 175 - 185.

Valloni R. & Zuffa G.G. (1984) - *Provenance changes for arenaceous formations of the Northern Apennines Italy*. Geol. Soc. Am. Bull., **95**: 1035 - 1039.

Vann I. R., Graham R. H. & Hayward A. B. (1986) - *The structure of mountain fronts*. Journ. Struct. Geol., **8** (3-4): 215 - 227.

Van Wamel W. A. & Zwart P. E. (1990) *The structural geology and basin development of the Romagnan-umbrian Zone (Upper Savio and Upper Bidente Valley, Northern Italy).* Geol. Mijnbouw, **69**: 53 - 68.

PROGETTO CARG

VENERI F. (1986) *La colata gravitativa della Val Marecchia*. In: E. CENTAMORE & G. DEIANA (Eds.) "La Geologia delle Marche". Studi Geol. Cam., **Vol**. **Spec**., 83 - 87.

ZUFFA G.G. (1980) - *Hibrid arenites: their composition and classification*. Jour. Sed. Petrol., **49**: 21 - 29.

ZUFFA G.G. (1985) - *Optical analysis of arenites: influence of metodology on compositional results*. In: Provenance of Arenites (G. G. Zuffa Ed.), NATO ASI Series, D. Reidel, Dordrecht, 165 - 189.

ZUFFA G.G. (1987) - *Unravelling hinterland and offshore paleogeography from deep-water arenites*. In: Marine Clastic Sedimentology (J.K. Leggett e G. G. Zuffa Eds). Graham and Trotman, London, 39 - 61.

Biostratigrafia

BERGGREN W. A., KENT D.V., SWISHER C.C. III & AUBRY M. P. (1995) - *A revised Cenozoic geochronology and chronostratigraphy*. In: BERGGREN W. A., KENT D.V., SWISHER C.C. III, AUBRY M. P. & HARDENBOL J. (Eds.) - Geochronology, time scales and global stratigraphic correlation. SEPM Special Publication, **54**: 129 - 212.

BERGGREN W. A. & MILLER K. G. (1988) - *Paleogene tropical planktonic foraminiferal biostratigraphy and magnetobiochronology* . Micropaleontology, **34** (4): 362 - 380.

BIFFI U. & MANUM S. B. (1988)- *Late Eocene - Early Miocene Dinoflagellate cyst stratigraphy from the Marche Region (Central Italy).* Boll. Soc. Paleont. It., **27** (2): 163 - 212.

BLOW W.H. (1969) - *Late Middle Eocene to Recent planktic foraminiferal biostratigraphy*. Proc. Int. Conf. Planktonic Microfossils, Geneva (1967), **1**: 199 - 442.

BRINKHIUS H., POWELL A. J., & ZEVENBOOM D. (1992) - *High-resolution dinoflagellate cyst stratigraphy of the Oligocene/Miocene transition interval in north-west and central Italy*. In: M. J. HEAD AND J. H. WRENN (Eds) - Neogene and Quaternary dinoflagellate cysts and acritarchs. Am. Ass. of Stratigraphic Palyn. Found., 219 - 258.

BUCEFALO PALLIANI R., LUCHETTI L., NINI C., NOCCHI M. & RETTORI R. (1997) - *Age and palaeoecological inferences of the upper Monte Falterona Sandstones Formation (Lonnano Member, early Miocene), Northern Apennines*. Giorn. Geologia, **59** (1-2): 14 - 168.

CAHUZAC B. & POIGNANT A. (1997) - *Essai de biozonation de l'Oligo-Miocène dans les bassins européens à l'aide des grands foraminifères néritiques*. Bull. Soc. Géol. de France, **168** (2): 155 - 169.

CATANZARITI R, RIO D. & MARTELLI L. (1997) - *Late Eocene to Oligocene Calcareous nannofossil Biostratigraphy in Northern Apennines: the Ranzano Sandstone*. Mem. Sci. Geol., **49**: 207-253.

