

**BIOSTRATIGRAFIA A NANNOFOSSILI CALCAREI
DELLA PARTE BASALE DELLA SUCCESSIONE DEL M. MODINO
(NELL'AREA DEI FOGLI 234 E 235)
ED EVOLUZIONE STRUTTURALE DELL'UNITA' OMONIMA(***)**

INDICE

RIASSUNTO	pag. 39
ABSTRACT	" 39
INTRODUZIONE	" 40
LA PARTE BASALE DELLA SUCCESSIONE DEL M. MODINO	" 41
<i>Complesso argilloso-calcareo (Argille a palombini, argille variegata e breccie associate)</i>	" 42
<i>Arenarie e breccie ofiolitiche del Fosso della Cà</i>	" 42
<i>Flysch dell'Abetina Reale</i>	" 42
<i>Calcarei del Rio Collagna e calcari del Giardino</i>	" 43
<i>Argille e calcari (di P. Biola e del livello 9 del Fosso della Cà)</i>	" 43
SEZIONI MISURATE E BIOSTRATIGRAFIA A NANNOFOSSILI CALCAREI	" 44
<i>Sezione Strada del Duca</i>	" 44
<i>Sezione Fosso della Cà</i>	" 46
<i>Sezione Abetina Reale</i>	" 51
<i>Sezione Civago</i>	" 51
<i>Sezione T. Dragone</i>	" 52
<i>Affioramenti di Prato Polo e Strada Cargedolo - Cà Abbadina</i>	" 54
<i>Sezione Cà di Malgari e affioramenti limitrofi</i>	" 54
<i>Affioramenti Strada Rovolo-Vallorsara</i>	" 55
<i>Sezione Rio Collagna</i>	" 55
<i>Affioramenti di P. Biola</i>	" 59
<i>Affioramenti di Braetta</i>	" 60
CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE ED EVOLUZIONE STRUTTURALE DELL'UNITA' MODINO	" 60
APPENDICE	" 66
BIBLIOGRAFIA	" 67

RIASSUNTO

Questo lavoro riguarda la parte basale (Cretaceo inf.-Eocene medio) della successione del M. Modino affiorante nel settore emiliano dell'area dei Fogli 234 e 235 (Fivizzano e Pievepelago). Nella letteratura geologica essa è stata interpretata in modi molto diversi:

- come una serie di scaglie tettoniche alloctone ("argille scagliose") intercalate a lembi di origine toscana (Scaglia-Macigno);
- come un insieme di olistostromi e olistoliti interposti stratigraficamente fra il Macigno e la parte alta della successione del M. Modino (costituita dalle Argille di Fiumalbo, Marne di Marmoreto e Arenarie del M. Modino);
- come una successione sedimentaria, più o meno continua, di origine "emiliana" sovrascorsa da est sulla Falda toscana;
- come un *melange* tettonico-sedimentario tettonicamente sovrapposto al Macigno e proveniente da SW.

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

(**)Dipartimento di Scienze della Terra - Università di Parma.

(***)Lavoro eseguito con i Fondi MURST 60% "Flysch arenacei oligo-miocenici dell'Appennino settentrionale". Responsabile Prof. G. PLESI.

Sulla base del nuovo rilevamento effettuato nell'ambito del Progetto Cartografia Geologica della Regione Emilia-Romagna è stato eseguito uno studio biostratigrafico degli affioramenti più significativi per caratterizzare i vari componenti della parte basale della successione e per ricostruire l'evoluzione stratigrafico-strutturale dell'Unità Modino. I risultati di questo lavoro sono in sintesi i seguenti:

nella parte basale della successione del M. Modino si possono distinguere due gruppi di unità stratigrafiche (le unità informali sono indicate con l'iniziale minuscola):

— un gruppo di formazioni di tipo ligure esterno, rappresentate dalle Argille a palombini (non datate in questo lavoro; Hauteriviano sup.-Aptiano sup. secondo la letteratura relativa alla successione del Bracco), dalle argille variegata (Barmemiano ?; Albiano sup.-Cenomaniano inf. secondo REUTER, 1969), dalle arenarie e breccie ofiolitiche del Fosso della Cà (Sottozona CC22b, Campaniano superiore), dal flysch dell'Abetina Reale (Sottozona CC22b);

— un gruppo di formazioni ad affinità subligure costituito da argille e calcari (es. le argille e calcari affioranti a P. Biola e lungo il Fosso della Cà) e da flysch calcareo-marnosi come i calcari del Rio Collagna. Le prime risultano databili all'Eocene medio (Zona NP15) i secondi al Paleocene (Zona NP3 ed NP4). Secondo la nostra opinione questa associazione di formazioni liguri e subliguri è conseguenza di un sovrascorrimento di età rupeliana (che ha condotto alla sovrapposizione delle formazioni liguri su un più esterno dominio di tipo subligure) sigillato dalla deposizione delle Marne di Marmoreto. La parte più antica (ligure) della successione del M. Modino era stata interessata prima dell'Oligocene da almeno tre fasi importanti, caratterizzate anche da deposizione di breccie. Una o più fasi "paleoappenniniche" collocabili approssimativamente fra l'Aptiano e il Cenomaniano, la fase "cretaceo-superiore" pre-campaniana, la fase "ligure" dell'Eocene medio, seguita dalla deposizione in discordanza delle Argille di Fiumalbo. Dopo (o durante) la deposizione delle Arenarie del M. Modino l'Unità Modino è sovrascorsa sul Macigno della Falda toscana (fra l'inizio e la fine dell'Aquitano) e quindi sulle Arenarie del M. Cervarola (durante il Burdigaliano-Langhiano). Si ritiene che questi ultimi eventi deformativi possano essere stati caratterizzanti da un modello di sequenza tipo *breaching*.

ABSTRACT

This work deals with the basal part of the Mt. Modino "succession" cropping out in the Emilian sector of the 234 and 235 maps (1: 50.000 Fivizzano and Pievepelago). In the geologic literature this part of succession was interpreted in different ways, namely:

- as allocthonous slices alternating with tectonic elements pushed off the Tuscan Nappe;
- as olistostromes and olistolites stratigraphically interposed between the Macigno and the uppermost part of the Mt. Modino succession (Fiumalbo Shales - Marmoreto Marls - Mt. Modino Sandstones);
- as an "Emilian" sedimentary sequence thrust from east over the Tuscan Domain;

— finally, as a sedimentary-tectonic melange, of southwestern origin, tectonically emplaced onto the Tuscan Units.

On the basis of the new field mapping within the "Emilia-

Romagna Progetto Cartografia Geologica" a study on calcareous nannofossil biostratigraphy was undertaken in the main outcrops, in order to stratigraphically date the various formations and to unravel the structural evolution of the Modino Unit.

Our main results can be summarized as follows: in the basal part of the Mt. Modino succession two groups of stratigraphic units are represented:

— a Ligurian group composed by Palombini Shales (late Hauterivian-late Aptian by the literature), the varicoloured shales (Barremian ?; late Albian-early Cenomanian by the literature), the Fosso della Cà sandstones and ophiolitic breccias (late Campanian, CC22b Subzone), the Abetina Reale flysch (late Campanian, CC22b Subzone);

— a sub-Ligurian group, made up of shaly-calcareous formations (e.g. the P. Biola formation) and of marly-calcareous flysch (Rio Collagna limestones), middle-Eocene (NP15 Zone) and Paleocene (NP3 and NP4 Zones) respectively in age.

In our interpretation this association of paleogeographically different units resulted from an early-Oligocene thrusting, preceding the sedimentation of the Marmoreto Marls and Mt. Modino Sandstones (Rupelian phase and relative unconformity).

Previously, three main tectonic phases, also characterized by production of sedimentary breccias (Strada del Duca, Fosso della Cà, Riccovolto breccias) affected the oldest Ligurian part of the Mt. Modino succession: the "paleoapenninic" phase or phases (post-Aptian), the "late-Cretaceous" phase (pre-Campanian) and, finally, the "Ligurian" phase (middle Eocene). The latter phase was sealed by the deposition of the Fiumalbo Shales. After (or during) the Mt. Modino Sandstones deposition the Mt. Modino Unit thrust over the Tuscan Domain, i.e. over the Macigno formation (during the Aquitanian) and over the more external Mt. Cervarola foredeep basin (during the Burdigalian-Langhian). A breaching thrust sequence model probably characterized the enucleation of this late thrusting process.

KEY WORDS: Nannofossil Biostratigraphy, Paleogeography, Structural evolution, Modino Unit, Northern Apennines.

PAROLE CHIAVE: Biostratigrafia a nannofossili, Paleogeografia, Evoluzione strutturale, Unità Modino, Appennino settentrionale.

INTRODUZIONE

Nell'ambito del Progetto Cartografia Geologica della Regione Emilia-Romagna in questi ultimi anni è stato portato a termine il nuovo rilevamento geologico delle aree comprese nel Foglio 235 (Pievepelago) e nella parte emiliana del Foglio 234 (Fivizzano). Del Foglio 234 sono state già pubblicate le carte al 10.000 ed è in preparazione una carta di sintesi al 25.000. Del Foglio 235 sono in preparazione sia i 10.000 che i 50.000. Nelle aree dei due Fogli affiorano estesamente i flysch arenacei oligo-miocenici (Macigno, Arenarie del M. Modino, Arenarie del M. Cervarola) e le formazioni loro associate. Queste unità sono sormontate tettonicamente dall'Unità Canetolo e dalle Liguridi. Fra i vari problemi relativi a quest'area appare particolarmente importante quello che riguarda il significato della successione del M. Modino, dei suoi rapporti col Macigno e con le Arenarie del M. Cervarola.

La Fig. 1 rappresenta schematicamente la successione del M. Modino come, nella nostra interpretazione, poteva approssimativamente risultare all'inizio del Miocene, prima delle fasi parossistiche di impilamento dell'alloctono sulle unità toscane. Come noto anche dal-

la letteratura, nella successione si possono distinguere:

1) un "corpo caotico" (livelli a e b di Fig. 1) costituito da breccie sedimentarie (anche ofiolitiche), da lembi più o meno estesi di formazioni argilloso-calcaree (cretaciche e terziarie) e da successioni torbititiche ofiolitiche e in *facies* di flysch ad Elmintoidi;

2) una successione di scarpata (livello c), costituita nella parte bassa prevalentemente da argille varicolori (Argille di Fiumalbo) nella parte alta da marne (Marne di Marmoreto);

3) una successione torbiditica silico-clastica (Arenarie del M. Modino, livello d).

Le principali interpretazioni proposte a proposito di tale successione e dei suoi rapporti con le unità limitrofe sono le seguenti:

— LOSACCO (1953) e AZZAROLI (1955) hanno considerato le Arenarie del M. Modino e formazioni associate come lembi sradicati di Scaglia-Macigno, imballati nelle "argille scagliose".

— ABBATE & BORTOLOTTI (1961) e successivamente NARDI & TONGIORGI (1962), NARDI (1964a, 1964b, 1965), hanno proposto di interpretare come olistostromi e olistoliti una parte dei depositi interposti fra il Macigno e la successione del M. Modino. La parte non olistostromica della successione (Argille di Fiumalbo e Marne di Marmoreto) sarebbe da ritenere di età più recente del Macigno (dell'Oligocene superiore nella interpretazione degli Autori).

— KRAMPE (1964) e REUTER (1969) hanno ritenuto che alla base delle Arenarie del M. Modino fosse riconoscibile una successione stratigrafica più o meno continua di origine "emiliana" e di età compresa fra l'Aptiano e l'Oligocene. Il contatto col Macigno è stato ritenuto tettonico. Gli stessi Autori e altri successivi hanno sostenuto l'ipotesi che nella "Formazione di Sestola-Vidiciatico", al tetto delle Arenarie del M. Cervarola, siano presenti, come olistoliti, estesi lembi della stessa successione.

— SAGRI (1976) accettando l'ipotesi di ABBATE & BORTOLOTTI (1961) ha distinto all'interno dell'"olistostroma" del M. Modino varie unità sedimentarie caratterizzate da differenti meccanismi deposizionali.

— MARTINI & PLESI (1988) hanno ipotizzato che nella parte più profonda della successione del M. Modino, siano presenti formazioni di differente origine paleogeografica (subligure e ligure) e hanno ricostruito schematicamente le varie tappe della messa in posto dell'Unità Modino sulle unità più esterne. Secondo gli stessi Autori un'unità di analoga composizione è presente anche al tetto delle Arenarie del M. Cervarola (Unità Ventasso-Cisa). Quest'ultima unità corrisponde a ciò che nella letteratura precedente era considerato come il tetto stratigrafico delle Arenarie del M. Cervarola (Formazione di Sestola-Vidiciatico).

— BETTELLI *et alii* (1989a e b) hanno interpretato la parte basale della successione del M. Modino, come un *melange* tettonicamente sovrapposto al Macigno e alle Arenarie del M. Cervarola.

— ABBATE & BRUNI (1989) hanno proposto di correlare con le Arenarie del M. Modino la parte alta del Macigno della zona dell'Abetone. La successione del M. Modino descritta in precedenza sarebbe tutta più recente e i litotipi più vecchi sarebbero da considerare olistostromi o *slide* inclusi nelle Arenarie del M. Modino.

Questo studio si propone di caratterizzare, da un punto di vista stratigrafico, petrografico e soprattutto

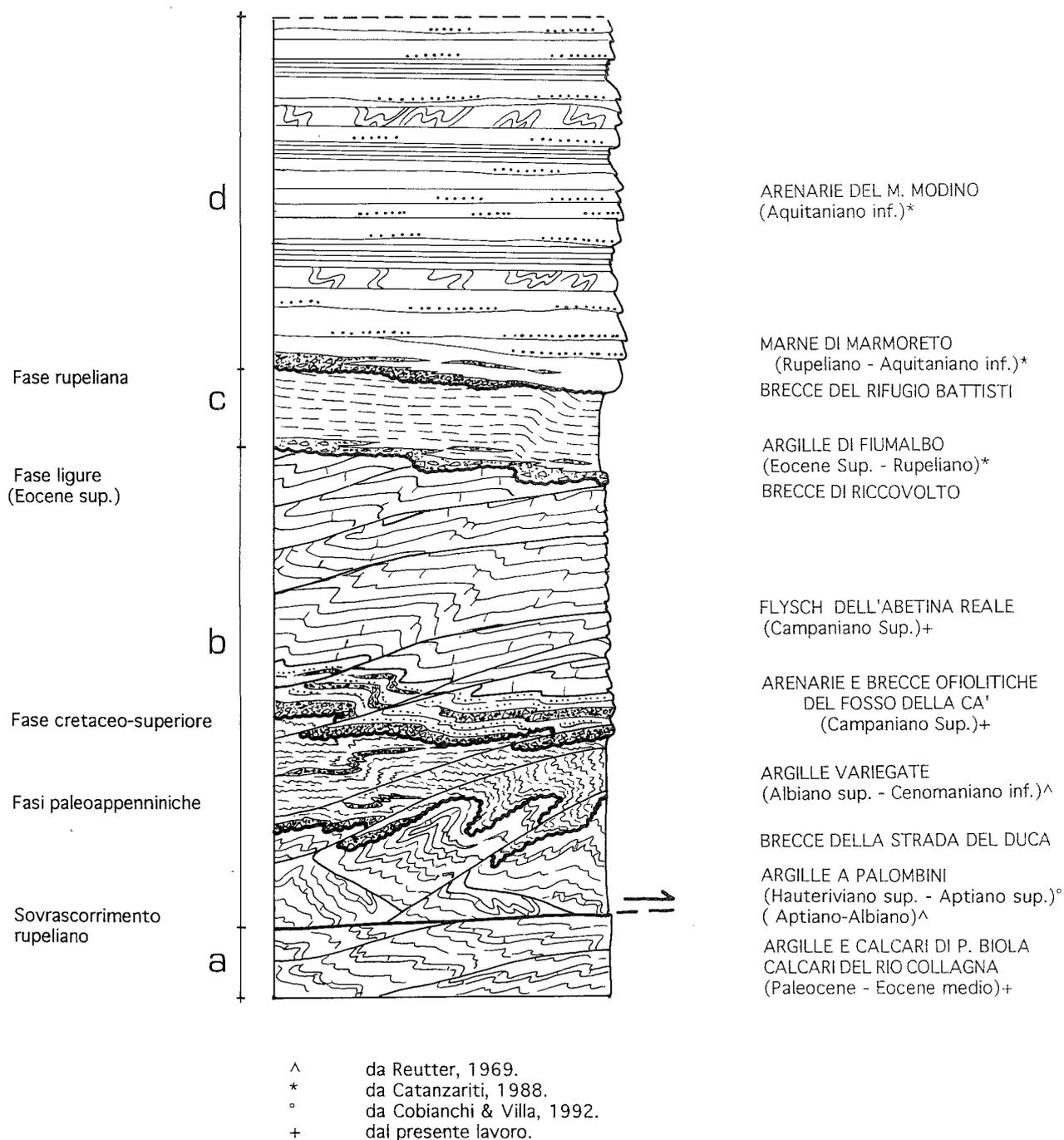


Fig. 1 - Rappresentazione schematica della successione del M. Modino all'Aquitano prima delle fasi parossistiche dell'orogenesi appenninica.

biostratigrafico, le unità sedimentarie cretaceo-terziarie che costituiscono la parte più profonda e più problematica della successione. In particolare la definizione bio e cronostatigrafica dei termini basali della successione del M. Modino costituisce un elemento indispensabile sia per la loro caratterizzazione paleogeografica, sia per la correlazione con unità e successioni più o meno affini già note; essa può risultare cioè molto utile per chiarire il significato stratigrafico-strutturale dell'Unità Modino e il ruolo che l'unità stessa ha giocato nella evoluzione della catena.

LA PARTE BASALE DELLA SUCCESSIONE DEL M. MODINO: FORMAZIONI E MEMBRI RICONOSCIUTI, LORO CARATTERISTICHE E RAPPORTI, NOTIZIE DESUNTE DALLA LETTERATURA PRECEDENTE

Nella cartografia geologica della Regione Emilia-Romagna nella parte basale della successione del M. Modino (livelli a e b di Fig. 1) sono state individuate le unità stratigrafiche descritte nel seguito. Ad esse è stato attribuito di rango di formazioni o membri benché i loro reciproci rapporti siano spesso di natura incerta. Alcune delle unità riconosciute (Argille a palombini, argille variegata e breccie loro associate), sono state

raggruppate in un unico "complesso", per la difficoltà di giungere ad una distinzione cartografica sistematica di tali litotipi.

Complesso argilloso-calcareo (Argille a palombini, argille variegata e breccie associate)

La formazione delle Argille a palombini è costituita da calcari e calcari marnosi, di colore grigio-scuro alla frattura, giallastri o verdini all'esterno, silicizzati, intercalati ad argilliti grigio-piombo. La formazione delle argille variegata è costituita da argille di colore variabile, dal verdino, al rosso, al grigio-scuro, con sporadiche intercalazioni di calcari e calcari marnosi a base calcarenitica o arenitica fine.

Nelle argille variegata, lungo la Strada del Duca, sono contenuti due tipi di breccie sotto forma di banchi più o meno spessi:

a - alcuni livelli di breccie a prevalenti clasti calcarei (tipo palombini) verosimilmente sedimentate come *debris flow* molto prossimali;

b - un livello di breccie con clasti grossolani in prevalenza di dolomie e selci verdi (breccie della Strada del Duca), originate da una torbidite ad alta densità.

La genesi di queste breccie intercalate nelle argille variegata potrebbe essere più o meno direttamente collegata coi movimenti e le deformazioni di una o più fasi tettoniche (fasi "paleoappenniniche" nella terminologia di REUTTER, 1969) di età non esattamente definibile, ma grosso modo ricadenti nell'intervallo compreso fra l'Aptiano e il Santoniano. Purtroppo non sono stati individuati per il momento affioramenti in cui siano chiaramente visibili i rapporti primari fra le varie formazioni che compongono questo complesso (in particolare i rapporti fra le Argille a palombini e le argille variegata).

REUTTER (1969) ha attribuito un'età aptiano-albiana a livelli calcarenitici associati alle Argille a palombini. Secondo le osservazioni dell'Autore questi strati calcarenitici contengono frammenti di Echinidi, Lamellibranchi, Foraminiferi bentonici e planctonici come *Hedbergella trocoidea*. Le Argille a palombini dell'Unità Bracco sono state attribuite per mezzo dello studio dei nannofossili all'Hauteriviano sup.-Aptiano sup. (COBIANCHI & VILLA, 1992). In uno strato calcareo manganesifero intercalato alle argille variegata del M. Lagoni è stata invece rinvenuta da REUTTER (1969) una fauna con *Praeglobotruncana delrioensis*, *Ticinella roberti*, *Thalmaninella ticinensis*, *Rotalipora appenninica*, *Planomalina buxtorfi*, *Globigerina* sp. e *Globigerinella* che l'A. attribuisce all'Albiano sup.-Cenomaniano inf.

Il complesso argilloso-calcareo affiora in maniera molto estesa e continua nell'area dei Fogli considerati, per lo più in posizione basale nell'ambito dell'Unità Modino o delle scaglie in cui l'unità stessa è suddivisa. Si hanno però in diversi casi situazioni per cui alla base o all'interno di questo complesso si trovano, con contatti di tipo tettonico, formazioni di argille e calcari terziarie del cui possibile significato sarà discusso più avanti. Il complesso argilloso-calcareo passa verso l'alto alle arenarie e breccie ofiolitiche del Fosso della Cà: in tutte le sezioni in cui questo contatto è esposto (fra quelle analizzate in dettaglio la Sezione Civago e la Sezione Fosso della Cà) si nota che il complesso argilloso-calcareo risulta sempre molto più deformato della formazione sovrastante. Ci sembra verosimile che

questo contatto (attualmente a sua volta molto tettonizzato) corrispondesse in origine ad una discordanza sedimentaria (fase cretaceo-superiore).

Arenarie e breccie ofiolitiche del Fosso della Cà

Le arenarie e breccie ofiolitiche del Fosso della Cà sono costituite per lo più da alternanze arenaceo-pelitiche torbititiche in strati sottili e da breccie poligeniche (torbiditi e *debris flow*), in banchi spessi fino a qualche metro, anch'esse intercalate a peliti, grigio-scure o nerastre, manganesifere. Nella formazione sono anche intercalati strati pelitico-marnosi a base arenitica e micriti grigio-scure a patina di alterazione rossastra. Fra i clasti delle breccie si riconoscono macroscopicamente elementi di diabasi, serpentiniti, frammenti di calcare grigio-chiaro e grigio-scuro (calcari a Calpionelle e palombini), argilliti, calcari marnosi, selci e diaspri. Localmente il contenuto ofiolitico della formazione è molto ridotto e le breccie sono composte soltanto da clasti grossolani di argilliti, calcari a Calpionelle e palombini immersi in una matrice argillitica.

Nella letteratura la formazione in oggetto non è stata per lo più distinta dalle unità sedimentarie limitrofe. Nei lavori di ABBATE & BORTOLOTTI (1961), NARDI & TONGIORGI (1962), NARDI (1965), BERTOLLI & NARDI (1966), DALLAN NARDI & NARDI (1974), il complesso argilloso-calcareo e le arenarie e breccie ofiolitiche del Fosso della Cà non sono state differenziate (argille scagliose); in tutti i lavori precedenti, eccetto BERTOLLI & NARDI (1966), anche il flysch dell'Abetina Reale è stato incluso nelle argille scagliose.