CERRINA FERONI A., CATANZARITI R. & OTTRIA G. (2002) - *Tavole Stratigrafiche della Carta Geologico-Strutturale dell'Appennino Emiliano-Romagnolo, Scala 1:250.000*. Regione Emilia-Romagna, Servizio Geologico, sismico e dei suoli, Bologna. CNR-Centro di studio per la Geologia Strutturale e Dinamica dell' Appennino, Pisa.

DAMIANI A. V., FARAMONDI S., NOCCHI-LUCARELLI M. & PANNUZZI L. (1989) - *Biocrono-stratigrafia delle unità litologiche costituenti l' "insieme varicolore" affiorante fra la Val di Chiana ed il Fiume Tevere (Italia centrale*. Boll. Serv. Geol. d'It., **106**: 104 - 161.

FORNACIARI E., DI STEFANO A., RIO D. & NEGRI A. (1996) - *Middle Miocene quantitative calcareous nannofossili biostratigraphy in the Mediterranean region*. Micropaleontology. **42**: (1), 37 - 63.

FORNACIARI E., IACCARINO S., MAZZEI R., RIO D., SALVATORINI G. P., BOSSIO A. & MONTEFORTI B. (1997) - *Calcareous plankton biostratigraphy of the Langhian hystorical Stratotype*. In: MONTANARI A., ODIN G. S. & COCCIONI R. (Eds.) **-** Miocene Stratigraphy: An Integrated Approach, 15, Elsevier Science - Amsterdam, 89 -96.

FORNACIARI E. & RIO D. (1996) - *Latest Oligocene to Early Middle Miocene quantitative calcareous nannofossil biostratigraphy in the Mediterranean Region*. Micropaleontology, **42** (1): 1 - 36.

IACCARINO S. (1985) - *Mediterranean Miocene and Pliocene planktic foraminifera*. In: BOLLI H. M., SAUNDERS J. B. & PERCH-NIELSEN K. (Eds.) - Plankton Stratigraphy. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 283 - 314.

PROGETTO CARG

IACCARINO S. & SALVATORINI G. (1982) - *A framework of planktonic foraminiferal biostratigraphy for Early Miocene to Late Pliocene mediterranean area*. Paleontol. Stratigr. Evol., Quad. 2, 115 - 125.

LUCHETTI L. (1998) - Biostratigrafia a nannofossili calcarei delle successioni torbiditiche mioceniche dell'area di M. Acuto e di M. Corona (Umbria nord-occidentale, Italia Centrale). Boll. Soc. Geol. It., **117**: 333 - 355.

MARTINI E. (1970)- *Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation*. Proc. II plank. Conf., Roma. In Farinacci A. 739 - 785.

RIO D., CITA M. B., IACCARINO S., GELATI R. & GNACCOLINI M. (1997) - *Langhian, Serravallian, and Tortonian historical Stratotypes*. In: MONTANARI A., ODIN G. S. & COCCIONI R. (Eds.) - Miocene Stratigraphy: An Integrated Approach., **15**, Elsevier Science - Amsterdam: 57 - 87.

SISSINGH W. (1977)*- Biostratigraphy of Cretaceous calcareous nannoplankton* . Geol. Mijnbouw., 37 - 65.

STEININGER F. F., AUBRY M. P., BIOLZI M., BORSETTI A.M., CATI F., CORFIELD R., GELATI R., IACCARINO S., NAPOLEONE C., ROGL F., ROTZEL R., SPEZZAFERRI S., TATEO F., VILLA G. & ZEVENBOOM D. (1997) - *Proposal for the global stratotype section and point (GSSP) for the base of the Neogene (the Paleogene/Neogene boundary)* In: MONTANARI A., ODIN G. S. & COCCIONI R. (Eds.) - Miocene Stratigraphy: An Integrated Approach. Elsevier Science, **15**: 125 - 147.

VAN MORKHOVEN F. P. C. M., BERGGREN W. A. & EDWARDS A. S. (1986) - *Cenozoic cosmopolitan deep-water benthic Foraminifera*. Bull. Cent. Rech. Explor. Prod. Elf Aquitaine, Mem., **11**: 1 - 142.