Negli strati marnosi intercalati alle breccie è stata ritrovata (ABBATE & BORTOLOTTI, 1961) una fauna a *Globotruncane*, *Heterohelicidae* e *Hantkeninidae* che gli AA. attribuiscono al Cretaceo superiore.

Nelle sezioni poco deformate il passaggio dalle arenarie e breccie ofiolitiche del Fosso della Cà al flysch dell'Abetina Reale è sedimentario e concordante. Esso è visibile in dettaglio nella valle del Fosso della Cà. Con minore evidenza lo stesso passaggio è esposto anche lungo la valle del Dragone.

Flysch dell'Abetina Reale

Il termine informale flysch dell'Abetina Reale si riferisce agli affioramenti dell'alta Val Dolo, nei pressi del Rifugio Battisti. Si tratta di una alternanza di torbiditi calcareo-marnose e calcaree a base calcarenitica, in strati spessi fino a 2-3 metri, e di straterelli arenacei con abbondante pelite scura. Localmente sono presenti intercalazioni di strati gradati di arenarie e breccie ofiolitiche simili a quelle della formazione sottostante. Al tetto gli strati marnosi presentano spesso tracce di Elmintoidi, Condriti, Fucoidi e impronte di vario tipo alla base.

In letteratura questo flysch, ed altri che secondo le nostre osservazioni risultano analoghi come sarà spiegato più avanti, sono stati indicati con il termine generico di "Alberese" o "Alberese di M. Modino" (Foglio 96, Massa; REUTTER, 1969) o con altre denominazioni di tipo locale (flysch di Cargedolo, flysch di Rovolo, ecc.). Nella legenda del Foglio 96 (Massa) il flysch è attribuito al Paleocene-Eocene inferiore per la presenza (ma non sono specificate le località fossilifere) di microfauna a *Globigerine* (*Globigerina linaperta* e *Globigerina triloculinoides*) e *Globorotalie*, tra cui *Glo-*

borotalia pusilla, *G. acutispira*, *G. angulata*, *G.* del gruppo *G. aequa*, *G.* del gruppo *G. bullbrooki*, associate a forme rimaneggiate cretacee e a macroforaminiferi eocenici (*Discocyclina*, *Alveoline*, *Cuvillierina eocenica*).

REUTTER (1969) ha descritto come Alberese di M. Modino il flysch che affiora nel Fosso della Cà nei pressi delle Tagliole ed ha attribuito il medesimo al Cretaceo superiore per la presenza di *Globotruncane*.

Un flysch analogo a quello dell'Abetina Reale affiora infine nella zona del M. Sassolera dove è stato erroneamente correlato (REUTTER, 1969) col Flysch del M. Cassio. Secondo l'Autore, nella zona del M. Sassolera sarebbero presenti anche i Conglomerati dei Salti del Diavolo. Il rilevamento di dettaglio della zona e l'analisi stratigrafica del flysch non hanno confermato queste conclusioni.

Nel flysch di Cargedolo della Val Dragone, MARCUCCI (1966) e (1967) ha ritrovato Inocerami (*Inoceramus balticus*) associati a Foraminiferi oligocenici (forse Oligocene inferiore con *Saccamina* sp., *Reophax* sp., *Ammodiscus*, *Cibicides* sp. tra i bentonici e *Globigerina venezuelana* e *Catapsidrax dissimilis* tra i planctonici). REUTTER (1969) ha attribuito questo risultato ad una campionatura scorretta: i fossili oligocenici cioè non proverrebbero dal flysch, ma dalle sovrastanti Marne di Marmoreto.

Anche BERTOLLI & NARDI (1966) hanno distinto il flysch di Cargedolo dalle argille scagliose e lo hanno collocato tra le formazioni *incertae sedis*. Gli Autori hanno citato il ritrovamento di un Inoceramo lungo il fosso dell'Albede, ma siccome il flysch risulterebbe "probabilmente compreso entro le Marne di Pievepelago, di età oligocenica", hanno suggerito di interpretare "la strana associazione descritta da MARCUCCI (1966), come causata da olistostromi e olistoliti di età cretacea, ed in definitiva, con una sorta di rimaneggiamento degli Inocerami".

In nessuna delle località esaminate sono stati osservati passaggi sedimentari ben esposti fra il flysch ad Elmintoidi dell'Abetina Reale e formazioni più recenti. Solo nella Val Dragone, nei pressi di Riccovolto, è osservabile una situazione che forse potrebbe fornire la chiave per l'interpretazione della giacitura del flysch e delle sue formazioni di base in rapporto alle Argille di Fiumalbo. Nella località citata (Fig. 2) si riconoscono i seguenti termini a partire dall'alto:

- un flysch ad Elmintoidi (tipo Cargedolo o Abetina Reale) molto deformato e complessivamente rovesciato;
- un livello di breccie ad elementi prevalentemente calcarei spesso da 50 cm a circa 2 - 3 metri (per questo livello di breccie potrebbe essere proposta la denominazione informale di "breccie di Riccovolto");
- Argille di Fiumalbo rovesciate e nettamente meno deformate del flysch.

I contatti tra i tre livelli sembrano tutti di tipo sedimentario e in particolare le breccie di Riccovolto incrostanto il flysch ad Elmintoidi lungo una superficie irregolare che può essere interpretata come una discordanza sedimentaria. Nell'affioramento in questione, potrebbero essere testimoniati, in conclusione, gli effetti di una fase deformativa pre-Eocene superiore, forse correlabile con la fase ligure.

Calcari del Rio Collagna e calcari del Giardino

Nelle successioni dell'Unità Modino e particolarmente in quelle che fanno parte della Sotto-unità Ven-

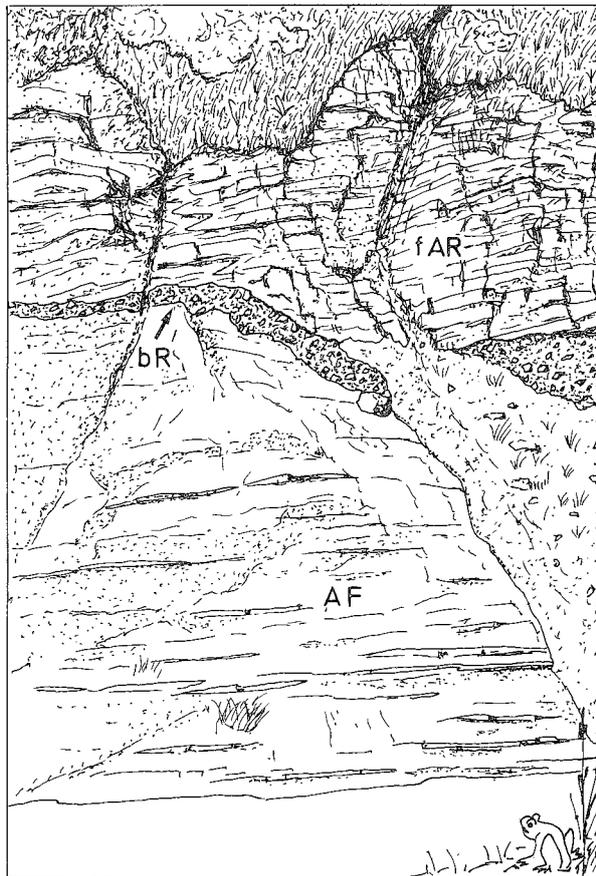


Fig. 2 - Discordanza sedimentaria fra le Argille di Fiumalbo (AF) e il flysch dell'Abetina Reale (fAR) in un affioramento del T. Dragone nei pressi di Riccovolto. Tutte le formazioni sono rovesciate; il flysch dell'Abetina Reale risulta molto più deformato delle Argille di Fiumalbo. Fra le due formazioni è interposto un livello di breccie (bR, breccie di Riccovolto) in contatto sedimentario sia con le argille che con il flysch.

tasso si trovano con una certa frequenza affioramenti cartografabili di flysch calcarei o calcareo-marnosi, diversi anche litologicamente da quelli finora descritti. Essi sono stati indicati nella letteratura come calcari di Castellonchio tipo Rio Collagna (KRAMPE, 1964) e come calcari del Giardino (ANDREOZZI & CHICCHI, 1988). Le caratteristiche litologiche di queste due unità risultano abbastanza differenti. I calcari del Rio Collagna sono costituiti per lo più da strati decimetrici di calcsiltiti e calcareniti fini gradate intercalate a strati calcarei di colore chiaro e a livelli decimetrici di torbiditi sottili siltoso-pelitiche. In sezione sottile i calcari sono risultati sterili. Verso il basso i calcari del Rio Collagna passano a un orizzonte di marne grigio chiare compatte, spesse per quanto visibile circa 4 m. Nella località citata i calcari del Rio Collagna sono sormontati dalle formazioni del complesso argilloso-calcareo, ma il relativo contatto non è esposto.

I calcari del Giardino cartografati da ANDREOZZI & CHICCHI (1988) nella Sezione Collagna sono costituiti da "calcari micritici e marnosi grigio-chiari, con interstrati pelitici di debole spessore".

Argille e calcari (di P. Biola e del livello 9 del Fosso della Cà)

Geometricamente intercalate a vari termini della

successione del M. Modino ma per lo più, come detto, nella parte basale (livello a di Fig. 1), sono state descritte da vari Autori formazioni argillose-calcaree terziarie (che per molti versi sono assimilabili a quelle presenti nell'Unità Canetolo), in particolare nella zona del Passo del Cerreto e del M. Casarola (KRAMPE, 1964; MARTINI & PLESI, 1988; CHICCHI & PLESI, 1989) e nella successione del Fosso della Cà (REUTTER, 1969). E' possibile che formazioni di questo tipo risultino più estese di quanto non appaia dalla cartografia attuale, perché in parte non distinte e quindi accorpate a formazioni cretacee. Le argille e calcari di P. Biola (località tipo) sono costituite da una alternanza abbastanza monotona (strati di ordine metrico) di calcari marnosi grigi e di peliti, più o meno marnose, di colore grigio molto scuro. Le argille e calcari del livello 9 affioranti lungo il Fosso della Cà sono costituite da torbiditi con intervallo basale calcarenitico (grigio, nocciola per alterazione, per lo più a lamine convolute e con spessore di 40-50 cm) passante talora a un intervallo marnoso spesso fino a 1-2 m e ad abbondanti peliti grigio-scure al tetto.

KRAMPE (1964) ha attribuito le argille e calcari di P. Biola ("P. Biola Schiefer") all'Eocene inferiore-Eocene medio sulla base di una fauna costituita da Radiolari, *Globigerina*, *Globorotalia* a guscio sottile perforato, *Acarinina*, *Truncorotalia aragonensis*, ma non è specificata la provenienza dei campioni fossiliferi. Nella Sezione del Fosso della Cà REUTTER (1969) ha attribuito un'età paleocenico-eocenica al livello argilloso-calcareo ivi affiorante (livello 9).

SEZIONI MISURATE E BIOSTRATIGRAFIA A NANNOFOSSILI CALCAREI

Per uno studio più particolareggiato delle formazioni sopra elencate e dei loro rapporti sono state scelte un certo numero di sezioni naturali che, per la loro completezza e buona esposizione, sono state ritenute fra le più rappresentative. La loro ubicazione è indicata sullo schema strutturale di Tav. 1 (f.t.) (stelle nere) e in modo più dettagliato negli schemi geologici relativi a ciascuna località esaminata. Allo stesso modo (stelle bianche) è anche indicata la posizione dei campioni raccolti in località in cui, per vari motivi, non è stato possibile misurare una successione. Sulle colonne stratigrafiche delle sezioni misurate è indicata la posizione dei campioni raccolti per lo studio petrografico (pallini) e per lo studio biostratigrafico (sigle). Lo studio petrografico è stato eseguito dalla Dr G. Daniele.

Per ciò che riguarda l'analisi biostratigrafica su ogni campione (eccetto le argille variegiate) è stato eseguito un conteggio su un totale di 300 forme al fine di valutare le abbondanze delle singole specie. Sono state distinte 4 classi quantitative: forme abbondanti (> 10% dell'associazione totale), comuni (5-10%), scarse (< 5%) e rare.

Nelle formazioni studiate il fenomeno del rimaneggiamento non appare particolarmente significativo: solo nei calcari del Rio Collagna e nelle argille e calcari si osservano quantità apprezzabili di forme cretacee in associazioni terziarie.

Per il Cretaceo inferiore è stato fatto riferimento allo schema biostratigrafico di ROTH (1978) integrato con gli eventi riportati da BRALOWER (1987) e BRALOWER *et alii* (1989) (Fig. 3). Ai fini del presente studio vengono assunte come significative le comparse di *Ru-*

Harland <i>et al.</i> , 1990		Bralower, 1987	Bralower <i>et al.</i> , 1989
Ma piani		Channell <i>et al.</i> , 1987	Channell & Erba, 1992
125	APT.	NC 7	<i>L.floralis</i>
		NC 6	<i>R.irregularis</i>
130	BARREMIANO	NC 5e	<i>N.steinmannii</i>
		NC 5d	
		NC 5c	<i>C.oblongata</i>
135	HAUT.	131,8	<i>L.bollii</i>
		NC 5b	<i>R.terebrodentarius</i>
		NC 5a	<i>C.cuvillieri</i>
		135	<i>L.bollii</i>
140	VALANG.	NC 4b	
		NC 4a	<i>T.verenae</i>
145	BERRIAS.	C.OBLONGATA	<i>C.oblongata</i>
		140,7	
		C.ANGUSTIFORATUS	<i>C.angustiforatus</i>
TITONICO SUP.		N.ST.STEINMANNII	<i>N.steinmannii</i>
		M.CHIASTUS	<i>N.colomii</i>

Fig. 3 - Schema biostratigrafico del Cretaceo inferiore.

cinolithus terebrodentarius nell'Hauteriviano superiore alla base della Sottozona NC5b, *Rucinolithus irregularis* alla base della Zona NC6 nell'Aptiano inferiore, *Eproolithus floralis* alla base della Zona NC7 (Aptiano medio). Risulta inoltre significativa l'estinzione di *Micrantholithus obtusus* nell'Aptiano medio.

Per il Cretaceo superiore è stato applicato lo schema zonale proposto da SISSINGH (1977) con le successive integrazioni di PERCH-NIELSEN (1985). Per il Paleogene è stato fatto riferimento allo schema di MARTINI (1971).

Sezione Strada del Duca

Descrizione della sezione - La sezione è stata misurata in un affioramento di argille variegiate rovesciate adiacente alla Strada del Duca, situato circa 1 Km a Sud del M. Modino nei pressi del bivio di quota 1388,4 (Fig. 4). I vari intervalli che compongono la successione sono descritti in dettaglio nella didascalia di Fig. 5.

La sezione sottile di un campione di breccie della Strada del Duca ha mostrato che si tratta di un *grainstone* dolomitico in cui sono identificabili due tipi di dolomite: una normale, costituente i granuli dello scheletro, ed una a scarso contenuto in ferro, che costituisce il cemento. I componenti dello scheletro possono essere considerati quasi tutti di origine extrabacinale. Prevalgono clasti dolomitici di diverso tipo: microcri-

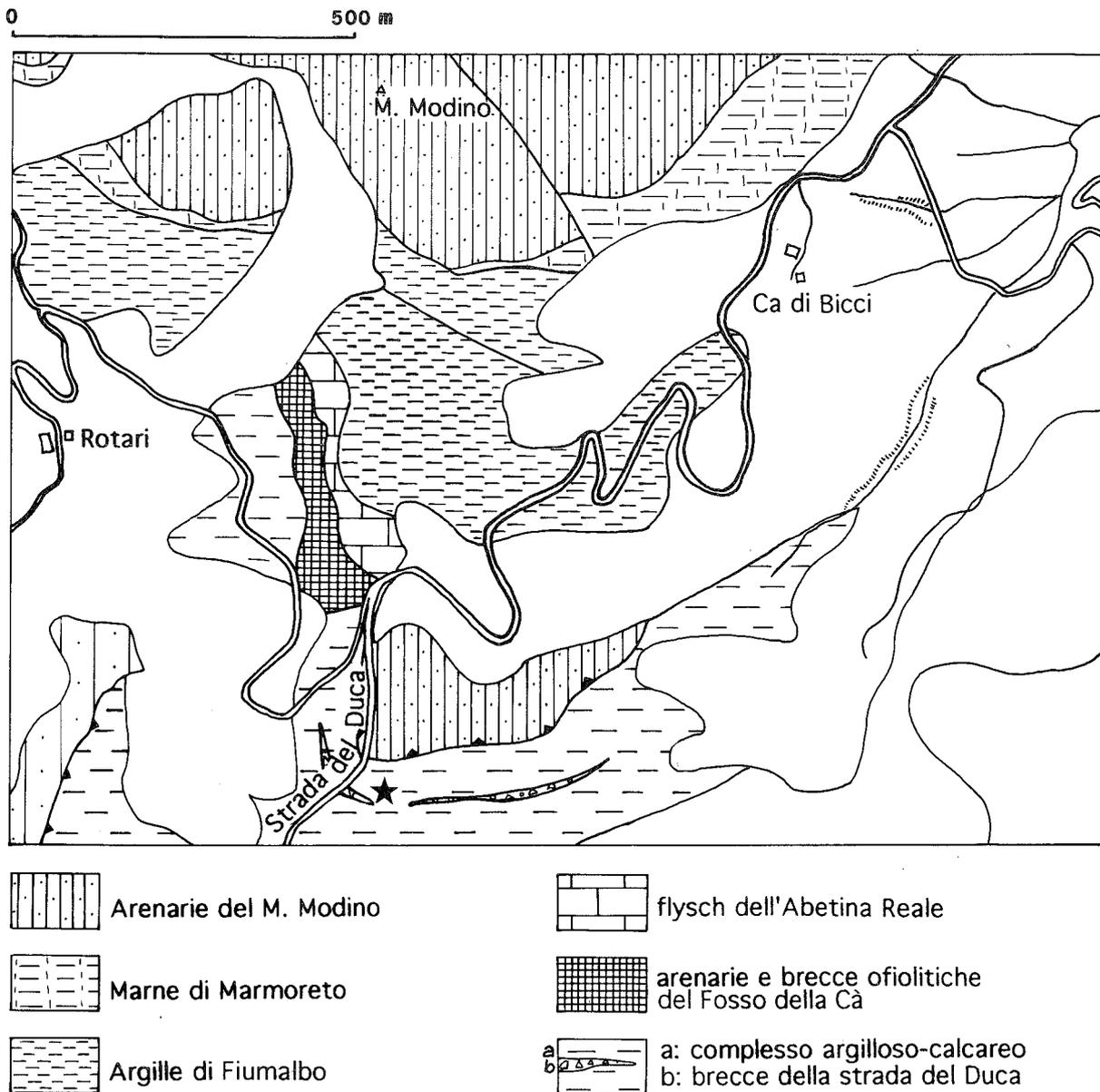


Fig. 4 - Ubicazione della Sezione Strada del Duca e relativa carta geologica schematica (da CIBIN, 1992).

stallini, spatitici a grana grossa, a struttura saccaroide eterogranulari, *grainstone* a peloidi. In un clasto micritico dolomitizzato classificabile come *limeclast* (ZUFFA, 1985) è presente *Calpionella alpina*. Tra i clasti non carbonatici extrabacinali (NCE), in quantità decisamente inferiore rispetto a quelli carbonatici, sono stati osservati: quarzo monocristallino e microcristallino, plagioclasio, rari frammenti di vulcaniti acide, frammenti di roccia filoniana con quarzo e plagioclasio, frammenti di radiolariti leggermente argillose, argille siltose. Gli unici clasti non carbonatici che possono essere considerati intrabacinali (NCI) sono clasti argillosi a contorni non ben delineati (*rip-up clast*). Il cemento è costituito come detto da una dolomite con scarso contenuto in ferro; si osserva però talora il passaggio a dolomite normale. Le porosità secondarie sono di solito caratterizzate da riempimenti di calcite spatica o di quarzo neogenico.

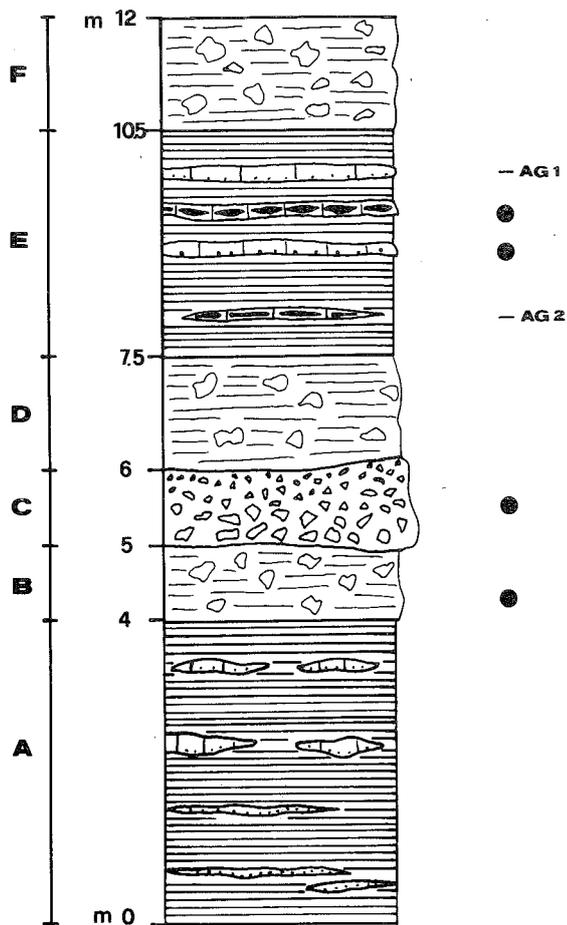
Sempre nelle argille variegata della Strada del Duca si rinvennero, nell'affioramento già citato e in loca-

lità limitrofe, livelli più o meno discontinui di calcareniti grossolane e calciruditi. Esse contengono:

- clasti non carbonatici extrabacinali (NCE): quarzo, sia monocristallino che microcristallino, feldspati, plagioclasio, muscovite e biotite, granato, metamorfiti di basso grado a quarzo e miche, vulcaniti con pasta di fondo vetrosa o fluidale, radiolariti;
- granuli carbonatici extrabacinali (CE): calcari spatitici e micritici a radiolari, *packstone* micritici e una quantità subordinata di dolomie;
- in qualche campione sono presenti granuli micritici con *Calpionella alpina* che sono stati considerati *limeclast*;
- clasti intrabacinali (CI): bioclasti di Valvulinidi, Alghie, artocli di Crinoidi, spine di Brachiopodi, gusci di Ostracodi, peloidi.

La matrice è micritica, il cemento spatitico; quest'ultimo prevale sulla matrice ed in alcuni punti manifesta evidenze di dolomitizzazione.

La composizione delle breccie della Strada del Duca



-  breccie ad elementi calcarei
-  argilliti con intercalazioni di calcareniti a liste di selce
-  breccie della strada del Duca
- campioni petrografia
- AG = campioni Nannofossili

Fig. 5 - Sezione Strada del Duca.

A - Argilliti scure, manganesifere, con rari livelletti lititici molto boudinatis e spezzoni di strati calcarenitici.

B - Livello di breccie a clasti centimetrici e decimetrici a elementi calcarei per lo più di palombini.

C - Livello di breccie (breccie della Strada del Duca) di spessore variabile (mediamente circa 1 metro nella zona della sezione, ma che raggiunge alcuni metri nelle zone limitrofe). Nella breccia, grano-sostenuta e gradata, sono per lo più rappresentati gli intervalli R3 ed S1 di LOWE (1982): essa sembra quindi originata da una torbida ad alta densità. Sono macroscopicamente riconoscibili abbondanti clasti di dolomie, selci verdi simili ai diaspri delle successioni insubriche, qualche frammento di calcare tipo palombino.

D - Livello di breccie a clasti calcarei simile all'intervallo B.

E - Argilliti variegata verde e nere con intercalazioni di calcareniti grigie gradate a tetto pelitico e più raramente marnoso con liste di selce scura e in strati di spessore compreso fra 10 e 30 cm.

F - Breccie non gradate (*debris flow*) a elementi calcarei e argillitici con clasti fino a qualche dm (palombini e calcari a Calpionelle) e livelli discontinui di calcareniti e calcirruditi.

ca e delle calcareniti associate indica in conclusione apporti da coperture sedimentarie in prevalenza carbonatico-silicee e, in modo subordinato, da successioni cristalline continentali: esse possono essere identificate verosimilmente con le coperture infra e precretache del margine austroalpino e con il relativo basamento. Questa alimentazione clastica di tipo continentale e con caratteristiche relativamente distali si mescola, come detto, nelle argille variegata della Strada del Duca, con una alimentazione molto prossimale costituita da *debris flow* che derivano dal disfacimento di successioni oceaniche a carattere ligure dell'immediato substrato.

Risultati biostratigrafici - La maggior parte dei campioni raccolti in questo affioramento si sono rivelati sterili; solo due di essi hanno fornito indicazioni di un certo interesse. La quantità di esemplari e le condizioni di preservazione risultano scarse; le associazioni sono costituite da poche specie. La forma più comune è *Watznaueria barnesae*, associata ad altri esemplari dello stesso genere, probabilmente riconducibili a *W. biporta*. Sono abbastanza comuni anche *Ellipsagelosphaera britannica* e *Parhabdolithus embergeri*. Sono presenti inoltre alcuni esemplari di *Nannoconus* sp., *Cretarhabdus crenulatus*, *Rucinolithus terebrodentarius*, *Cruciolipsis chiasta*, *Hayesites radiatus* e *Micrantholitus obtusus*.

Sono assenti le forme che compaiono nell'Aptiano (*Rucinolithus irregularis*, *Eprolithus floralis*) e nell'Albiano (*Eiffelithus turriseiffelii* e *Prediscosphaera columnata*).

Sulla base di questa associazione molto scarsa le argille variegata della zona della Strada del Duca possono essere riferite dubitativamente al Barremiano. Ulteriori elementi di perplessità circa l'età effettiva di questo deposito nascono dal fatto che gli elementi delle breccie sono costituiti in gran parte da clasti che sembrano derivare dalle Argille a palombini; essi potrebbero far presumere un'età relativamente più recente per le argille variegata stesse.

Sezione Fosso della Cà

Descrizione della sezione - La successione del Fosso della Cà è esposta lungo il fosso omonimo nei pressi delle Tagliole e del M. La Nuda (Fig. 6). Si tratta di uno dei principali affioramenti in cui è stata definita la cosiddetta "serie di base del M. Modino" degli Autori tedeschi. La successione è rappresentata schematicamente per intero nel disegno di Fig. 7 (da REUTER, 1969, modificato) e più in dettaglio per ciò che riguarda la sua parte bassa, incluso il passaggio dalle breccie ofiolitiche al flysch dell'Abetina Reale, nella sezione di Fig. 8.

Già dall'esame macroscopico è possibile notare che la successione stratigrafica è, in più di un punto, complicata da superfici di taglio a basso angolo (le principali sono rappresentate nelle figure citate) e da pieghe che modificano abbondantemente la disposizione originaria. I risultati dell'esame biostratigrafico evidenziano queste ripetizioni tettoniche.

La successione completa è rappresentata in Fig. 7. Iniziando la sua descrizione dal basso, sopra una fascia di Arenarie (1) si passa, con un contatto tettonico, ad argille variegata molto caoticizzate (2). Sulle argille variegata giace un primo livello

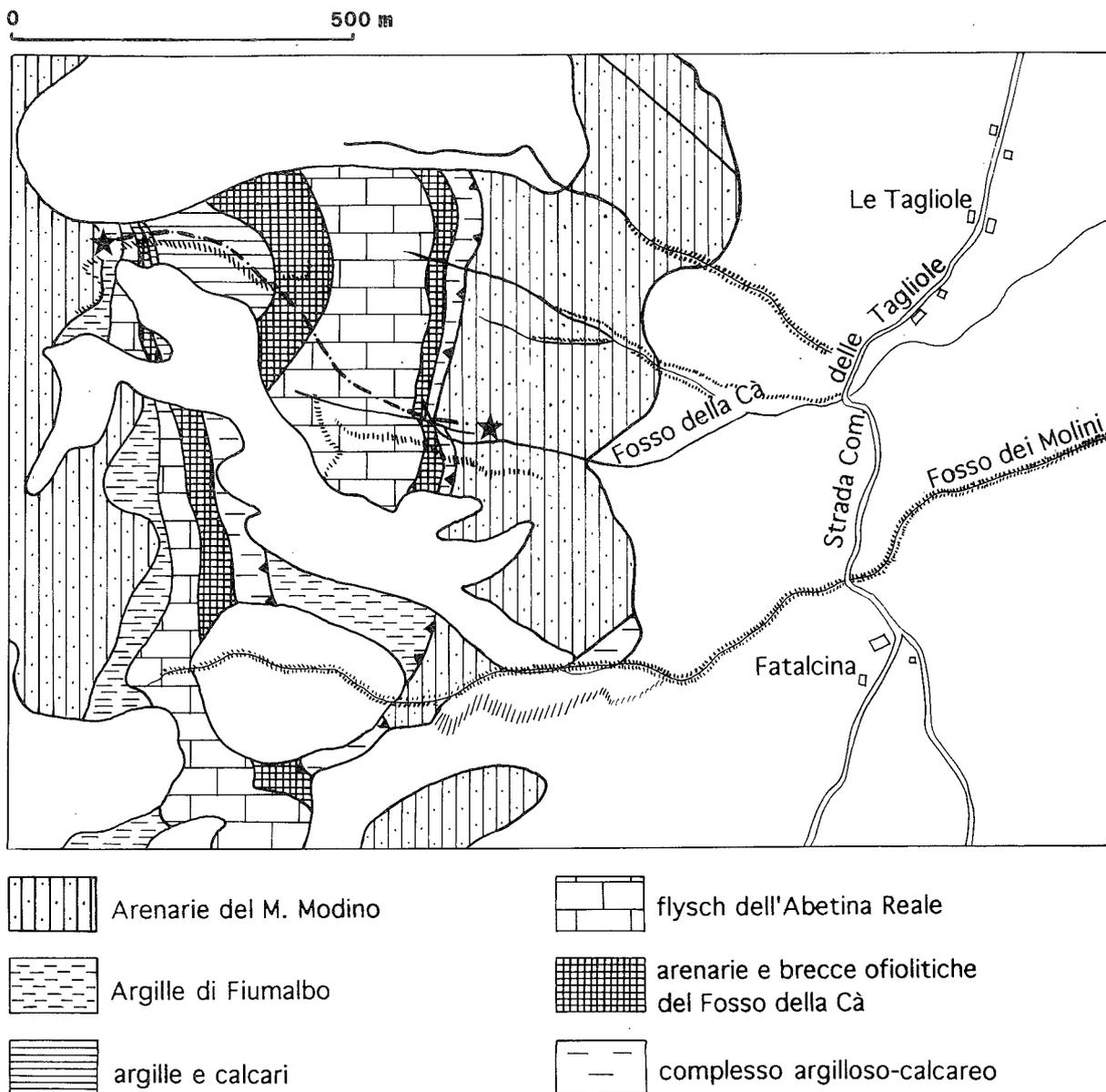


Fig. 6 - Ubicazione della Sezione Fosso della Cà e relativa carta geologica schematica (da CIBIN, 1992).

di arenarie e breccie ofiolitiche che passa in alto ad argilliti scure con intercalazioni di strati arenitici e siltomarnosi (3). Alcuni strati di breccie mostrano alla base una gradazione inversa abbastanza netta (intervallo R1 di LOWE, 1982). Il livello 3 termina verso l'alto contro una lente sottile di marne terziarie (4) comprese fra due contatti tettonici. Al di sopra dopo una seconda lente discontinua e molto tettonizzata di argille variegata (5), si ha un nuovo livello di arenarie e breccie ofiolitiche (6), che passa al sovrastante flysch (7) con un contatto sedimentario concordante. Con una piega osservabile nella parte alta del Fosso della Cà il flysch si rovescia e al di sopra affiora un nuovo livello di arenarie e breccie ofiolitiche anch'esse rovesciate (8). Con un contatto coperto da detrito, ma verosimilmente di tipo tettonico, si passa alle argille e calcari terziarie (9). Lo studio di un campione prelevato dall'intervallo basale di queste torbiditi (arenarie fini a cemento calcareo) ha mostrato che i granuli sono prevalentemente costituiti da quarzo monocristallino e microcristallino; in percentuali mi-

nori sono presenti plagioclasio, mica, ossidi, idrossidi, tormalina, zirconio. Molto rari risultano i frammenti di roccia. Sono anche presenti piccoli frammenti micritici di dubbia provenienza (*limeclast*). La matrice è in parte micritica e contiene talvolta piccoli bioclasti (Valvulinidi, Globigerinidi, frammenti di spine di Echinidi), in parte siltosa. Il cemento è costituito da calcite spatica, presente anche in plaghe. Sopra le argille e calcari sono visibili due strati calcarei chiari (10) e un livello argilloso nerastro (11) che non hanno contatti visibili con i livelli limitrofi. Segue un livello di marne siltose (12) relativamente massicce in cui sono intercalate sedimentariamente breccie grossolane con clasti argillitici, di palombini e di marne ad Elmintoidi. La successione continua con un nuovo livello di argilliti nerastre (13), appena affioranti sotto al detrito, che potrebbero essere interpretate come argille variegata, e con un ulteriore livello di flysch (14) non del tutto simile a quello del livello (7). Esso è costituito per lo più da strati torbiditici calcareo-marnosi a base siltosa, di co-

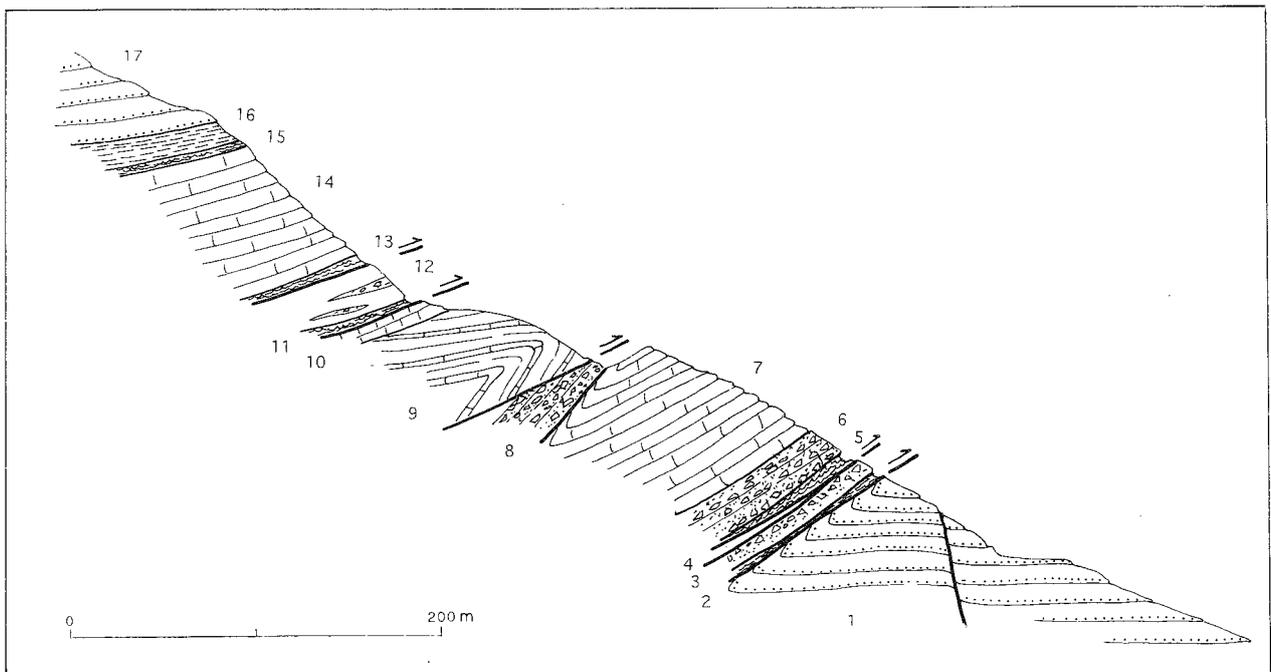


Fig. 7 - Visione generale della Sezione Fosso della Cà (da REUTTER, 1969, con modifiche).

lore chiaro e di spessore variabile fra 30 cm e 1 m. Nella parte superiore del livello lo spessore e la grana degli strati diminuiscono ulteriormente. Mancano gli intervalli arenacei presenti nel livello più basso. Sopra al flysch affiorano delle peliti variegata e delle argille nere con staterelli arenacei manganiferi (15) che passano in alto ad argille rosse (Argille di Fiumalbo) per uno spessore di qualche decimetro (16) e infine ad arenarie affioranti fino alla cima del M. La Nuda (Arenarie del M. Modino) (17).

La sezione misurata nella parte basale della successione del Fosso della Cà è riprodotta in Fig. 8 nella cui didascalia viene descritta la parte inferiore per intervalli e, con maggior dettaglio, la parte alta, corrispondente alla porzione basale del flysch ad Elmintoidi del livello 7.

Nei due campioni di arenarie, raccolti nella parte bassa della sezione, la percentuale maggiore di clasti è rappresentata da non carbonati extrabacinali (NCE): granuli di quarzo sia monocristallino che policristallino, raro plagioclasio generalmente calcitizzato, vulcaniti acide, metamorfite di basso grado caratterizzate dalla presenza di quarzo e mica bianca orientata, rari frammenti granitico-gneissici. Subordinati risultano i clasti di natura ofiolitica, prevalentemente serpentiniti, spesso alterate in clorite. Caratteristica la presenza di picotite. Tra i frammenti litici a grana fine, sono presenti granuli di argilliti, argilliti siltose, siltiti e radiolariti.

La categoria CE (carbonati extrabacinali) è meno rappresentata: sono presenti granuli di micriti, di microspatiti, qualche granulo di dolomia e di packstone a Entrochi. Alcuni granuli carbonatici sono da considerare limeclast. Fra i granuli a grana fine alcuni hanno le caratteristiche dei rip-up (NCI).

Rientra nella categoria CI (carbonati intrabacinali), l'unico bioclasto osservato (Foraminifero indeterminabile a causa delle ricristallizzazioni subite).

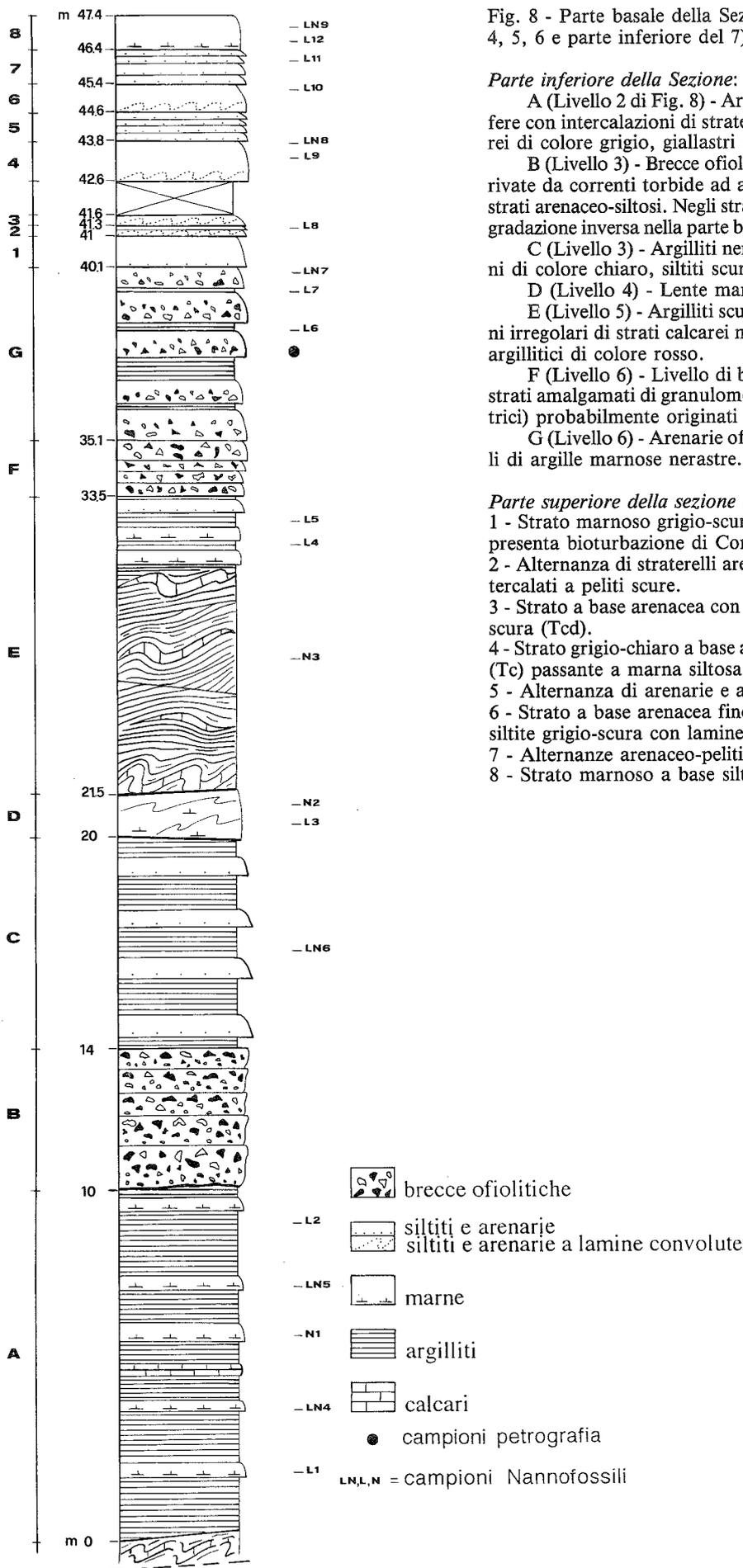
La matrice è di tipo argilloso-cloritico; il cemento è spatitico, con struttura fibrosa intorno ad una parte dei clasti, a drusa in tutti gli altri casi.

La composizione di queste arenarie fa supporre un apporto misto da rocce prevalentemente sedimentarie di tipo continentale e da successioni oceaniche. La presenza di plagioclasio potrebbe in particolare essere attribuita al riciclo di arenarie preesistenti.

Risultati biostratigrafici - marne del livello 4 - I due campioni raccolti nella lente marnosa tettonicamente intercalata nella parte bassa della successione esaminata forniscono un'associazione scarsissima e mal conservata, in cui però sono stati individuati con certezza *Cyclicargolithus floridanus*, *Coccolithus pelagicus*, *Reticulofenestra bisecta*. La presenza di quest'ultima specie fornisce una indicazione molto approssimativa dell'età che potrebbe essere compresa fra l'Eocene superiore e il limite Oligocene-Miocene. La lente in oggetto potrebbe corrispondere ad uno dei livelli marnosi che si trovano spesso intercalati alle Argille di Fiumalbo. La presenza di questa piccola lente terziaria all'interno di una formazione esclusivamente cretacea è un chiaro esempio dello stile deformativo dell'Unità Modino, nella quale situazioni di questo tipo (superfici di taglio a basso angolo che alterano in modo significativo l'originaria successione stratigrafica) ricorrono con una notevole frequenza.

Arenarie e breccie ofiolitiche del Fosso della Cà (6) - Dei 18 campioni raccolti nelle arenarie e breccie ofiolitiche del Fosso della Cà, 15 sono risultati fossiliferi, con associazioni scarse e mal conservate (Tab. 1). Risultano comuni *Micula decussata*, *Aspidolithus parvus* e *Calculites obscurus*. Sono quasi sempre presenti *Arkhangelskiella cymbiformis* e *Reinhardtites anthophorus*. *Ceratolithoides aculeus* è presente con discontinuità; *Quadrum gothicum* e *Reinhardtites levis* sono presenti solo in alcuni campioni, mentre *Quadrum trifidum* non è mai presente.

L'associazione osservata è caratteristica della Zona CC22 (*Q. trifidum*) malgrado l'assenza del marker zonale: si ritiene che l'assenza di *Q. trifidum* sia legata a condizioni di conservazione.



La presenza concomitante di *R. anthophorus* e *R. levis* potrebbe inoltre suggerire di restringere l'attribuzione alla Sottozona CC22b.

flysch del livello 7 - Dei 10 campioni raccolti nel flysch, 9 sono risultati fossiliferi (Tab. 1). Le associazioni sono scarse e le condizioni di preservazione non buone. Le forme sempre presenti sono: *A. cymbiformis*, *A. parvus*, *C. obscurus*, *C. aculeus*, *M. decussata*, *R. anthophorus* e *R. levis*. *Q. gothicum* è presente come forma rara. Questa associazione è caratteristica della Sottozona CC22b. Sulla base dei suoi caratteri stratigrafici e biostratigrafici questo flysch può essere correlato con quello dell'Abetina Reale.

Argille e calcari del livello 9 - Tutti i campioni raccolti (5) sono risultati fossiliferi e hanno fornito associazioni quantitativamente comuni, ma con condizioni di preservazione scarse (Tab. 2). Esse sono dominate da *C. floridanus* e *C. pelagicus*. Sono presenti o abbondanti anche *Ericsonia formosa*, *Zygrhablithus bijugatus* e *Reticulofenestra dictyoda*. Comune risulta il genere *Sphenolithus* (all'interno del quale *S. radians* è presente in quasi tutti i campioni e *S. editus* è presente sporadicamente come forma rimaneggiata). Tra i discoasteridi si riconoscono *Discoaster barbadiensis* e *Discoaster multiradiatus*. Il genere *Chiasmolithus* è rappresentato dalle specie *C. grandis* e *C. consuetus*. *Nannotetrina* è presente come forma rara in alcuni campioni. Sono presenti inoltre forme rimaneggiate cretacee e paleoceniche come *Prinsius bisulcus* e *Cruciplacolithus frequens*. In base a questa associazione le argille e calcari sono attribuibili alla Zona NP15 a *Nannotetrina fulgens* (Eocene medio).

marne del livello 12 - Anche nelle marne del livello 12 è stata rinvenuta una nanoflora molto scarsa e mal conservata che però permette di attribuire questo livello all'Eocene sup.-Oligocene (*C. floridanus*, *C. pelagicus*, *R. bisecta*). Anche queste marne potrebbero appartenere, come quelle del livello 4, alle Argille di Fiumalbo oppure alla parte basale delle Marne di Marmoreto.

flysch del livello 14 - Dei cinque campioni raccolti quattro sono risultati fossiliferi (Tab. 1). L'associazione è costituita da *M. decussata*, *C. obscurus*, *A. parvus*, *R. levis*, *R. anthophorus*.