WILPSHAAR M., SANTARELLI A., BRINKHIUS H. AND VISSHER H. (1996) - *Dinoflagellate cysts and mid-Oligocene chronostratigraphy in the central Mediterranean region*. J. Geol. Soc. London, **153**: 553 - 561.

ZEVENBOOM D. (1995) - *Dinoflagellate cysts from the Mediterranean Late Oligocene and Miocene*. Published Ph. D. Thesis, Utrecht University, The Netherlands.

Depositi quaternari

ABBAZZI L., ALBIANELLI A., AMBROSETTI P., ARGENTI P., BASILICI G., BERTINI A., GENTILI S., MASINI F., NAPOLEONE G. & PONTINI M.R. (1997) - *Paleontological and sedimentological record in Pliocene distal alluvial fan deposits at Cava Toppetti (Todi, Central Italy)* . Boll. Soc. Paleont. It., **36** (1-2): 5 - 22.

AMBROSETTI P., BASILICI G., CAPASSO BARBATO L., CARBONI M.G., DI STEFANO G,. ESU D., GLIOZZI E., PETRONIO C., SARDELLA R., & SQUAZZINI E. (1995) - *Il Pleistocene inferiore nel Ramo sud-occidentale del Bacino Tiberino (Umbria): Aspetti litostratigrafici e biostratigrafici*. Il Quaternario, **8** (1): 19 - 36.

ARGENTI P. (1999)- *La biocronoliga dei roditori del Plio-Pleistocene dell'Umbria e l'evoluzione del genere Apodemus (Muridae, Rodentia) in Italia*. Tesi di Dottorato-Perugia, 0 - 240.

ARGENTI P., in stampa- *Plio-Quaternary mammal faunas in Umbria (Central Italy)*. Geol. Rom.

ARGENTI P., MAZZA P., ABBAZI L., AMBROSETTI P., DAMIANI A. V., KOSTAKIS T., FERRETTI M., MASINI F., RUSTIONI M., & SARDELLA R., in prep.- *The Quaternary mammal faunas of Città di Castello (North Tiberino basin, Umbria, Central Italy)*. ??

BARCHI M.R., PAOLACCI S., PAUSELLI C. PIALLI G. & MERLINI S. (1999) - *Geometria delle deformazioni estensionali recenti nel bacino dell'Alta Val Tiberina fra S. Giustino Umbro e Perugia: evidenze geofisiche e considerazioni geologiche*. Boll. Soc. Geol. It., **118**: 617 - 625.

BARTOLOMEI G. (1969) - *Rinvenimento di resti di elefante presso Coterna (Perugia).* Annali Univ. Ferrara (N.S.) Sez. IX Sc. Geol. & Paleont., **4** (17): 267 - 274.

BASILICI G. (1997)- *Sedimentary facies in an extensional and deep lacustrine depositional system: The Pliocene Tiberino Basin, Central Italy*. Sed. Geol., **109**: 73 - 94.

CIANGHEROTTI A. & ESU D. (2000) - *Paleoecological and biochronological meaning of the Early Pleistocene molluscan fauna from the Anghiari basin (Tiber River Upper Valley, Central Italy)*. Boll. Soc. Geol. It., **39** (2): 217-224.

PROGETTO CARG

GENTILI S. (1992) - *Studio dei caratteri tafonomici nelle associazioni a Vertebrati dei depositi plio-pleistocenici umbri: il Bacino di Pietrafitta*. Borsa di Studio in "Sedimentologia e stratigrafia delle formazioni plio-pleistoceniche. Relazione Int. CNR, Roma.

GENTILI S., AMBROSETTI P. & ARGENTI P. (1997) - *Large Carnivore and other mammal fossils from the early Pleistocene alluvial plain of the Tiberino Basin (Pantalla, Central Italy. Preliminary reports*. Boll. Soc. Pal. It., **36** (2): 231 - 238.

LIPPI BONCAMBI C. (1963) - *Su di un ritrovamento di resti fossili di Elephas nell'Alta Val Tiberina*. Atti IX Cong. Naz. Spel. Trieste., Mem. VII di Rassegna Speleologica, pp 3.

PIZZI U. (1994) - *Effetti dello sbarramento di Montedoglio sull'acquifero dell'Alta Val Tiberina, valutati mediante modello matematico*. Geol. Tec. & Amb., **3** (3): 15 - 28.

REGIONE DELL'UMBRIA (Resp. G. MARCHETTI) (1995) - *Acquifero alluvionale dell'alta Valle del Tevere: Carta della Vulnerabilità degli acquiferi. (Note Illustrative e Carta alla scala 1/25.000).* In : C. N. R. - GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DALLE CATASTROFI IDROGEOLOGICHE., pp 8.

Dati stratigrafici e parametri geotecnici dei depositi continentali

CENSI S. (1988) - *Relazioni geologiche e geotecniche per la realizzazione dei collettori fognari nei Comuni di San Giustino e Citerna.* Atti progettuali giacenti presso gli Uffici della Regione dell'Umbria.

C. U. S. - CONSORZIO UMBRIA SANITÀ (1993) - *Relazione geologica geotecnica per il nuovo ospedale di Città di Castello*. Atti progettuali giacenti presso gli Uffici della Regione dell'Umbria.

REGIONE DELL'UMBRIA (1996) - *Relazioni geologiche e geotecniche a corredo della variante al progetto generale di consolidamento del Colle di Montone*. Atti progettuali giacenti presso gli Uffici della Regione dell'Umbria.

REGIONE TOSCANA, REGIONE DELL'UMBRIA *et alii*, (1991) - *Progetto di ricerca finalizzato alla valutazione degli effetti nell'Alta Valle del Tevere conseguenti all'esercizio dell'invaso di Montedoglio.* Atti progettuali giacenti presso gli Uffici della Regione dell'Umbria.

ROTILI R. (1996) - *Relazione geologica per il risanamento e la bonifica della vecchia discarica di Belladanza - Santa Lucia in Comune di Città di Castello*. Atti progettuali giacenti presso gli Uffici della Regione dell'Umbria.

TONIOLO M. F. (1986) - *Studio geologico preliminare su di un'area adibita a discarica controllata di R. S. U. nel Comune di Città di Castello, Frazione S. Lucia*. Atti progettuali giacenti presso gli Uffici della Regione dell'Umbria.

Attività sismica

AA.VV. (1993) - *Progetto RE. SI. L. Umbria, stralcio Valnerina*. Regione Umbria, Nuova serie, Collana sismica n. 2.

AA.VV. (1995) - *Progetto RE. SI. L. Umbria, bollettino sismico (maggio 1991 - dicembre 1994).* Regione Umbria, Nuova serie, Collana sismica n. 3.

AA.VV. (1997) - *Progetto RE. SI. L. Umbria, bollettino sismico (gennaio 1995 - dicembre 1995).* Regione Umbria, Nuova serie, Collana sismica n. 4.

Idrogeologia

AA.VV. (1991) - *Progetto di ricerca finalizzato alla valutazione degli effetti nell'Alta Valle del Tevere conseguenti all'esercizio dell'Invaso di Montedoglio*. Regione Toscana - Regione Umbria, rapporto interno.

BOILA P., CHECCUCCI R. & VACCA G. G. (1999) - *Studio idrogeologico per la captazione di risorse idriche dall'Unità carbonatica di Monte Malbe-Umbria.* Atti del 3° convegno nazionale sulla protezione e gestione delle acque sotterranee per il III millennio. Pitagora Editrice Bologna.

BOILA P., MARCHETTI G. & MARTINELLI A. (1995) - *Acquifero alluvionale dell'Alta Valle del Tevere - Carta di vulnerabilità all'inquinamento.*

PROGETTO CARG

PROGETTO
CARG

PROGETTO
CARG