L'associazione può essere attribuita alla Sottozona CC22b. Il flysch presenta, come detto, caratteri litologici leggermente diversi da quello del livello 7 (strati meno potenti e grana mediamente più fine degli intervalli basali delle torbiditi), ma potrebbe essere correlato anch'esso con quello dell'Abetina Reale.

Sezione Abetina Reale

Descrizione della sezione - La sezione è stata studiata all'Abetina Reale (Alta Val Dolo), nei pressi del punto di quota 1785,0 circa 700 a SE di Lama Lite (Fig. 9). Essa riguarda interamente il flysch omonimo ed è descritta nella didascalia di Fig. 10.

Risultati biostratigrafici - Dei 26 campioni raccolti 19 sono risultati fossiliferi (Tab. 1). Le associazioni sono scarse e mal conservate. L'associazione è uguale a quella già descritta per il flysch della Sezione Fosso della Cà con l'unica eccezione della presenza di *Q. trifidum* nel campione FA7. La distribuzione dei principali taxa presenti nella sezione è mostrata in Fig. 11. Il flysch dell'Abetina Reale può quindi essere attribuito alla Sottozona CC22b.

Sezione Civago

Descrizione della sezione - La sezione è ubicata circa 300-400 m a SE del M. Beccara (affioramento nei pressi del punto di quota 1327,6, Fig. 12). Essa interessa le formazioni delle argille variegata, delle breccie e arenarie ofiolitiche e del flysch dell'Abetina Reale. E' descritta nella legenda di Fig. 13.

Risultati biostratigrafici - *Argille variegata* - Nelle argille variegata della Sezione Civago un solo cam-

ETA'	Formazione	BIOZONA	Campioni	ABBONDANZA	PRESERVAZIONE	Totale	<i>Chiasmolithus consuetus</i>	<i>Chiasmolithus grandis</i>	<i>Coccolithus eopelagicus</i>	<i>Coccolithus pelagicus</i>	<i>Cyclitargolithus floridanus</i>	<i>Discoaster</i> spp.	<i>Discoaster barbadiensis</i>	<i>Discoaster multiradiatus</i>	<i>Ericsonia formosa</i>	<i>Nannotetrina</i> sp.	<i>Reticulofenestra dictyoda</i>	<i>Sphenolithus</i> sp.	<i>Sphenolithus radians</i>	<i>Zygrhablithus bijugatus</i>	<i>Biscutum</i>	<i>Markalius inversus</i>	<i>Prinsius bisulcus</i>	<i>Prinsius martini</i>	<i>Sphenolithus editus</i>	altre forme rimaneggiate			
PONTE BIOLA																													
Eocene medio	argille e calcari	NP 15	BIT 8	S	S	300	R	S	C	C	S					R	C	S	S		S								
			BIT 7	S	S	300			S	C	C	S	S				S	C	S	S	S	S	S	S	S	S			
			BIT 6	S	M	300	R	R	S	C	A	S	S			S	R	C	S	S	S								
			BIT 5	S	S	315	R	S	S	A	A	S	S			S	R	A	S	C	C	r	r	r	r	r	r	S	
			BIT 4	S	S	301	R	S	A	A	S	C						A	C	S	r	r	r	r	r	r	C		
			BIT 3	S	S	299	R	R	S	C	A	S	C	R	S			A	C	C	C		r		r	S	S		
			BIT 2	S	S	250	R	S	S	R	R	S	R	R	R														
			BIT 1	S	S	300	R	S	S	A	A	S	S			S	R	C	A	S	C								
FOSSO DELLA CA'																													
Eocene medio	argille e calcari	NP 15	L 20	C	S	310	S	S	S	A	A	S	S		C	R	A	C	C	S		r		S	S				
			L 19	C	S	319	S	R	R	A	A	R	S			S	A	C	C	S				r	S	S			
			L 18	S	S	300	R	R		S	C		R			R	R	S		R	S			r			S		
			L 17	C	S	366	S	R		C	A	S	S	R	C		A	C	C	S	r	r		r			S		
			L 16	S	S	300	R	R		C	C	S	C			R	R	S	S	S	R		r					S	

Tab. 2 - Distribuzione delle forme osservate nelle formazioni terziarie delle Sezioni del Fosso della Cà e di P. Biola.

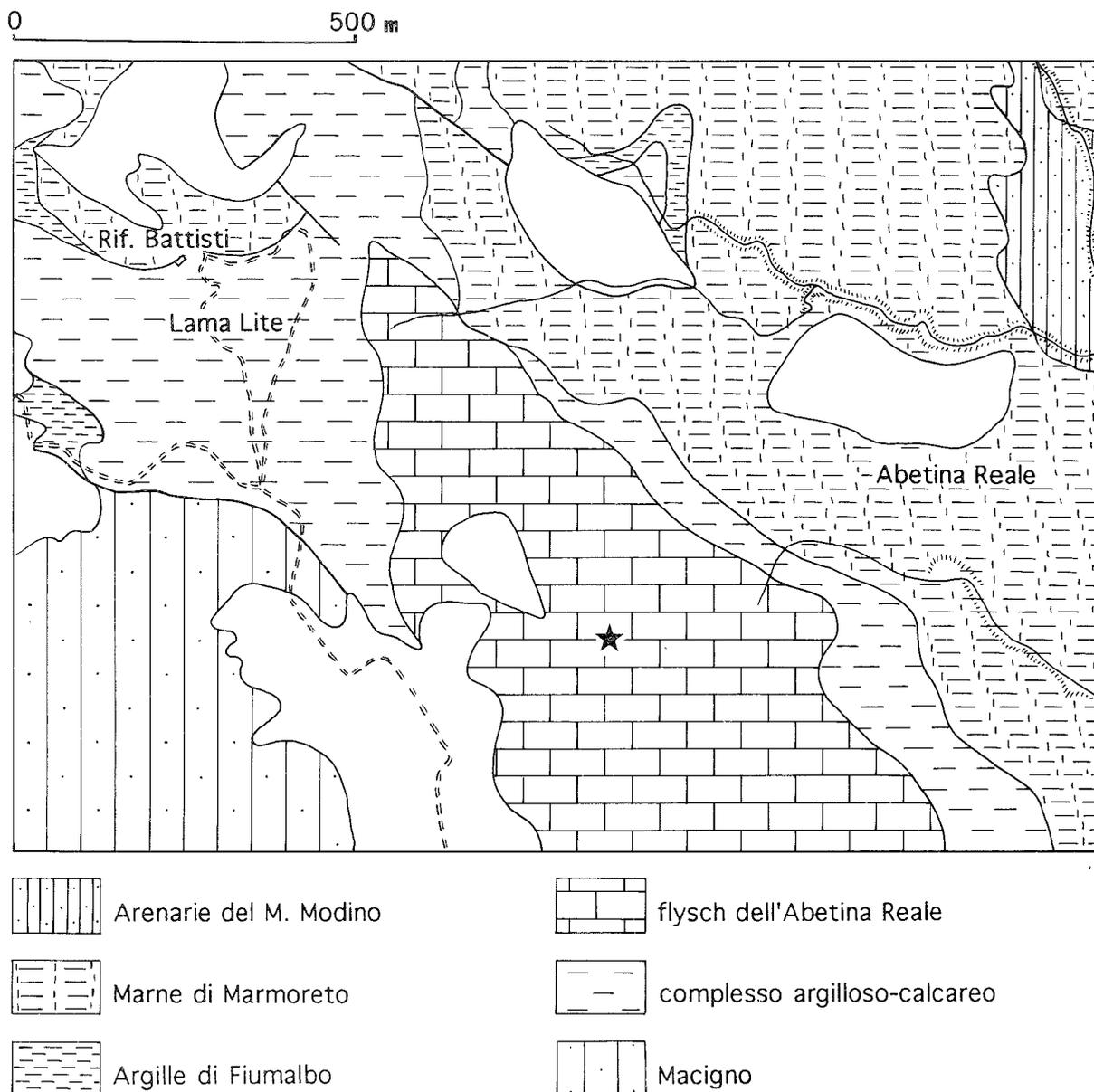


Fig. 9 - Ubicazione della Sezione Abetina Reale e relativa carta geologica schematica (Rilev. CHICCHI & PLESI, inedito).

pione si è rivelato fossilifero: sono presenti prevalentemente forme appartenenti al genere *Watznaueria*. Sono assenti le forme tipiche dell'Aptiano-Albiano. Sono stati riconosciuti *R. terebrodentarius*, forme appartenenti al genere *Braarudosphaera*, *M. obtusus* e *C. crenulatus*. Questa scarsa associazione può essere indicativamente riferita al Barremiano senza possibilità di ulteriori precisazioni.

Arenarie e breccie ofiolitiche del Fosso della Cà - Nell'intervallo C attribuito alla formazione delle arenarie e breccie ofiolitiche del Fosso della Cà in cui sono stati raccolti tre campioni fossiliferi (Tab. 1) è stata trovata un'associazione caratterizzata da *A. parvus*, *M. decussata*, *C. obscurus*, *C. aculeus*, *Q. gothicum*, *R. levis* e *R. anthophorus*. L'associazione come detto può essere riferita alla Sottozona CC22B.

Flysch dell'Abetina Reale - Nei sovrastanti livelli D ed E (pre-flysch e flysch) l'associazione non cambia e anche questi livelli possono rientrare nella Sottozona CC22b.

Sezione T. Dragone

Descrizione della sezione - Questa sezione rappresenta una parte del flysch di Cargedolo (MARCUCCI, 1967). Essa è stata misurata nell'affioramento situato lungo il T. Dragone circa 200 m a monte del ponte a SW di Cargedolo (Fig. 14) ed è descritta nella legenda di Fig. 15. L'affioramento in questione fa seguito ad un primo livello (circa 100 m di spessore) di flysch che sormonta, con un contatto che sembra sedimentario, la formazione delle arenarie e breccie ofiolitiche del Fosso della Cà. A monte dell'affioramento misurato il flysch prosegue per uno spessore di alcune centinaia di metri. Agli strati torbiditici poco a valle del Molino di Silvestro è intercalato un deposito di *debris flow*, spesso alcuni metri, che contiene materiale litoide di vario tipo (clasti calcarei derivati dai Calcari a Calpionelle e Argille a palombini, ofioliti, vari tipi di rocce granitoidi e rare radiolariti verdi).

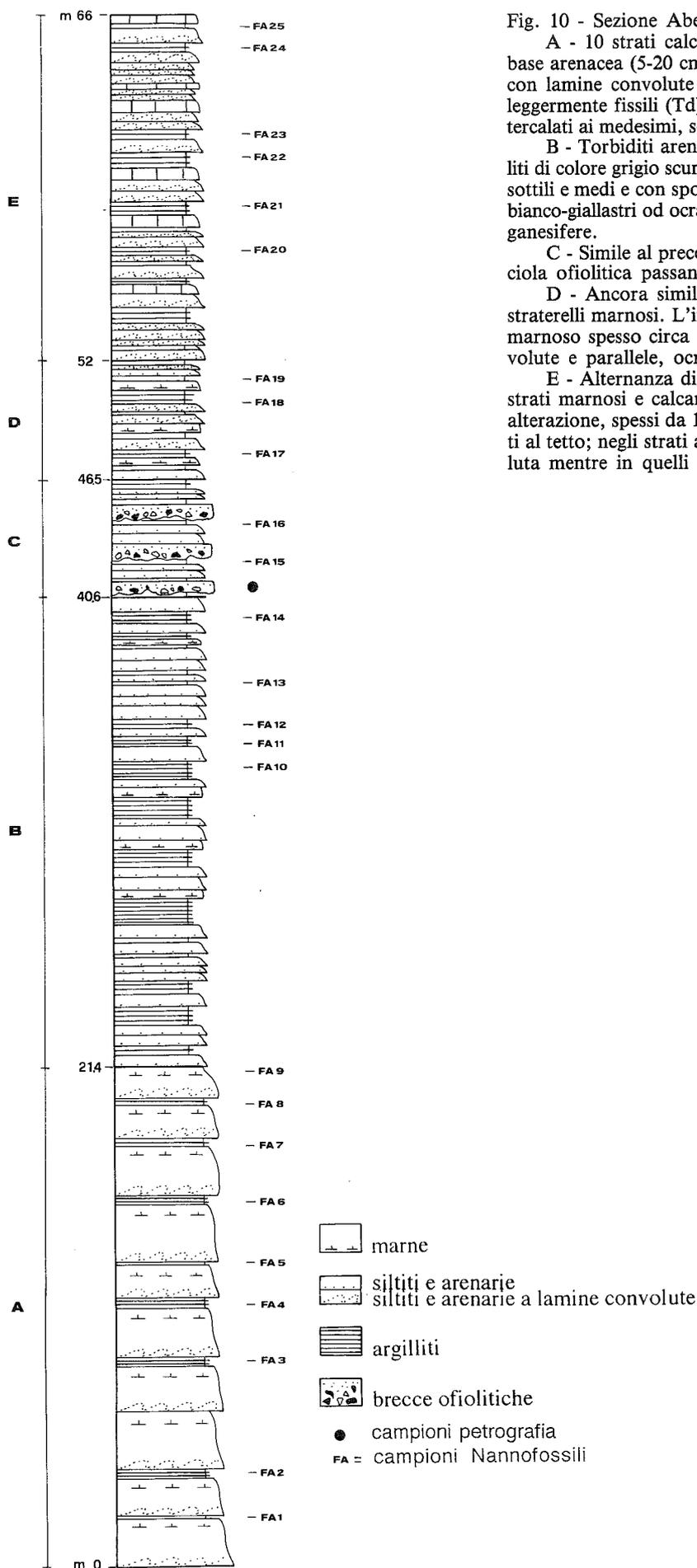


Fig. 10 - Sezione Abetina Reale.

A - 10 strati calcareo-marnosi, spessi fino a 2 metri, con base arenacea (5-20 cm) a grana fine, micacea, di colore grigio, con lamine convolute e oblique (Tc), passante a marne grigie leggermente fissili (Td) e in qualche caso a peliti scure (Te). Intercalati ai medesimi, sequenze di torbiditi fini arenaceo-pelitiche.

B - Torbiditi arenacee a grana fine, micacee, passanti a peliti di colore grigio scuro, bruno-verdastro all'alterazione, in strati sottili e medi e con sporadiche intercalazioni di livelletti marnosi bianco-giallastri od ocracei per alterazione, talora con patine manganeseifere.

C - Simile al precedente, con in più almeno 3 strati di breccia ofiolitica passante ad arenaria fine.

D - Ancora simile all'intervallo B ma un pò più ricco di straterelli marnosi. L'intervallo termina con uno strato calcareo-marnoso spesso circa 30 cm, a base arenacea, con lamine convolute e parallele, ocraceo all'alterazione (Tcd).

E - Alternanza di straterelli arenacei simili ai precedenti, e strati marnosi e calcareo-marnosi grigio-biancastri, ocracei per alterazione, spessi da 10 a 30 cm con tracce di Fucoidi e Condriti al tetto; negli strati arenacei è visibile una laminazione convoluta mentre in quelli marnosi la laminazione è parallela.

Campaniano superiore	Età
Flysch dell'Abetina reale	Litostratigr.
CC 22 <i>Q. trifidum</i>	Biostratigr.

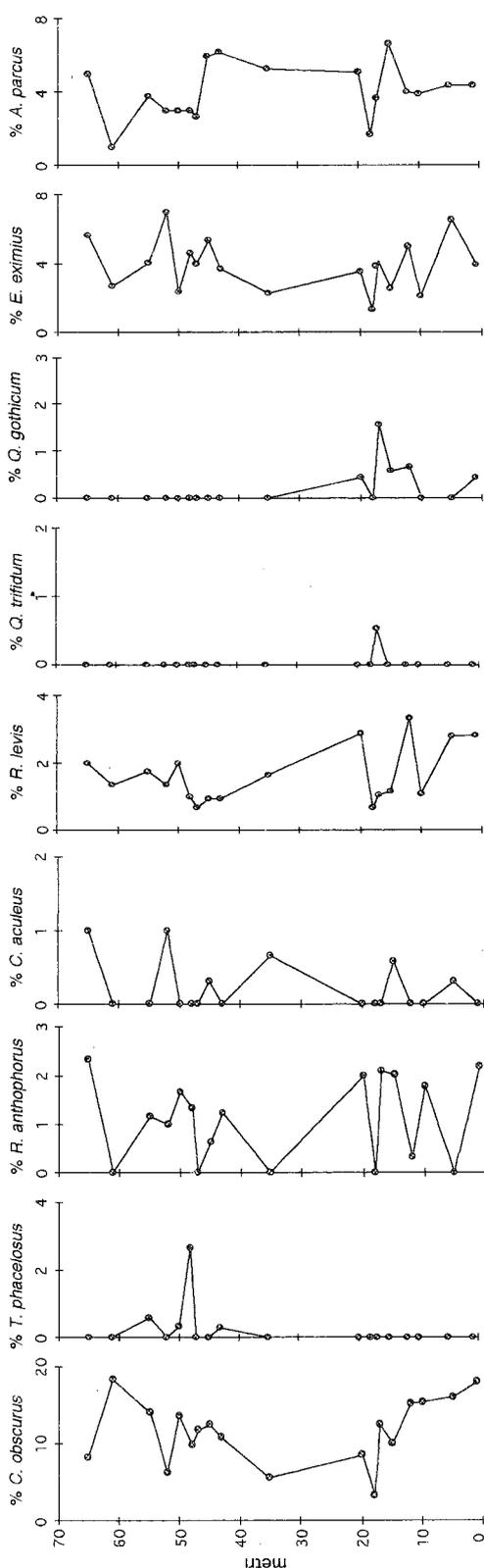


Fig. 11 - Distribuzione dei principali taxa nella sezione Abetina Reale.

Risultati biostratigrafici - I 10 campioni raccolti sono tutti risultati fossiliferi (Tab. 1). Si tratta di un'associazione quantitativamente comune e con un buon grado di preservazione. Sono state riconosciute le seguenti forme: *A. cymbiformis*, *A. parvus*, *C. obscurus*, *R. anthophorus*, *R. levis*, *Q. gothicum* e nel campione CAR5 *Q. trifidum*. Questa associazione è ancora riferibile alla Sottozona CC22b.

Affioramenti di Prato Polo e Strada Cargedolo-Cà Abbadina

Descrizione degli affioramenti - Campioni sparsi di flysch sono stati raccolti nei pressi di Casa Morano e Prato Polo e lungo la strada che congiunge Cargedolo a Cà Abbadina. In quest'ultima località affiora un flysch uguale a quello della sezione del T. Dragone già descritta. Lungo la strada Riccovolto-Cargedolo, nei pressi di Casa Morano e di Prato Polo (Fig. 14), affiora invece un flysch che nella letteratura è riferito ancora al flysch di Cargedolo ma che presenta una *litofacies* abbastanza differente da quella finora descritta (minor contenuto carbonatico e maggior sviluppo di livelli arenitici, colore più scuro, intervalli Tb relativamente più rappresentati). Per la sua posizione geometrica e la sua giacitura questa *litofacies* più arenacea potrebbe costituire la parte stratigraficamente più elevata della formazione, ma le precarie condizioni di affioramento non permettono di verificare questa ipotesi.

Risultati biostratigrafici - L'analisi biostratigrafica dei campioni raccolti lungo la strada fra Cargedolo e Cà Abbadina ha fornito risultati analoghi a quelli esposti in precedenza.

I campioni raccolti nei pressi di Casa Morano, sono risultati sterili. I campioni raccolti nei pressi di Prato Polo, hanno presentato associazioni scarsissime costituite da *W. barnesae*, *M. decussata*, *R. levis* e, solo in un campione, *Tranolithus exiguus*. In base a questo contenuto in nanofossili, non possono essere tratte conclusioni biostratigrafiche precise; si tratta comunque di associazioni dell'intervallo compreso fra il Campaniano superiore e il Maastrichtiano inferiore.

Sezione Cà di Malgari e affioramenti limitrofi

Descrizione della sezione e degli affioramenti limitrofi - La sezione in oggetto è ubicata nella Valle del T. Scoltenna nei pressi del M. Sassolera (Fig. 16). Il flysch affiora in una parete piuttosto ripida: la parte alta della sezione è caratterizzata da alternanze di strati abbastanza spessi prevalentemente arenaceo-marnosi; nella parte bassa sono presenti anche intervalli calcarenitici e calcilititici. La sezione misurata comprende solo alcuni strati (Fig. 17).

Alcuni campioni di flysch sono stati anche raccolti lungo la strada Cà di Malgari-il Tiè: in questi affioramenti il flysch ha strati marnosi spessi circa 1 m, con base costituita da arenarie fini ben cementate e di solito a lamine convolute.

I quattro campioni raccolti nella sezione (Tab. 1) sono risultati tutti fossiliferi con una associazione caratteristica della Sottozona CC22b. Anche i campioni sparsi raccolti lungo la strada del Tiè sono da attribuire alla stessa biozona.

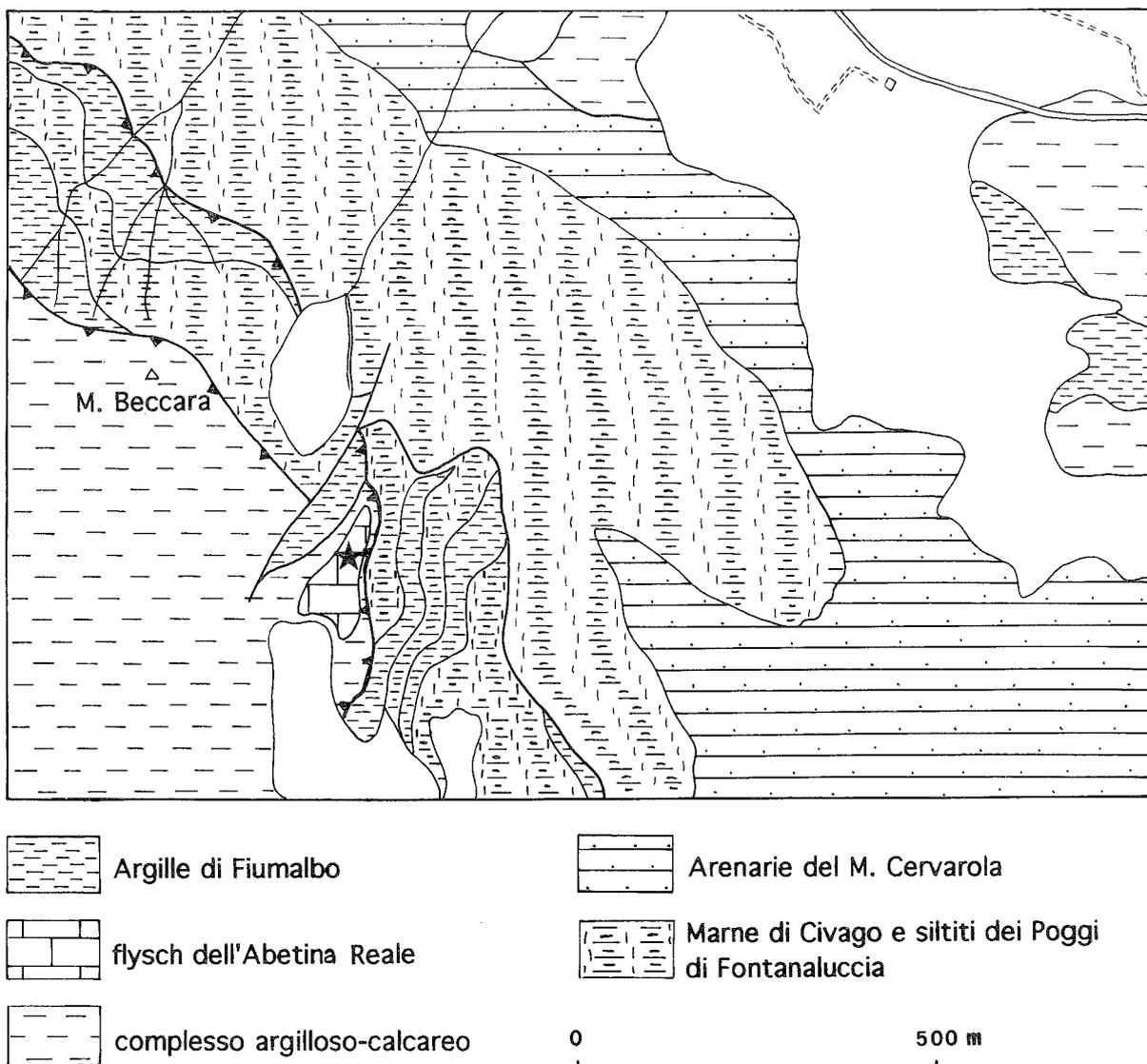


Fig. 12 - Ubicazione della Sezione Civigo e relativa carta geologica schematica (Rilev. CHICCHI & PLESI, inedito).

Affioramento Strada Rovolo-Vallorsara

Descrizione dell'affioramento - L'affioramento è ubicato lungo la strada Vallorsara-Rovolo (Val Dolo) (Fig. 18) ed è rappresentato in Fig. 19. Per le condizioni di forte tettonizzazione della formazione (CHICCHI & PLESI, in stampa) non è stato possibile misurare una sezione completa. Il flysch è costituito da strati sottili e medi. Le torbiditi più ricorrenti hanno base silteosa o arenacea poco sviluppata, parte centrale marnosa sottilmente laminata e tetto pelitico (Tce). Intercalati a questi strati sono presenti torbiditi più calcaree ad alterazione giallastra. La quantità di peliti in rapporto alle altre componenti è piuttosto elevata. Verso il basso stratigrafico (alto geometrico) il flysch sfuma in un intervallo più scuro in cui straterelli calcarei e siltiti scure si alternano con argilliti manganesifere. Questo intervallo potrebbe costituire la zona di passaggio alla formazione delle arenarie e breccie ofiolitiche del Fosso della Cà che affiora poco più in alto appena fuori strada.

Risultati biostratigrafici - I dati ottenuti dai 4 campioni analizzati, sono riportati in Tab. 1. L'associazione è analoga a quella di tutti i campioni di flysch finora descritti. Nel campione E17 è stato inoltre osservato *Q. trifidum*. Anche questo flysch sembra dunque correlabile con quello dell'Abetina Reale.

Sezione Rio Collagna

Descrizione della sezione - Questa sezione è ubicata in alta Val Secchia lungo il Rio Collagna 200-300 m a valle della Statale del Cerreto (Fig. 20). Comprende, in alto, la parte affiorante dei calcari del Rio Collagna e, in basso, un livello di marne chiare massive. Il relativo contatto appare abbastanza brusco e tettonizzato. La sezione è descritta nella didascalia di Fig. 21.

Risultati biostratigrafici - I dati ottenuti dallo studio dei campioni di questa sezione sono riportati in Tab. 3.

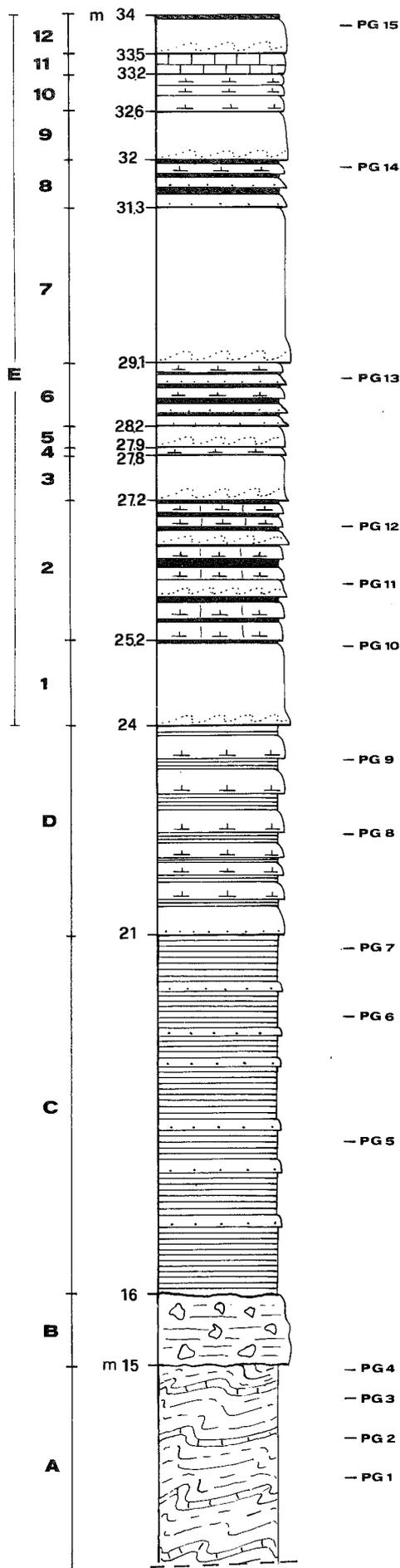


Fig. 13 - Sezione Civago.

Parte inferiore della Sezione:

A - Argilliti scure o variegate con intercalazioni di strati calcarei o calcareo-marnosi grigio-scuro a patine di alterazione giallo-rossastre molto bioturbati. Intervallo molto deformato.

B - Breccie a elementi calcarei (palombini, calcari a Calpinelle ecc.) e matrice argillitica.

C - Torbiditi in strati sottili (da 10 a 40 cm) con intervalli basali arenacei o calcarenitici fini di colore grigio-scuro o verdino passanti a peliti intercalate a strati marnosi o calcarei a patine rossastre. Intervallo intensamente piegato in modo disarmonico sia in rapporto alle breccie sottostanti che al livello sovrastante.

D - Torbiditi arenacee e calcareo-marnose in strati spessi 30-40 cm intercalati a torbiditi più fini. Questo intervallo costituisce la zona di passaggio al flysch sovrastante.

E - Parte superiore della sezione (flysch)

1 - Strato a base siltosa con lamine oblique (Tc) passante a siltite grigio-scura con lamine parallele e a marna grigio-scura fissile (Td); pelite scura al tetto (Te).

2 - Torbiditi calcareo-marnose grigio-scure in strati spessi da 15 a 35 cm con base a lamine incrociate o convolute intercalate a torbiditi sottili arenaceo-pelitiche grigio-scure.

3 - Strato a base marnosa di granulometria siltitica con lamine oblique (Tc) e parallele (Td) passante a marna grigio-scura con piste di Elmintoidi (Td).

4 - Torbidite marnosa leggermente laminata più scura nella parte alta (Td).

5 - Strato a base siltosa con lamine convolute e parallele alternate (Tc) passante a marna quasi massiccia (Td); pelite scura al tetto (Te).

6 - Sequenza di torbiditi fini siltoso-pelitiche con due strati marnosi spessi 10 cm, uno con piste di Elmintoidi.

7 - Strato a base marnosa di grana siltitica grigio-scura con lamine convolute (Tc) e parallele (Td) passante a marna fissile grigio-scura (Td).

8 - Alternanza di torbiditi sottili siltoso-pelitiche (Tde o Tce) con una torbidite marnosa fissile (Td).

9 - Strato a base siltoso-marnosa con lamine incrociate (Tc), e parallele (Td) passante a marna grigio-scura più o meno fissile (Td).

10 - Sequenza di torbiditi sottili marnose e arenacee.

11 - Strato calcareo-marnoso con lamine parallele alla base e tetto più massiccio (Td).

12 - Strato a base marnoso-calcareo (silt) con lamine incrociate (Tc) e parallele (Td) passante a marna più compatta con piste di Elmintoidi (Td); pelite scura al tetto (Te).

 siltiti e arenarie
 siltiti e arenarie a lamine convolute

 peliti
 argilliti

 marne

 calcari

 breccie ad elementi calcarei

PG = campioni Nannofossili

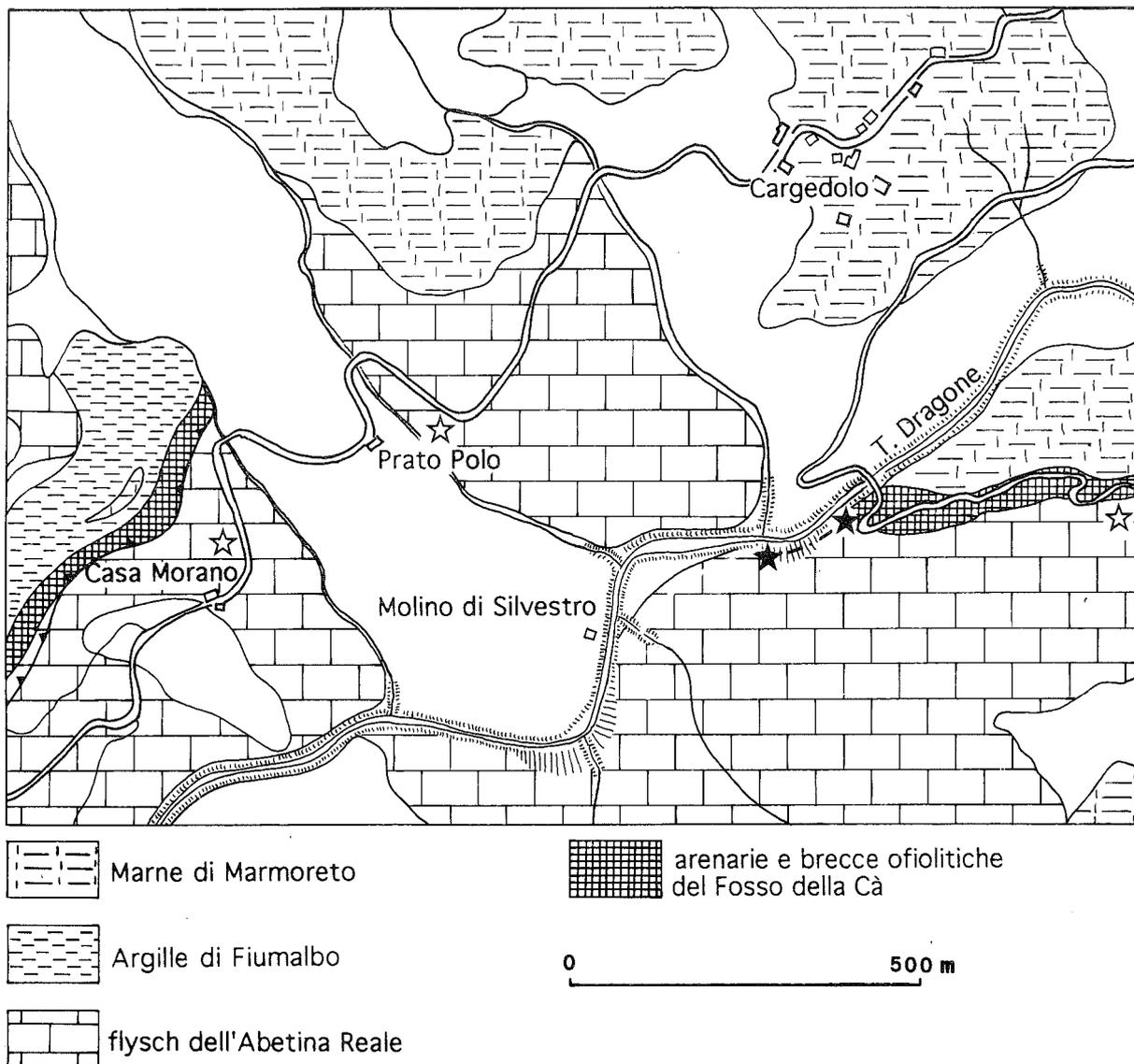


Fig. 14 - Ubicazione della Sezione T. Dragone e relativa carta geologica schematica (Rilev. PLESI, inedito).

Tutti i campioni presentano associazioni paleocene e contengono percentuali, più o meno elevate, di forme rimaneggiate cretacee, soprattutto del Cretaceo superiore. Non sono stati osservati Sfenoliti e Discoasteridi.

Le associazioni sono dominate dai generi *Cruciplacolithus*, *Prinsius*, *Markalius*, *Chiasmolithus* (con forme piccole) ed *Ericsonia*.

Più in particolare:

marne del livello inferiore - I due campioni raccolti nelle marne, presentano condizioni di preservazione modeste e quantità di nannofossili scarsa. L'associazione, tipica del Paleocene inferiore, è caratterizzata da *C. pelagicus*, *Ericsonia subpertusa*, *Chiasmolithus danicus*, *Cruciplacolithus tenuis*, *Biscutum* sp., *Prinsius bisulcus*, *Prinsius martini* e *Markalius inversus*. Ne risulta la Zona NP 3 (Zona a *C. danicus*).

Calcari del Rio Collagna - I campioni della parte inferiore dei calcari del Rio Collagna contengono quantità comuni di nannofossili e presentano condizioni di preservazione modeste. Sono presenti o abbondanti:

E. subpertusa, *C. tenuis*, *C. pelagicus*, *P. bisulcus*, *C. danicus*, *Neochiastozygus junctus*, *M. inversus*, *Cruciplacolithus* sp., *Thoracosphaera* spp. Anche questi campioni sono attribuibili alla Zona NP3.

Nei campioni provenienti dalla parte superiore dei calcari, accanto alle forme già menzionate nei precedenti campioni, compare *Ellipsolithus macellus*, *Fasciculithus ulii*. *E. subpertusa* è abbondante, così come *C. pelagicus*, sono comuni *Thoracosphaera* sp, e *C. tenuis*. I campioni sono da attribuire alla Zona a *E. macellus* (NP4).

I dati relativi ai calcari del Rio Collagna non sono per il momento sufficienti per stabilire una loro eventuale correlazione con altre formazioni note dalla letteratura. Sulla base delle conoscenze attuali l'ipotesi di confronto più verosimile e che merita di essere approfondita, riguarda le unità paleoceniche del Dominio di Canetolo (parte superiore della formazione del Rio Nicola, argille e calcari del Rio Canalgrande e complesso dei calcari verdi manganeseferi) recentemente descritte in Val Cedra e in Val Taro da CERRINA FERONI *et alii* (1992) e da PLESI *et alii* (1993).

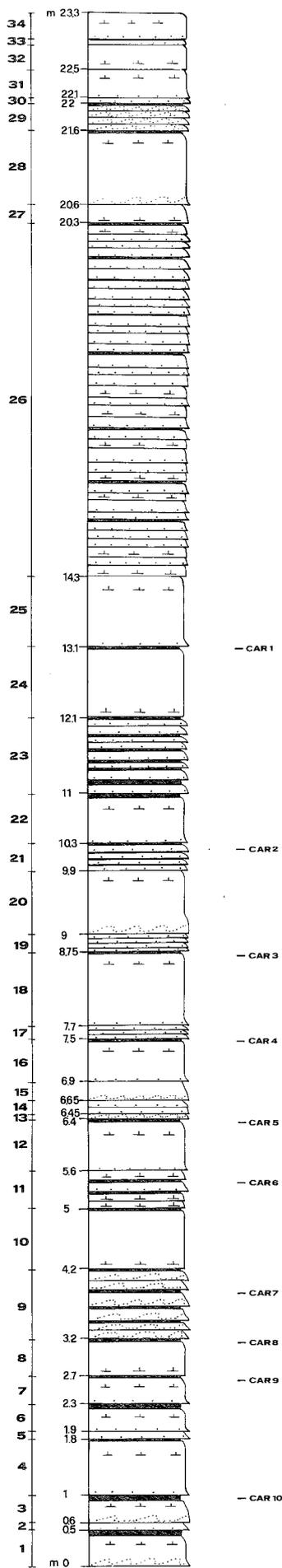


Fig. 15 - Sezione del T. Dragone.

- 1 - Strato di colore grigio-scuro a base siltosa con lamine convolute (c) passante a marna più o meno fissile (Td).
- 2 - Strato a base arenacea fine grigio-scuro (Tc) passante gradualmente a pelite marnosa fissile grigio-scuro (Td).
- 3 - Strato a base arenacea fine con lamine convolute passante a marna grigia a lamine parallele poco marcate e a pelite marnosa grigio-scuro fissile (Td). Controimpronte di corrente N 170°, 32, S, proveniente da Nord.
- 4 - Strato a base arenacea fine grigio-scuro con piccole controimpronte di corrente passante a marna grigio-scuro debolmente laminata (d) e a pelite scura fissile (Te).
- 5 - Strato a base siltosa e tetto marnoso con controimpronte appena marcate (Tcd).
- 6 - Strato a base arenacea bioturbata (Tc) che passa a marna calcarea compatta, senza laminazione evidente, e a marna fissile grigio-scuro (Tde).
- 7 - Strato con base caratterizzata da fini e regolari alternanze arenaceo-marnose (2 cm) passanti a marna grigia poco laminata e a pelite fissile grigio-scuro (Tde).
- 8 - Strato a base marnosa grigio-chiara abbastanza compatta (d) passante a pelite (Te).
- 9 - Alternanze di torbiditi fini siltoso-pelitiche o siltoso-marnose con tracce di Condriti e Fucoidi.
- 10 - Strato di marna grigia abbastanza massiccia (Td) con sottile livello pelitico al tetto (Te).
- 11 - Alternanze di strati torbiditici sottili siltoso-marnosi e siltoso-pelitici.
- 12 - Strato a base arenacea fine che passa a marna e a pelite fine grigio-scuro (Tde).
- 13 - Strato siltoso-pelitico.
- 14 - Alternanza di torbiditi prevalentemente arenaceo-pelitiche.
- 15 - Strato a base arenacea fine con lamine convolute (Tc) e tetto marnoso con lamine parallele (Td).
- 16 - Strato con base caratterizzata da fini alternanze piano-parallele di siltite e marna, passante a marna fissile (Td) e a pelite scura (Te).
- 17 - Tre strati arenaceo-pelitici.
- 18 - Strato a sottile base arenacea passante a marna grigia senza laminazione evidente e a pelite grigio-scuro (Tce).
- 19 - Alternanza di straterelli (4) arenaceo-pelitici.
- 20 - Strato a base arenacea fine con lamine convolute (Tc) e tetto marnoso con lamine parallele (Td).
- 21 - Quattro strati arenaceo-pelitici.
- 22 - Strato a sottile base arenacea passante a marna; pelite fissile grigio-scuro al tetto (Tce).
- 23 - Alternanza di straterelli arenaceo-pelitici (almeno 8).
- 24 - Strato marnoso abbastanza massiccio con sottile tetto pelitico (Tde).
- 25 - Strato costituito da una marna grigio-scuro a grana siltitica alla base e con lamine parallele, più fine e compatta in alto (Td).
- 26 - intervallo costituito da torbiditi in prevalenza sottili pelitico arenaceo e subordinatamente calcareo-marnose (almeno trenta strati).
- 27 - Strato marnoso grigio compatto.
- 28 - Strato prevalentemente marnoso a sottile base siltosa e tetto pelitico (Tde).
- 29 - strati a base arenacea fine con lamine convolute passanti a marne siltose fissili (Td).
- 30 - Due piccoli strati calcareo- marnosi a tetto pelitico.
- 31 - Strato a base siltosa con lamine parallele e parte superiore marnosa più compatta (Td).
- 32 - Strati marnoso massicci più siltosi e laminati alla base (Td).
- 33 - Strato a base siltosa e tetto marnoso (Td).
- 34 - Strato a base siltosa a lamine parallele, tetto marnoso abbastanza massiccio (Td).

siltiti e arenarie
 siltiti e arenarie a lamine convolute

marne

peliti

CAR = campioni Nannofossili

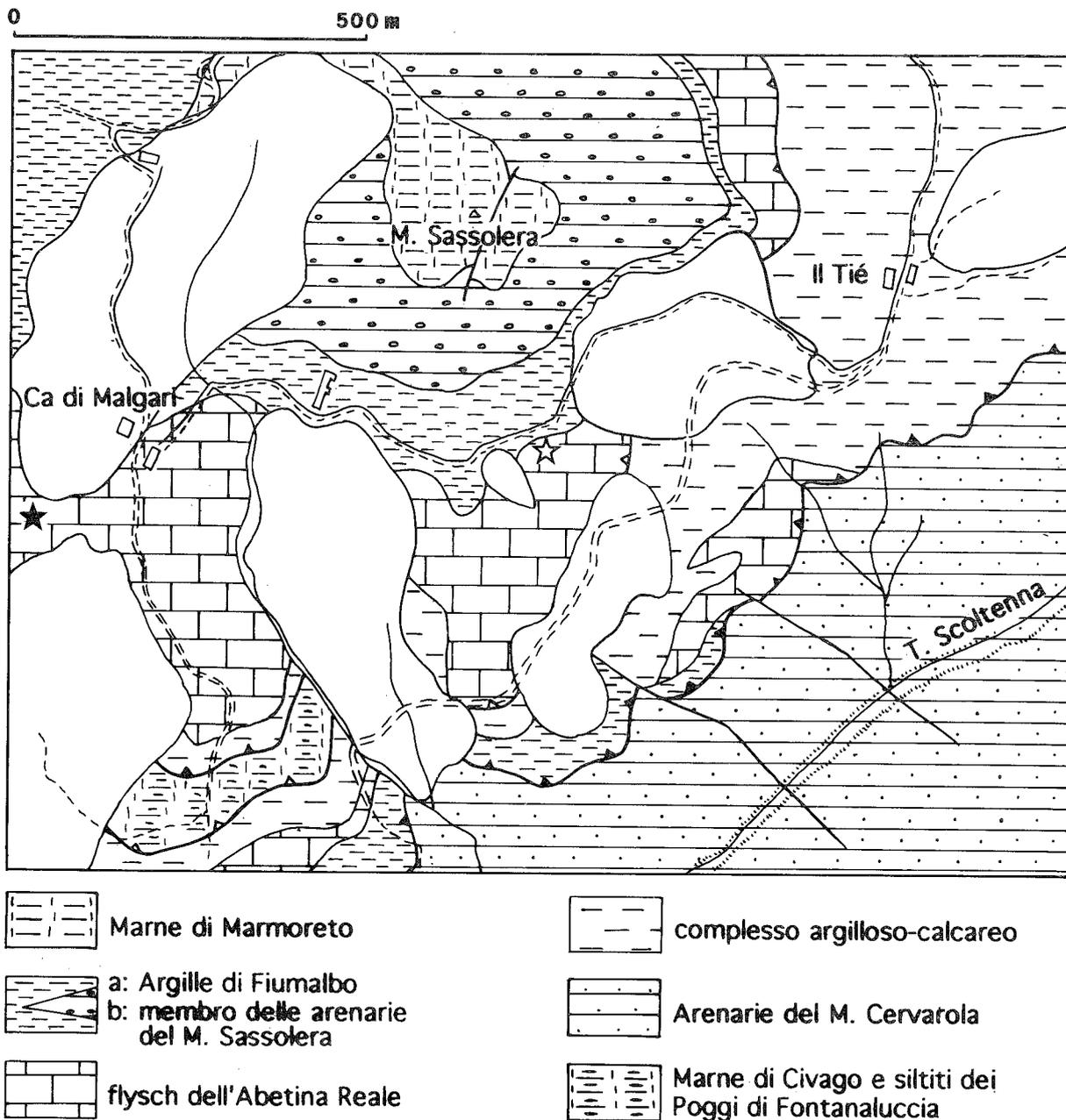


Fig. 16 - Ubicazione della Sezione Cà di Margari e relativa carta geologica schematica (Rilev. MOCHI & PLESI, inedito).

Affioramento di P. Biola

Descrizione dell'affioramento - L'affioramento campionato nei pressi di P. Biola, lungo la strada del Cerreto 2-3 Km a W di Collagna (Fig. 22), corrisponde a quello che KRAMPE (1964) aveva considerato come località tipo per i "P. Biola Shiefer". Si tratta di argille e calcari fortemente deformate, soprattutto per *boudinage*, che giacciono con un contatto di tipo tettonico molto discordante direttamente sulle Arenarie del M. Cervarola. Esse hanno uno spessore totale massimo di alcune decine di metri e sono sormontate da argille variegata e Argille a palombini della Sotto-unità Ventasso. Gli strati calcareo-marnosi hanno spessori di ordine metrico, base siltitica e presentano spesso al tetto impronte di Condriti e Fucoidi; le argilliti che vi sono intercalate sono molto scure e più o meno marnose. Non è stato possibile anche in questo caso misu-

rare una sezione continua. L'affioramento è rappresentato in Fig. 23.

Risultati biostratigrafici - Nei campioni raccolti nelle argille e calcari di P. Biola le associazioni presenti sono molto scarse. Le condizioni di preservazione sono pessime, con molti esemplari rotti e fortemente ricristallizzati. I risultati ottenuti dallo studio di questi campioni sono riportati in Tab. 2.

La presenza di *markers* significativi permette di trarre conclusioni biostratigrafiche dettagliate. Soprattutto è la presenza di *Nannotetrina* sp. che consente di attribuire l'intera sezione alla zona NP15 a *Nannotetrina fulgens* (Eocene medio). Le specie più abbondanti sono risultate *C. floridanus* e *C. pelagicus*, comuni risultano *R. dictyoda*, *Z. bijugatus* e, in alcuni campioni, anche *S. radians*. *C. grandis* è presente in vari campioni. Il riconoscimento specifico di Discoasteridi e Sfe-

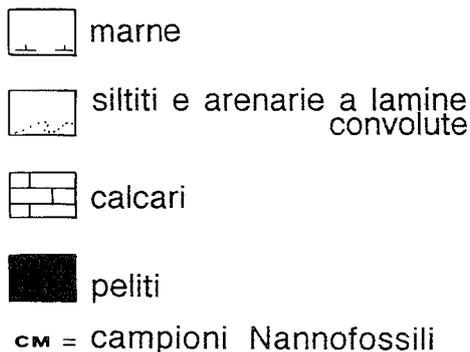
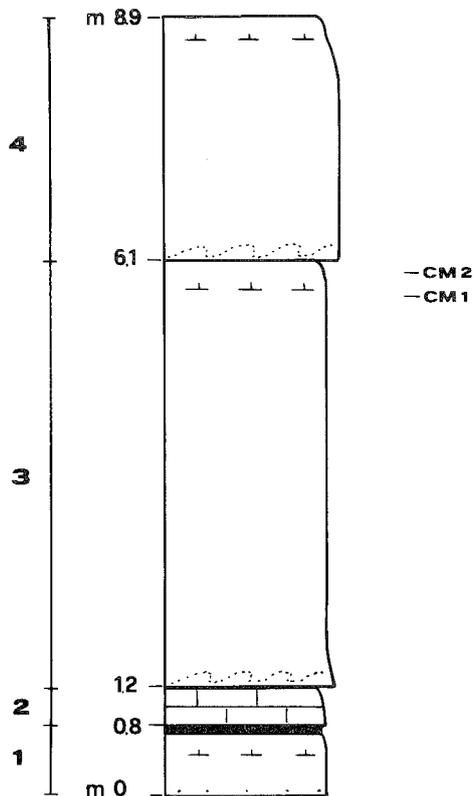


Fig. 17 - Sezione Cà di Malgari.

- 1 - Strato a base calcarea con lamine parallele passante a pelite-marnosa grigio-chiara (Td).
- 2 - Strato calcareo a lamine parallele con sottile livello pelitico al tetto (Tde).
- 3 - Intervallo calcisiltitico con laminazione caotica (Tc) passante a marna abbastanza massiccia (Td).
- 4 - Strato a base calcarenitica fine con lamine convolute (Tc) e parallele (Td) passante a marna grigio-chiara (Td).

noliti è risultato spesso difficoltoso, a causa della ricristallizzazione. In quasi tutti i campioni sono presenti forme paleoceniche e cretacee rimaneggiate.

Affioramento Braetta

Descrizione dell'affioramento - L'affioramento è ubicato ancora lungo la statale del Cerreto fra P. Biola e Collagna (Fig. 21). Si tratta di argille variegata grigie e verdine con intercalazione di torbiditi siltoso-marnose e micriti grigio-scure a patina di alterazione rossastra. La formazione risulta intensamente deformata per pieghe e fenomeni di *boudinage*, soprattutto concentrati nei livelli più resistenti ed è tettonicamente

sovrapposta alle argille e calcari di P. Biola descritte in precedenza.

Risultati biostratigrafici - Sono assenti le forme tipiche del Cretaceo superiore e non si ritrovano neppure certe forme che compaiono nell'Albiano (*Prediscosphaera columnata*, *E. turriseiffelii*). Sono presenti invece *W. barnesae*, altre forme del genere *Watznaeria*, (probabilmente ascrivibili a *W. biporta*), *Paradolithus embergeri*, *R. terebrodentarius*, forme non identificate appartenenti al genere *Nannoconus*, *E. britannica*, *C. crenulatus*, forme appartenenti al genere *Braurudosphaera* (forse *B. regularis*), *C. chiasta*. Per la presenza di *R. terebrodentarius* e l'assenza di *R. irregularis* e di *E. floralis*, le argille variegata affioranti a Braetta sono attribuibili indicativamente al Barremiano, senza possibilità di ulteriori precisazioni.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE ED EVOLUZIONE STRUTTURALE DELL'UNITÀ MODINO

L'analisi delle associazioni a nannofossili calcarei ha permesso di arricchire la collezione dei dati biostratigrafici che riguardano la parte basale della successione del M. Modino e, in molti casi, correggere e dettagliare le relative datazioni. Il quadro riassuntivo delle datazioni attualmente più attendibili delle varie formazioni che compongono la successione è riportato in Fig. 1. Anche se molti problemi risultano ancora aperti, questo insieme di dati, integrati con le osservazioni di campagna e alla luce della cartografia geologica recentemente prodotta, permette di precisare alcune caratteristiche stratigrafiche della successione del M. Modino e di delineare uno schema evolutivo della unità omonima, più articolato di quelli finora prospettati in letteratura.

Problemi importanti e lacune di conoscenza permangono soprattutto a proposito di quella che sembra la parte più antica della successione (complesso argilloso-calcareo), la più difficile da definire a causa del suo scarso contenuto fossilifero, del suo assetto complicato e delle sue precarie condizioni di affioramento.

I dati ottenuti dalle argille variegata sembrano avvalorare l'ipotesi di un'età relativamente antica di tale formazione in tutti gli affioramenti finora esaminati (Barremiano?). Esiste in questo caso, come detto, una certa contraddizione sia con i dati di terreno (presenza di clasti di palombini in alcuni affioramenti di argille variegata) sia con i dati biostratigrafici ricavati da REUTTER (1969) sulle argille variegata del M. Lagoni (Albiano sup.-Cenomaniano inf.). Non abbiamo per il momento avuto modo di valutare il possibile significato di tali differenze e discriminare fra due diverse possibilità: se sia più verosimile cioè presupporre che le argille variegata siano effettivamente più recenti di quanto risulta dalle nostre analisi, o se esistano invece argille variegata di età diversa, difficilmente distinguibili su basi litologiche, ma non equivalenti dal punto di vista stratigrafico. Comunque sia su questo argomento sono necessarie ulteriori ricerche. Queste lacune di informazione impediscono di ricostruire esattamente le prime fasi deformative che hanno interessato la parte più antica della successione del M. Modino. La presenza di breccie sedimentarie intercalate in formazioni di età barremiana o barremiano-cenomaniana fa comunque

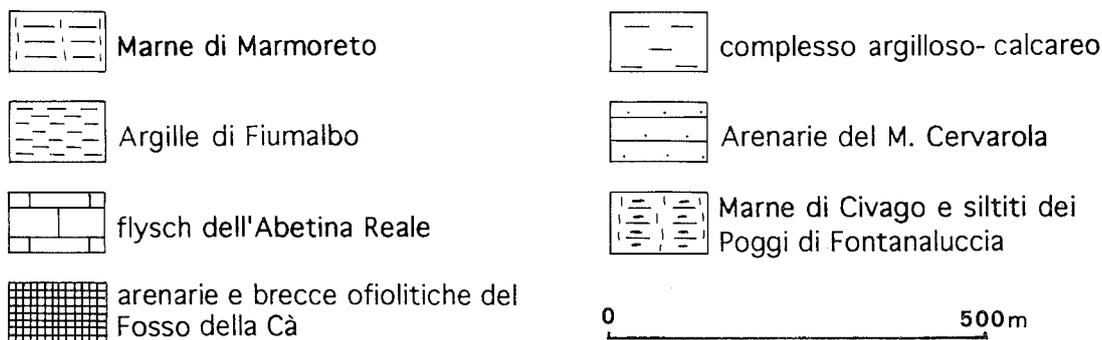
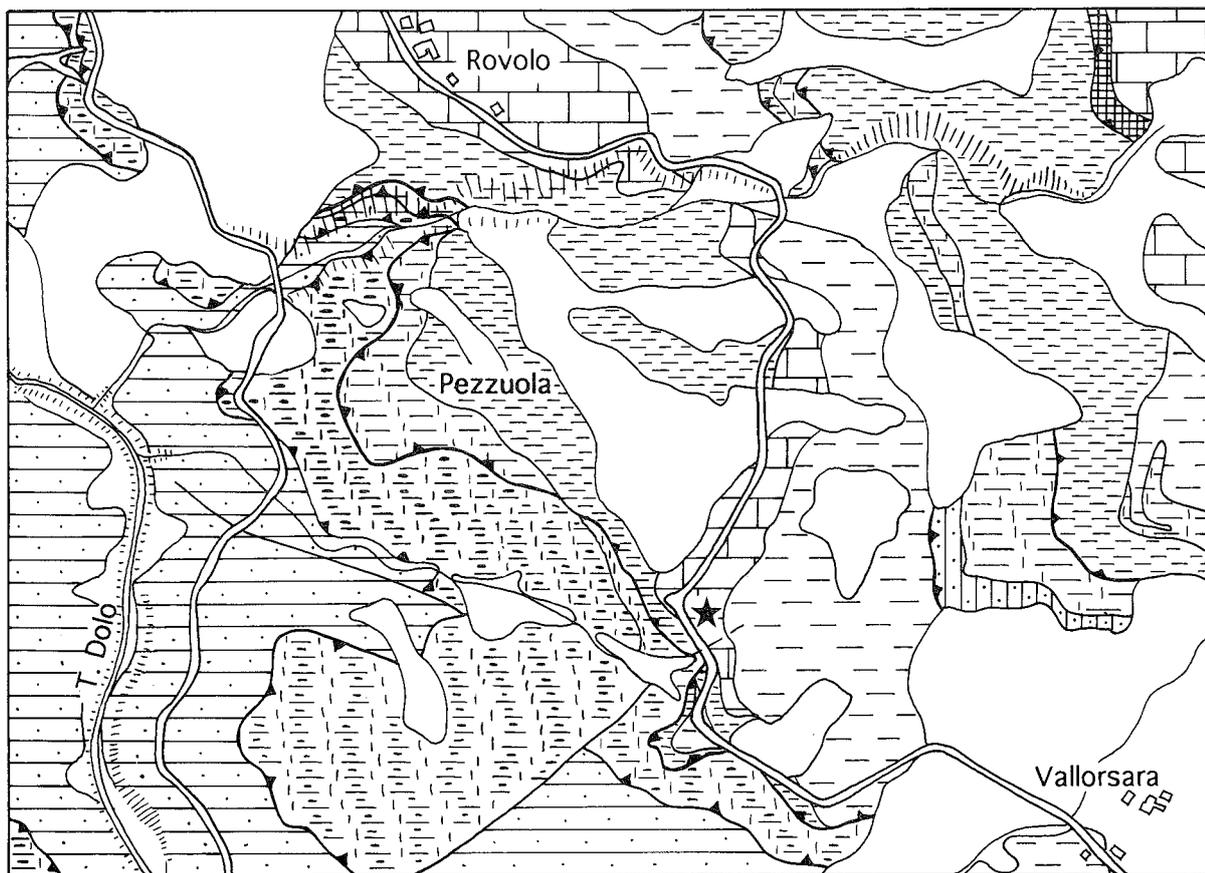


Fig. 18 - Ubicazione dell'affioramento di flysch dell'Abetina Reale lungo la Strada Vallorsara - Rovolo e relativa carta geologica schematica (CHICCHI & PLESI, 1995).

presupporre che già a questa età nel "Dominio del M. Modino" fossero iniziati i primi movimenti (fasi tettoniche "paleoappenniniche" secondo la definizione di REUTTER, 1969). Sulla base dei dati attualmente disponibili non è possibile stabilire la natura di queste fasi precoci.

Fra l'età del complesso argilloso-calcareo e quella della successione delle arenarie e breccie ofiolitiche del Fosso della Cà - flysch dell'Abetina Reale esiste un *gap* cronologico apparentemente molto vasto (dal Cenomaniano inferiore al Campaniano superiore). Esso potrebbe essere effetto di una campionatura incompleta, ma anche, verosimilmente, di ulteriori fasi tettoniche, questa volta di tipo compressivo, realizzate durante il Cretaceo superiore a carico della parte più antica della successione del M. Modino: una ipotesi di questo tipo

è in accordo con la differente giacitura dei due principali gruppi di formazioni cretacee (meno raccorciate le formazioni campaniane rispetto alle formazioni più antiche) e con la nuova e imponente produzione di breccie sedimentarie al Cretaceo superiore (arenarie e breccie ofiolitiche del Fosso della Cà).

Tutte le formazioni cretacee dell'Unità Modino hanno un carattere ligure e, considerate singolarmente, sono direttamente confrontabili, per litologia ed età, con formazioni o successioni presenti nelle unità liguri derivate dal Dominio ligure esterno. Più in particolare le Argille a palombini dell'Unità Modino sono litologicamente analoghe a quelle che si rinvengono, in varie posizioni, nelle Liguridi esterne di trasversali più settentrionali (Val Taro, Val Parma ecc). Anche le argille variegiate dell'Unità Modino costituiscono un litotipo

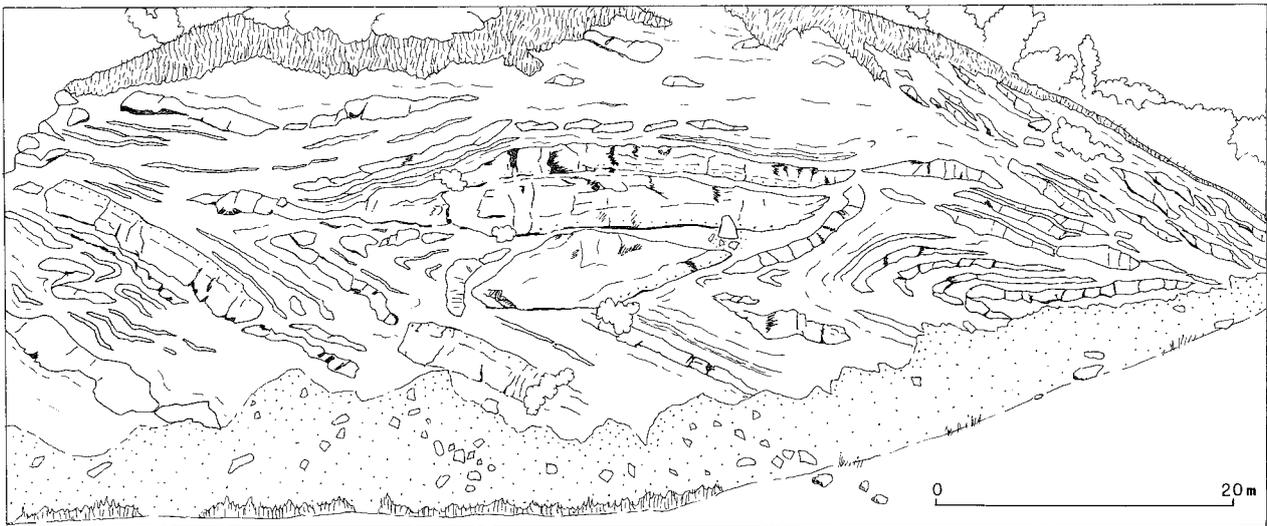


Fig. 19 - Affioramento di flysch dell'Abetina Reale campionato lungo la strada Vallorsara - Rovolo.

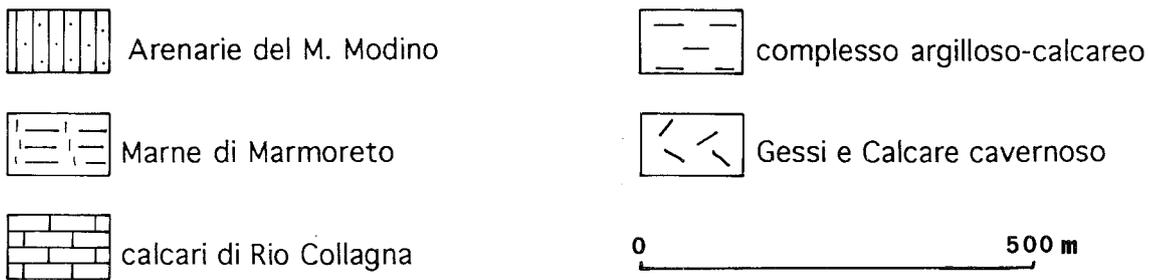
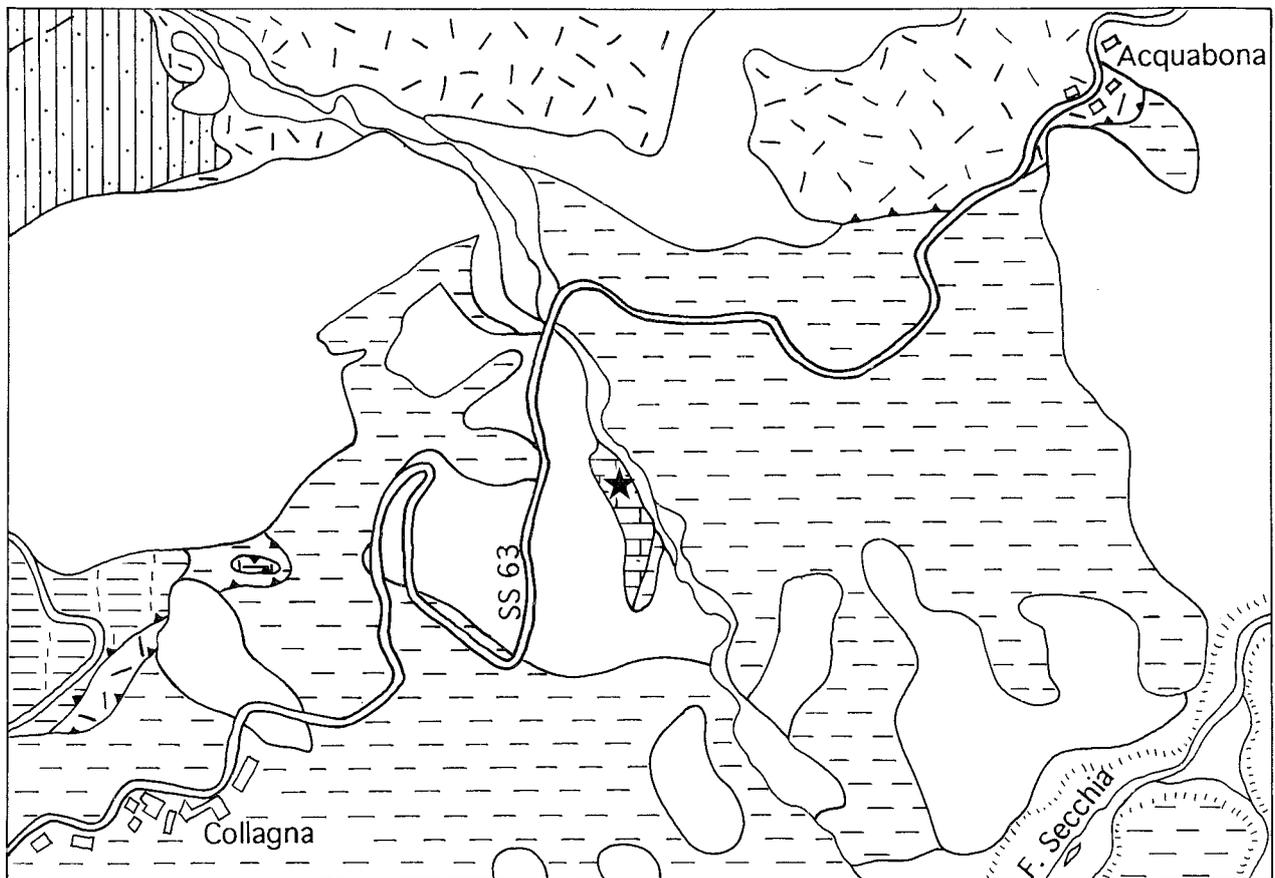
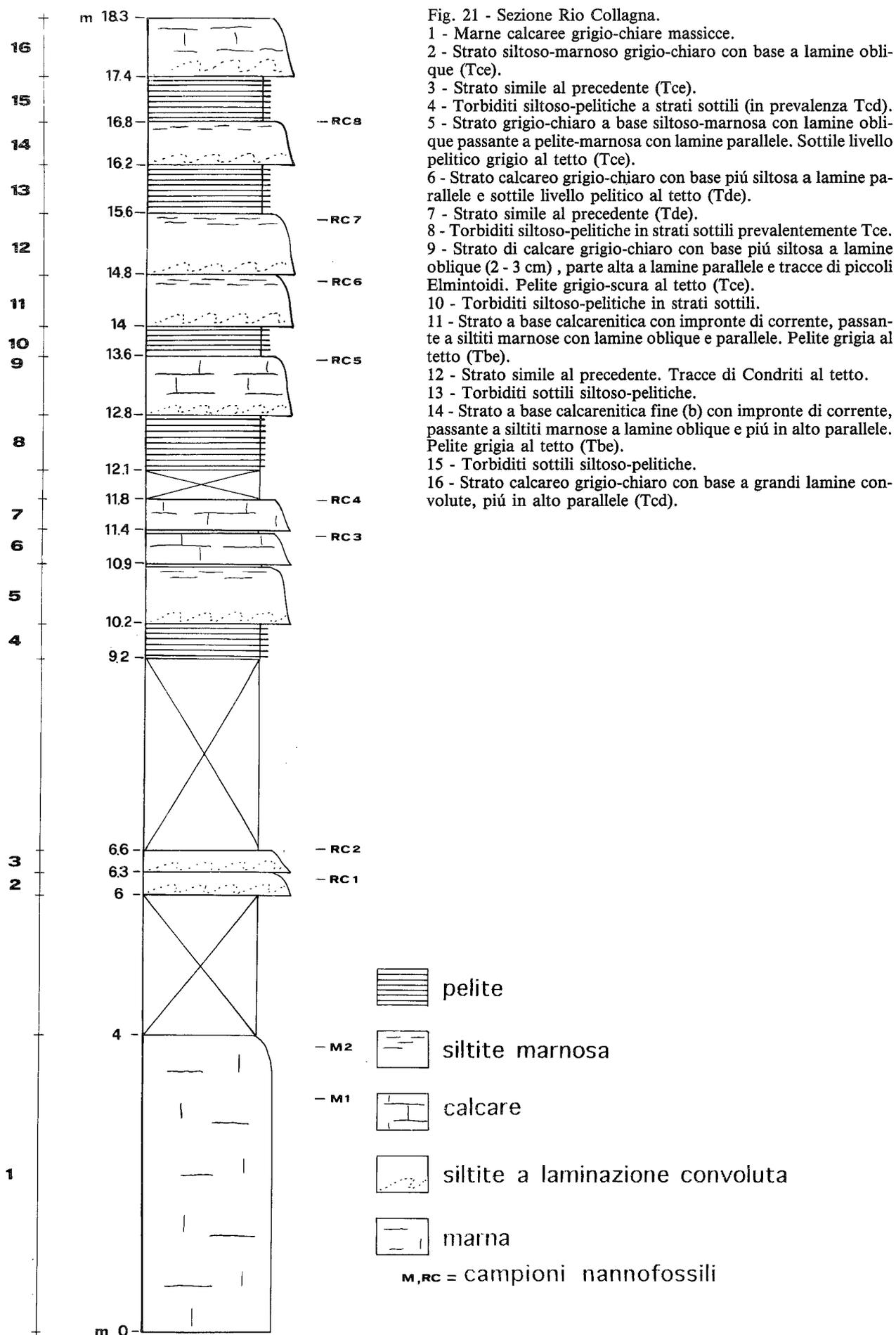


Fig. 20 - Ubicazione della Sezione Rio Collagna e relativa carta geologica schematica. (Rilev. PLESI, 1988; ANDREOZZI & CHICCHI, 1988).

Fig. 21 - Sezione Rio Collagna.



ETA'	Formazione	BIOZONA	metri	Campioni	ABBONDANZA	PRESERVAZIONE	Totale	<i>Biscutum</i> sp.	<i>Chiasmolithus donicicus</i>	<i>Coccolithus pelagicus</i>	<i>Cruciplacolithus</i> sp.	<i>Cruciplacolithus tenuis</i>	<i>Ellipsolithus macellus</i>	<i>Ericsonia superiusa</i>	<i>Fasciculithus ulii</i>	<i>Markalius inversus</i>	<i>Neochiastocyclus junceus</i>	<i>Neochiastocyclus</i> sp.	<i>Prinsius bisulcus</i>	<i>Prinsius marini</i>	<i>Thoracosphaera</i> spp.	forme rimaneggiate			
Paleocene inferiore	calcarei di Rio Collagna	NP 4	3.85	RC 8	C	M	374	R	R	A	R	C	R	A	R	R	R	R	S		C	C			
			3.75	RC 7	C	M	338	R	R	A	R	C	R	A	R	R	R	R	R	S		C	C		
			2.75	RC 6	S	M	300		R	C		S	R	A	R					S	S	C	C		
				RC 5	S	S		S	R	A	R	C		A		R				R		C	S		
			1.95	RC 4	S	S	300		R	C		S		C		R		R		S	S	S	S		
				RC 3	C	B	374	R	R	A	S	C		A		R		R		R	S	S	C	S	
		NP 3			0.75	RC 2	S	M	300	R	A	S	C		A		R	R		R	S	C	S		
						RC 1	C	M	347	C	R	A	S	C		A		R	R		S	R	A	S	
						M 2	S	M	300		S	C	S	S		S		S		S		S	S	C	S
						M 1	S	M	300		S	S	R	S		S		S		R		S	S	S	S

Tab. 3 - Distribuzione delle forme osservate nella Sezione del Rio Collagna.

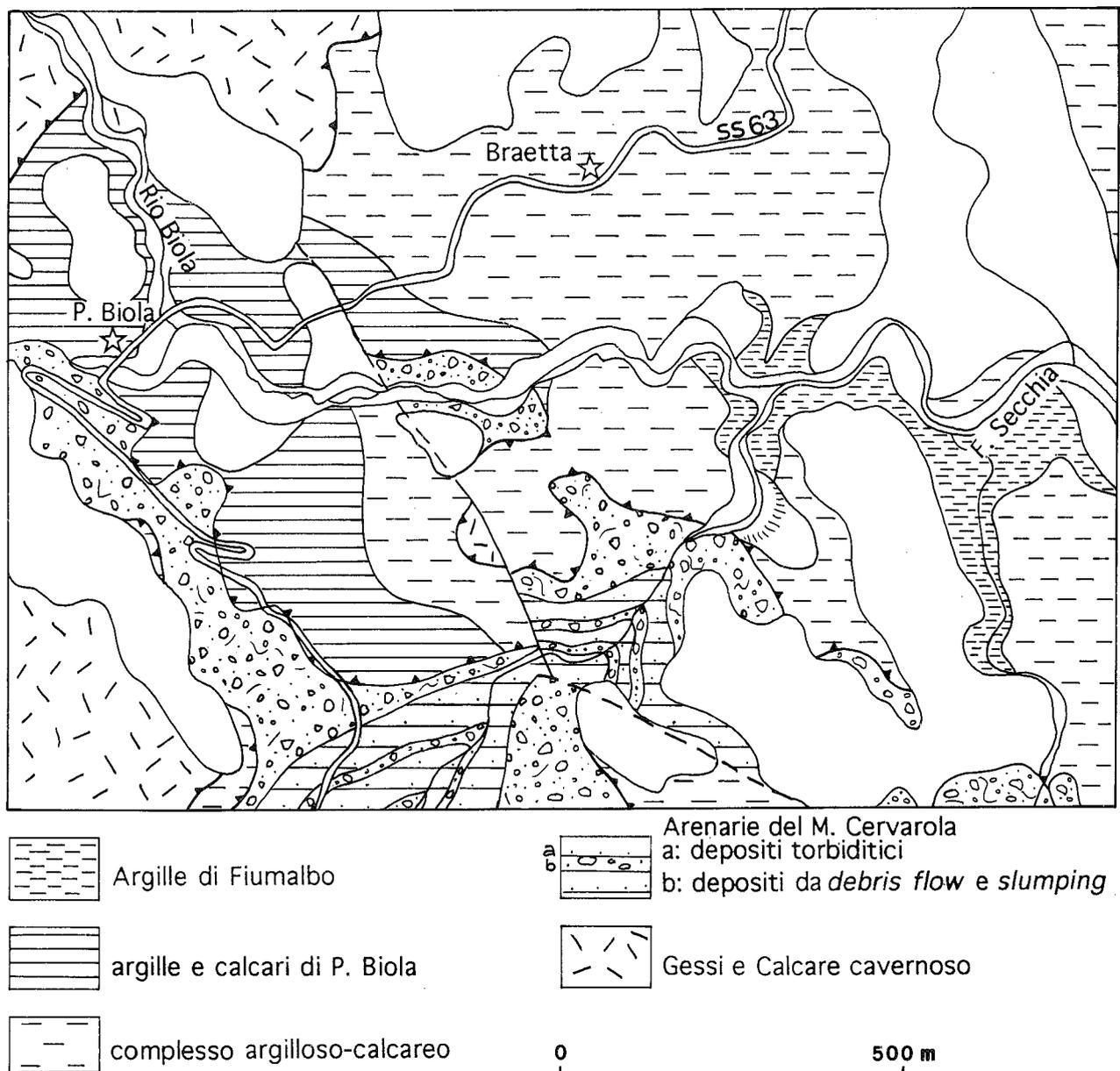


Fig. 22 - Ubicazione degli affioramenti di Ponte Biola e Braetta e relativa carta geologica schematica. Da ANDREOZZI & CHICCHI (1988) con modifiche di G. PLESÌ.

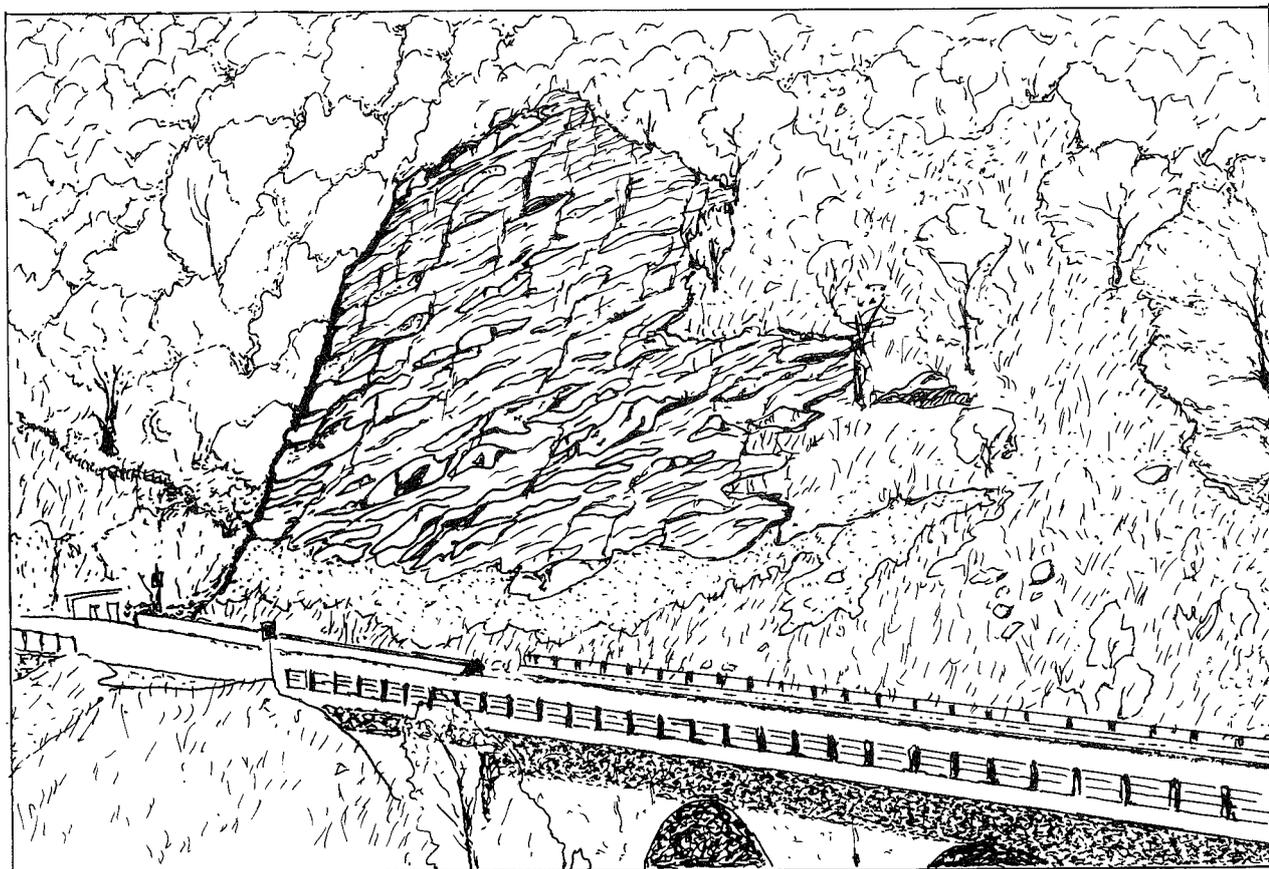


Fig 23 - Affioramento campionato di argille e calcari di P. Biola.

largamente diffuso nelle Liguridi esterne dell'Appennino emiliano; come le Argille variegata dell'Unità Modino, anche le Argille variegata delle Liguridi suscitano molti problemi di datazione, di giacitura e di rapporti con le unità limitrofe. Il Dominio del M. Modino durante il Cretaceo coincideva quindi con un settore del Dominio ligure esterno. L'unica caratteristica peculiare che potrebbe differenziare le argille variegata dell'Unità Modino da quelle delle successioni liguri è rappresentata dalle intercalazioni, nelle prime, di materiale di origine australpina (brecce della Strada del Duca). La presenza di depositi di questo tipo non appare in disaccordo con l'ipotesi prospettata: sembra soltanto indicare che una parte delle argille variegata si è deposta in prossimità del margine del paleoceanico ligure. Per ciò che riguarda la parte più recente delle successioni cretacee, rappresentate nell'Unità Modino dalle formazioni delle arenarie e brecce ofiolitiche del Fosso della Cà e dal flysch dell'Abetina Reale, appare evidente la loro correlabilità con le analoghe successioni liguri esterne rappresentate ad esempio dalle Arenarie di Casanova e dal Flysch Di Ottone-S. Stefano o più in generale dalle successioni tipo Caio, equivalenti da un punto di vista stratigrafico e la cui sedimentazione calcareo-marnosa ha avuto inizio nel Campaniano medio-superiore (BERTOTTI, 1988; MARRONI & PERILLI, 1988 e 1990; VILLA & ZANZUCCHI, dati inediti). Nell'Unità Modino sembrano invece mancare successioni tipo Cassio (che nell'opinione di molti caratterizzavano le zone più esterne del Dominio ligure se non addirittura la parte più interna del margine australpino).
Le formazioni terziarie della parte basale dell'Uni-

tà Modino sono rappresentate, per quanto finora noto, da un flysch calcareo-marnoso paleocenoico (calcari del Rio Collagna), dai calcari del Giardino (finora non datati) e dalle argille e calcari eocenici di P. Biola e del livello 9 nel Fosso della Cà. Per i calcari del Rio Collagna non siamo in grado di proporre precise correlazioni con formazioni già note, salvo forse un'ipotesi e generico accostamento, come specificato in precedenza, ai termini paleocenoici del Dominio di Canetolo. Le rimanenti formazioni terziarie riconosciute nella successione del M. Modino (argille e calcari e calcari del Giardino) sono anch'esse confrontabili con le Argille e calcari e i Calcari del Gruppo del Vescovo dell'Unità di Canetolo, senza risultare del tutto simili. Tutte queste formazioni terziarie potrebbero essere attribuite, in definitiva, ad un bacino contiguo di quello da cui ha avuto origine l'Unità di Canetolo ("Dominio di P. Biola"). Sulla base dei dati finora disponibili, i rapporti fra formazioni terziarie e formazioni cretacee sono da considerare di tipo tettonico. In tutti le situazioni non ambigue, le formazioni argilloso-calcaree del Paleocene-Eocene medio, piuttosto che risultare comprese fra formazioni cretacee e formazioni dell'Eocene superiore (cioè in una posizione coerente con la giacitura di una ipotetica originaria successione stratigrafica), stanno alla base di formazioni cretacee o sono geometricamente incluse dentro queste ultime.

Questa particolare giacitura delle argille e calcari dell'Unità Modino potrebbe essersi prodotta (ipotesi già prospettata anche da CHICCHI & PLESI, 1995) al momento e come conseguenza del sovrascorrimento delle formazioni liguri dell'Unità Modino sul più esterno

Dominio di P. Biola (Fig. 10a del lavoro citato). Questo sovrascorrimento viene attribuito approssimativamente all'Oligocene inferiore. In precedenza, secondo la discussione di cui sopra, le formazioni più antiche dell'Unità Modino avevano già subito una lunga evoluzione stratigrafico-strutturale. Nelle formazioni liguri dell'Unità Modino potrebbero essere ipotizzati, come detto, in modo non dissimile dalle successioni delle Liguridi, gli effetti di eventi deformativi cretaceo-inferiori e cretaceo-superiori. Fra gli eventi pre-oligocenici sembra infine verosimile la possibilità di una fase dell'Eocene medio, cronologicamente corrispondente alla cosiddetta fase ligure, i cui effetti sarebbero sigillati dalla deposizione delle Argille di Fiumalbo. Anche dopo l'Oligocene inferiore l'evoluzione dell'Unità Modino è stata complessa. Durante l'intervallo compreso fra l'Oligocene e l'Aquitano, al tetto del prisma sigillato dalla formazione di Fiumalbo (già accavallato sul Dominio subligure e forse in parte anche sul margine toscano) si sono deposte le formazioni delle Marne di Marmoreto e delle Arenarie del M. Modino. Un punto che i dati biostratigrafici finora raccolti non hanno completamente chiarito riguarda la posizione del bacino torbiditico delle Arenarie del M. Modino in rapporto a quello delle arenarie del Macigno e il modo più corretto di correlare le due formazioni. Il sovrascorrimento dell'Unità Modino sul Macigno (Sotto-unità Modino-Pievepelago) sembrerebbe attribuibile a un intervallo di tempo compreso, sulla base delle datazioni del tetto del Macigno effettuate da COSTA *et alii* (1993), fra l'inizio e la fine dell'Aquitano. L'accavallamento dell'Unità Modino (Sotto-unità Ventasso) sul bacino delle Arenarie del M. Cervarola si è probabilmente verificato fra il Burdigaliano e il Langhiano. In queste fasi mioceniche la sequenza dei *thrust* sembra configurare un modello di *breaching* (BUTLER 1987), in cui sovrascorrimenti più esterni attraversano e ritagliano *thrust* geometricamente più alti.

APPENDICE

I taxa dei nannofossili calcarei riconosciuti nel presente lavoro sono elencati in ordine alfabetico.

Taxa cretacei:

- Ahmuerella octoradiata* (GORKA, 1957) REINHARDT, 1966.
Arkhangelskiella cymbiformis VEKSHINA, 1959.
Arkhangelskiella specillata VEKSHINA, 1959.
Aspidolithus parvus (STRADNER, 1963) NOEL, 1969.
Aspidolithus parvus constrictus (HATTNER, 1980) PERCH-NIELSEN, 1984.
Aspidolithus parvus parvus (STRADNER, 1963) NOEL, 1969.
Biscutum constans (GORKA, 1957) BLACK, 1967.
Braarudosphaera bigelowi (GRAN & BRAARUD, 1935) DEFLANDRE, 1947.
Calculites obscurus (DEFLANDRE, 1959) PRINS & SISSINGH, 1977.
Calculites ovalis (STRADNER, 1963) PRINS & SISSINGH, 1977.
Ceratolithoides aculeus (STRADNER, 1961) PRINS & SISSINGH, 1977.
Chiastozygus litterarius (GORKA, 1957) MANIVIT, 1971.
Cretarhabdus crenulatus BRAMLETTE & MARTINI, 1964.
Cribrosphaerella ehrenbergii (ARKHANGELSKY, 1912) DEFLANDRE, 1952.

- Cruciellipsis chiasta* (WORSLEY, 1971) THIERSTEIN, 1972.
Eiffellithus eximius (STOVER, 1966) PERCH-NIELSEN, 1968.
Eiffellithus turriseiffelii (STOVER, 1954) REINHARDT, 1965.
Ellipsagelosphaera britannica (STRADNER, 1963) PERCH-NIELSEN, 1968.
Eprolithus floralis (STRADNER, 1962) STOVER, 1966.
Hayesites radiatus (WORSLEY, 1971) THIERSTEIN, 1976.
Lithraphidites carniolensis DEFLANDRE, 1963.
Lucianorhabdus cayeuxi DEFLANDRE, 1959.
Micrantholithus obtusus STRADNER, 1963.
Microrhabdulus decoratus DEFLANDRE, 1959.
Microrhabdulus stradneri BRAMLETTE & MARTINI, 1964.
Micula concava (STRADNER, 1960) VERBEEK, 1976.
Micula decussata VEKSHINA, 1959.
Nannoconus KAMPTNER, 1931.
Parhabdolithus embergeri (NOEL, 1959) STRADNER, 1963.
Placozygus fibuliformis (REINHARDT, 1964) HOFFMANN, 1970.
Prediscosphaera columnata (STOVER, 1966) PERCH-NIELSEN, 1984)
Prediscosphaera cretacea (ARKHANGELSKY, 1912) GARTNER, 1968.
Quadrum gartneri PRINS & PERCH-NIELSEN in MANIVIT, 1977.
Quadrum gothicum (DEFLANDRE, 1959) PRINS & PERCH-NIELSEN, 1984.
Quadrum trifidum (STRADNER, 1961) PRINS & PERCH-NIELSEN, in MANIVIT, 1977.
Reinhardtites anthophorus (Deflandre, 1959) PERCH-NIELSEN, 1968.
Reinhardtites levis PRINS & SISSINGH in SISSINGH, 1977.
Retecapsa angustiforata BLACK, 1971.
Rucinolithus irregularis THIERSTEIN in ROTH & THIERSTEIN, 1972.
Rucinolithus terebrodentarius APPELEGATE, BRALOWER, COVINGTON & WISE in COVINGTON & WISE, 1987.
Tranolithus exiguus STOVER, 1966.
Tranolithus phacelosus STOVER, 1966.
Vekshinella LOEBLICH & TAPPAN, 1963.
Watznaueria barnesae (BLACK, 1959) PERCH-NIELSEN, 1968.
Watznaueria biporta BUKRY, 1969.
- Taxa terziari:
Biscutum BLACK, 1959.
Chiasmolithus consuetus (BRAMLETTE & SULLIVAN, 1961) HAY & MOHLER, 1967.
Chiasmolithus danicus (BROTZEN, 1959) HAY & MOHLER, 1967.
Chiasmolithus grandis (BRAMLETTE & RIEDEL, 1954) RADOMSKY, 1968.
Coccolithus eopelagicus (BRAMLETTE & RIEDEL, 1954) BRAMLETTE & SULLIVAN, 1961.
Coccolithus pelagicus (WALLICH, 1877) SCHILLER, 1930.
Cruciplacolithus frequens (PERCH-NIELSEN, 1977) ROMEIN, 1979.
Cruciplacolithus tenuis (STRADNER, 1961) HAY & MOHLER, 1967.
Cyclicargolithus floridanus (ROTH & HAY, 1967) BUKRY, 1971.
Discoaster barbadiensis TAN SIN HOK, 1927.
Discoaster multiradiatus BRAMLETTE & RIEDEL, 1954.
Ellipsolithus macellus (BRAMLETTE & SULLIVAN, 1961) SULLIVAN, 1964.

Ericsonia formosa (KAMPTNER, 1963) HAQ, 1971.
Ericsonia subpertusa HAY & MOHLER, 1967.
Fasciculithus ulii PERCH-NIELSEN, 1971.
Markalius inversus (DEFLANDRE, 1954) BRAMLETTE & MARTINI, 1964.
Nannotetrina ACHUTHAN & STRADNER, 1969.
Neochiastozygus junctus (BRAMLETTE & SULLIVAN, 1961) PERCH-NIELSEN, 1971.
Prinsius bisulcus (STRADNER, 1963) HAY & MOHLER, 1967.
Prinsius martini (PERCH-NIELSEN, 1969) HAQ, 1971.
Reticulofenestra bisecta (HAY, MOHLER & WADE, 1966) ROTH, 1970.
Reticulofenestra dictyoda (DEFLANDRE, 1954) STRADNER, 1968.
Sphenolithus editus PERCH-NIELSEN, 1978. *Sphenolithus radians* DEFLANDRE, 1952.
Thoracosphaera KAMPTNER, 1927.
Zygrhablithus bijugatus (DEFLANDRE, 1954) DEFLANDRE, 1959.

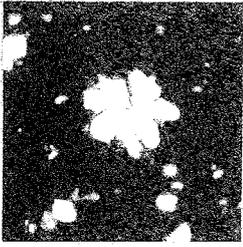
BIBLIOGRAFIA

- ABBATE E. & BORTOLOTTI V. (1961) - Tentativo di interpretazione dei livelli di 'argille scagliose' intercalate nella parte alta del Macigno lungo l'allineamento M. Prado - Chianti (Appennino settentrionale) mediante colate sottomarine. Boll. Soc. Geol. It., 80 (2), 335-342.
- ABBATE E. & BRUNI P. (1989) - Modino-Cervarola o Modino e Cervarola?. Mem. Soc. Geol. It., 39, 1987, 19-33.
- ANDREOZZI M. & CHICCHI S. (1988) - Carta geologica dell'Appennino emiliano-romagnolo 1:10.000. Sezione 234080 - Collagna. Regione Emilia-Romagna.
- ANDREOZZI M., FORNACIARI E., RIO D. & ZANZUCCHI G. (1992) - Biostratigrafia a Nannofossili calcarei ed età dell'unità Cervarola nell'Appennino reggiano-bolognese (Riassunto) - Mem. Descr. Carta Geol. d'It., 46 (1991), 185.
- AZZAROLI A. (1955) - L'Appennino toscano-emiliano dal Passo di Pradarena al Passo delle Forbici e i nuclei mesozoici di Corfino e di Soraggio. Boll. Soc. Geol. It., 74, 1-72.
- BERTOLLI A. & NARDI R. (1966) - Geologia delle valli del Dolo e del Dragone (Appennino toscano-emiliano). Mem. Soc. Geol. It., 5, 139-164.
- BERTOTTI G. (1988) - Osservazioni sull'età di alcuni flysch ad Elminotidi dell'Appennino ligure-emiliano: implicazioni geologiche. Ofioliti, 13 (1), 3-15.
- BETTELLI G., BONAZZI U., FAZZINI P., GASPERI G., GELMINI R. & PANINI F. (1989 a) - Nota illustrativa alla carta geologica schematica dell'appennino modenese e delle aree limitrofe. Mem. Soc. Geol. It., 39 (1987), 487-498.
- BETTELLI G., BONAZZI U., FAZZINI P., GELMINI R. (1989) - Macigno, Arenarie di M. Modino e Arenarie di M. Cervarola del crinale appenninico emiliano. Mem. Soc. Geol. It., 21, 359-373.
- BUTLER R. W. H. (1987) - Thrust sequences. Jour. of the Geol. Soc., London, 144, 619-634.
- CATANZARITI R. (1988) - Biostratigrafia a Nannofossili calcarei ed età dei flysch oligo-miocenici nell'alto Appennino reggiano-modenese. Tesi di laurea inedita 1988, Univ. Pisa.
- CERRINA FERONI A., MARTINELLI P. & PERILLI N. (1992) - Stratigrafia e struttura dell'Unità di Canetolo in Val Cedra (Appennino parmense). Mem. Descr. Carta Geol. d'It., 46, 301-312.
- CHICCHI S. & PLESI G. (1989) - Le unità tettoniche dell'Alpe di Sicciso (Appennino reggiano) e i loro rapporti geometrici. Boll. Soc. Geol. It., 107, 513-530.
- CHICCHI S. & PLESI G. (1992) - IL Complesso di M. Modino - M. Cervarola nell'alto Appennino emiliano (fra 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, 139-163.
- CHICCHI S. & PLESI G. (1995) - La struttura della Finestra di Gazzano (Val Dolo, Appennino reggiano-modenese). Acc. Naz. Scienze, Roma, Vol. spec. "Rapporti Alpi-Appennino".
- CIBIN U. (1992) - Carta Geologica dell'Appennino emiliano-romagnolo 1:10.000. Sezione 250040 - Fiumalbo. Regione Emilia-Romagna.
- COBIANCHI M. & VILLA G. (1992) - Biostratigrafia del Calcare a Calpionelle e delle Argille a palombini nella sezione di Statale (Val Graveglia, Appennino ligure). Atti Tic. Sc. Terra, 35, 199-211.
- 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, 229-248.
- DALLAN NARDI L. & NARDI R. (1974) - Schema stratigrafico e strutturale dell'Appennino settentrionale. Mem. Acc. Lunig. Sc. "G. Capellini", 42, 1-212.
- KRAMPE K. (1964) - Zur Geologie des Hochappennins zwischen Secchia und Enza. Diss. Freie Univ. Berlin, 1-161.
- LOSACCO U. (1953) - La struttura dell'Appennino tra la Foce delle Radici e il Passo dell'Abetone. Boll. Soc. Geol. It., 70, 490-512.
- MARCUCCI (1966) - Ritrovamento di Inocerami associati a microfaune oligoceniche nel flysch arenaceo di Cargedolo (Appennino modenese). Boll. Soc. Geol. It., 84 (6), 281-293.
- MARCUCCI M. (1967) - Geologia della zona compresa tra Pievepelago, Piandelagotti e Vallorsara. Mem. Soc. Geol. It., 6(4), 523-579.
- MARRONI M. & PERILLI N. (1988) - L'età della successione del flysch ad Elminotidi nell'area di Caranza (Appennino settentrionale): nuovi dati sulla base del nannoplancton calcareo. Mem. Acc. Lunig. Sc. "G. Capellini", 42-43, 27-41.
- MARRONI M. & PERILLI N. (1990) - The age of the Mt Penna - Mt Casanova complex (external Ligurian units, Northern Apennines): new data from the calcareous nannoplancton. Ofioliti, 15(2), 341-342.
- MARTINI E. (1971) - Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. In: Proc. II Planktonic Conference (A. Farinacci, Ed.). Roma 1970, 2, 739-785.
- MARTINI G. & PLESI G. (1988) - Scaglie tettoniche divelte dal Complesso di M. Modino e trascinate alla base delle Unità subligure e liguri: gli esempi del M. Ventasso e del M. Cisa (Appennino reggiano). Boll. Soc. Geol. It., 107, 171-191.
- NARDI R. (1964a) - Contributo alla Geologia dell'Appennino toscano-emiliano: 3 - I rapporti tra le Arenarie del M. Cervarola e il Macigno lungo la Valle dello Scoltenna (Prov. di Modena). Boll. Soc. Geol. It., 83(2), 361-372.
- NARDI R. (1964b) - Contributo alla Geologia dell'Appennino toscano-emiliano: 4 - La Geologia della Valle dello Scoltenna tra Pievepelago e Montecreto (Appennino modenese). Boll. Soc. Geol. It., 83(4), 353-400.
- NARDI R. (1965) - Schema geologico dell'Appennino toscano-emiliano tra il M. Cusna e il M. Cimone e considerazioni sulle unità tettoniche dell'Appennino. Boll. Soc. Geol. It., 84(5), 35-92.
- NARDI R. & TONGIORGI M. (1962) - Contributo alla geologia dell'Appennino toscano-emiliano: 1 - Stratigrafia e tettonica dei dintorni di Pievepelago (Appennino modenese). Boll. Soc. Geol. It., 81(3), 1-76.
- PERCH-NIELSEN K. (1985) - Mesozoic calcareous Nannofossils. In: Plankton stratigraphy (Bolli H., Saunders J.B. & Perch-Nielsen K. Eds). Cambridge Univ. Press. 329-426.
- PERCH-NIELSEN K. (1985) - Cenozoic calcareous Nannofossils. In: Plankton Stratigraphy (Bolli H., Saunders J.B. & Perch-Nielsen K. Eds). Cambridge Univ. Press. 427-554.
- PLESI G. (1988) - Carta Geologica dell'Appennino emiliano-romagnolo 1:10.000. Sezione 234040 - Busana. Regione Emilia-Romagna.
- PLESI G., BIANCHI L., CHICCHI S. & DANIELE G. (1993) - Le unità liguri ed emiliane della media Val di Tarso e la loro evoluzione strutturale. Atti Tic. Sc. Terra., 36, 183-229.
- REUTTER K. J. (1969) - La geologia dell'alto Appennino modenese tra Civago e Fanano e considerazioni geotettoniche sull'Unità di M. Modino - M. Cervarola. Ateneo Parmense, Acta Nat., 4, 1-88.
- SAGRI M. (1976) - Ambienti di deposizione e meccanismi di sedimentazione nella successione Macigno - olistostroma - Arenarie del Monte Modino (Appennino modenese). Boll. Soc. Geol. It., 94, 771-778.
- SISSINGH W. (1977) - Biostratigraphy of Cretaceous calcareous Nannoplankton. Geol. in Mijnbouw, 56, 37-65.
- ZUFFA G. G. (1985) - Optical analysis of arenites: influence of methodology on compositional results. In: G. G. Zuffa (Ed.), Provenance of arenites. NATO-ASI Series; D. Reidel Publ. Comp., Dordrecht. 165-189.

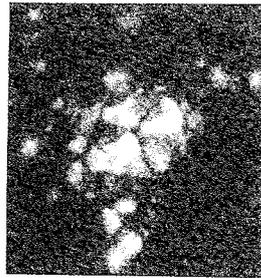
TAVOLE

TAVOLA I
(Tutte le foto sono ingrandite 1800 x)

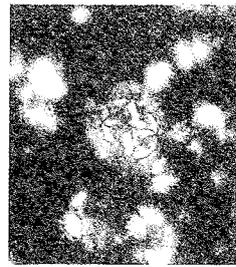
- Foto 1 - *Hayesites radiatus* (WORSLEY, 1971) THIERSTEIN, 1976; campione PG 1. *Nicols* incrociati.
- Foto 2 - *Rucinolithus terebrodentarius* APPLGATE, BRALOWER, COVINGTON & WISE in COVINGTON & WISE, 1987; camp. PG 1. *Nicols* incrociati.
- Foto 3 - *Prediscosphaera cretacea* (ARKHANGELSKY, 1912) GARTNER, 1968; camp. CAR 8. *Nicols* incrociati.
- Foto 4 - *Eiffellithus turriseiffelii* (STOVER, 1954) REINHARDT, 1965; camp. FA 9. *Nicols* incrociati.
- Foto 5 - *Micula decussata* VEKSHINA, 1959; camp. CAR 8. *Nicols* incrociati.
- Foto 6 - *Cribrosphaerella ehrenbergii* (ARKHANGELSKY, 1912) DEFLANDRE, 1952; camp. E 17. *Nicols* incrociati.
- Foto 7 - *Chiastozygus litterarius* (GORKA, 1957) MANIVIT, 1971; camp. FA 13. *Nicols* incrociati.
- Foto 8 - *Retecapsa angustiforata* BLACK, 1971; camp. CAR 5. *Nicols* incrociati.
- Foto 9 - *Microrhabdulus decoratus* DEFLANDRE, 1959; camp. FA 7. *Nicols* incrociati.
- Foto 10 - *Reinhardtites anthophorus* (DEFLANDRE, 1959) PERCH-NIELSEN, 1968; camp. FA 19. *Nicols* incrociati.
- Foto 11 - *Tranolithus exiguus* STOVER, 1966; camp. FA 18. *Nicols* incrociati.
- Foto 12 - *Calculites obscurus* (DEFLANDRE, 1959) PRINS & SISSINGH, 1977; camp. CAR. 8. *Nicols* incrociati.
- Foto 13 - *Eiffellithus eximius* (STOVER, 1966) PERCH-NIELSEN, 1968; camp. CAR 8. *Nicols* incrociati.
- Foto 14 - *Aspidolithus parvus* (STRADNER, 1963) NOEL, 1969; camp. FA 25. *Nicols* incrociati.
- Foto 15 - *Ceratolithoides aculeus* (STRADNER, 1961) PRINS & SISSINGH, 1977; camp. CAR. 9. *Nicols* incrociati.
- Foto 16 - *Quadrum gothicum* (DEFLANDRE, 1959) PRINS & PERCH-NIELSEN, 1984; camp. PG 9. *Nicols* incrociati.
- Foto 17 - *Quadrum trifidum* (STRADNER, 1961) PRINS & PERCH-NIELSEN, in MANIVIT, 1977; camp. CAR 5. *Nicols* incrociati.
- Foto 18 - *Reinhardtites levis* PRINS & SISSINGH in SISSINGH, 1977; camp. CAR 8. *Nicols* incrociati.
- Foto 19-20 - *Arkhangelskiella cymbiformis* VEKSHINA, 1959; camp. FA 25; camp. E 17. *Nicols* incrociati.



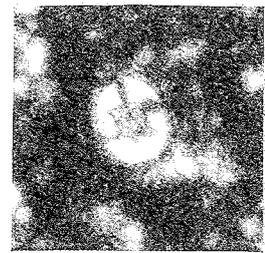
1



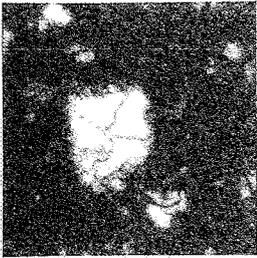
2



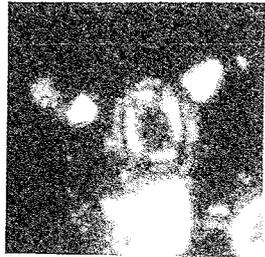
3



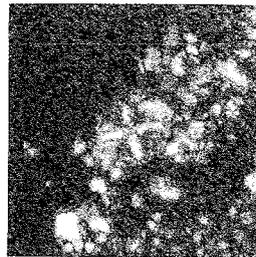
4



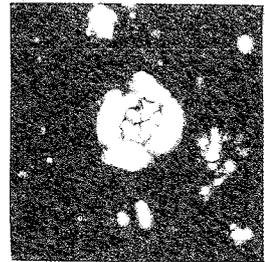
5



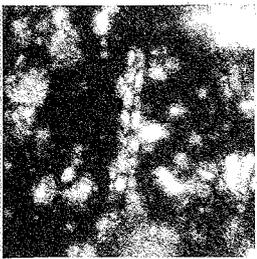
6



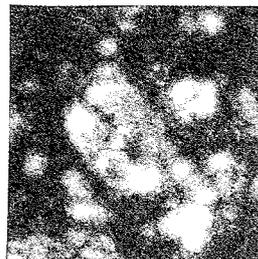
7



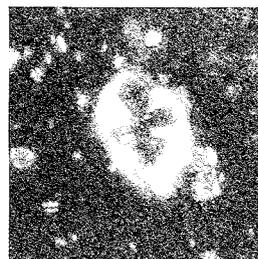
8



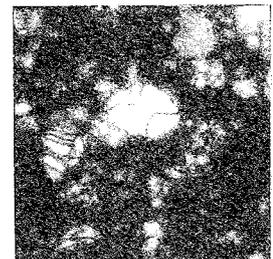
9



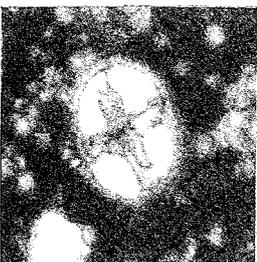
10



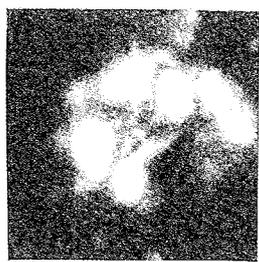
11



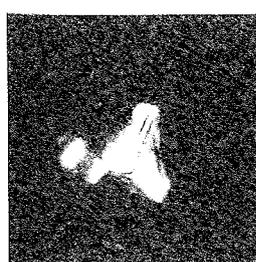
12



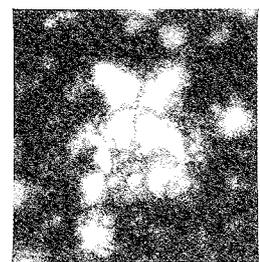
13



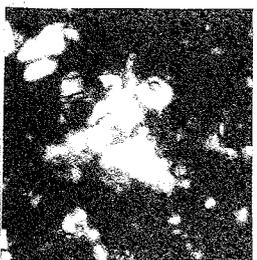
14



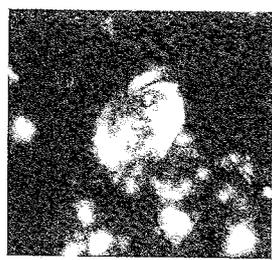
15



16



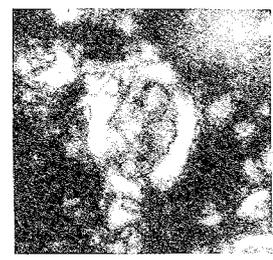
17



18



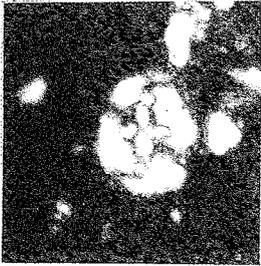
19



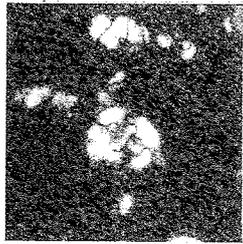
20

TAVOLA II
(Tutte le foto sono ingrandite 1800 x)

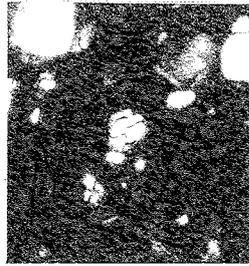
- Foto 1 - *Cruciplacolithus tenuis* (STRADNER, 1961) HAY & MOHLER, 1967; campione RC 8. *Nicols* incrociati.
- Foto 2 - *Chiasmolithus danicus* (BROTZEN, 1959) HAY & MOHLER, 1967; camp. RC 3. *Nicols* incrociati.
- Foto 3 - *Prinsius martini* (PERCH-NIELSEN, 1969) HAQ, 1971; camp. RC 4. *Nicols* incrociati.
- Foto 4 - *Prinsius bisulcus* (STRADNER, 1963) HAY & MOHLER, 1967; camp. RC 4. *Nicols* incrociati.
- Foto 5 - *Ellipsolithus macellus* (BRAMLETTE & SULLIVAN, 1961) SULLIVAN, 1964; camp. RC 8. *Nicols* incrociati.
- Foto 6 - *Neochiastozygus junctus* (BRAMLETTE & SULLIVAN, 1961) PERCH-NIELSEN, 1971; camp. RC 8. *Nicols* incrociati.
- Foto 7 - *Ericsonia subpertusa* HAY & MOHLER, 1967; camp. RC 3. *Nicols* incrociati.
- Foto 8 - *Fasciculithus ulii* PERCH-NIELSEN, 1971; camp. RC8. *Nicols* incrociati.
- Foto 9 - *Sphenolithus editus* PERCH-NIELSEN, 1978; camp. L 20; asse lungo 0°. *Nicols* incrociati.
- Foto 10 - *Sphenolithus editus* PERCH-NIELSEN, 1978; camp. L 20; asse lungo 45°. *Nicols* incrociati.
- Foto 11 - *Ericsonia formosa* (KAMPTNER, 1963) HAQ, 1971; camp. L 20. *Nicols* incrociati.
- Foto 12 - *Discoaster barbadiensis* TAN SIN HOK, 1927; camp. BIT 3. Solo polarizzatore.
- Foto 13 - *Sphenolithus radians* DEFLANDRE, 1952; camp. BIT 5; asse lungo 0°. *Nicols* incrociati.
- Foto 14 - *Sphenolithus radians* DEFLANDRE, 1952; camp. BIT 5; asse lungo 45°. *Nicols* incrociati.
- Foto 15 - *Nannotetrina* ACHUTHAN & STRADNER, 1969; camp. BIT 1. Solo polarizzatore.
- Foto 16 - *Reticulofenestra dictyoda* (HAY, MOHLER & WADE, 1966) Roth, 1970; camp. L 20. *Nicols* incrociati.
- Foto 17 - *Discoaster multiradiatus* BRAMLETTE & RIEDEL, 1954; camp. BIT 3. Solo polarizzatore.
- Foto 18 - *Chiasmolithus grandis* (BRAMLETTE & RIEDEL, 1954) RADOMSKY, 1968; camp. L 20. Solo polarizzatore.
- Foto 19 - *Chiasmolithus grandis* (BRAMLETTE & RIEDEL, 1954) RADOMSKY, 1968; camp. L 20. *Nicols* incrociati.



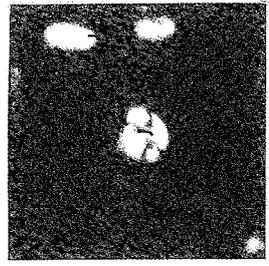
1



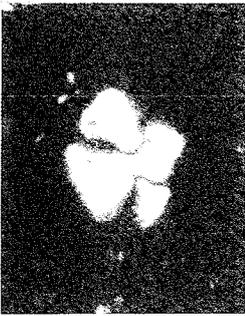
2



3



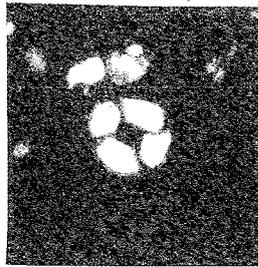
4



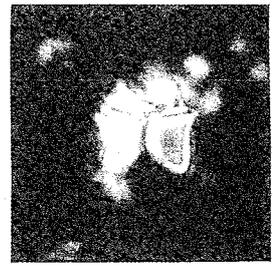
5



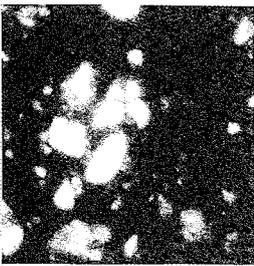
6



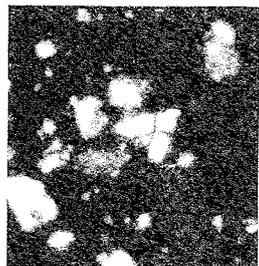
7



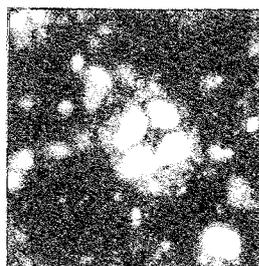
8



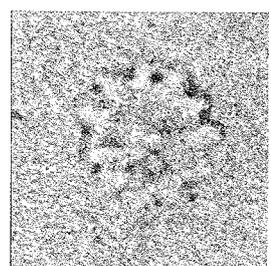
9



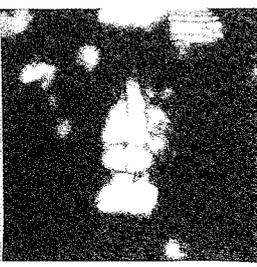
10



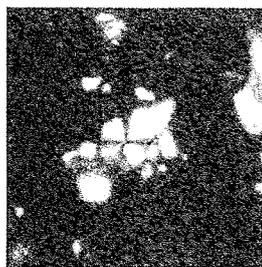
11



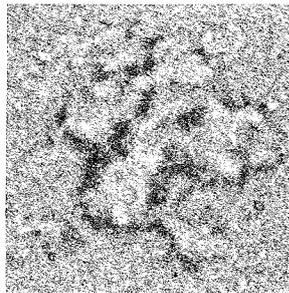
12



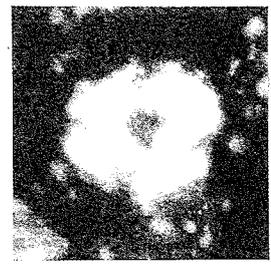
13



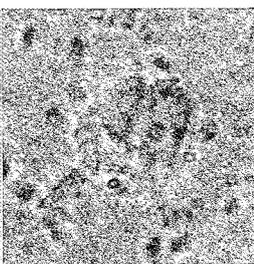
14



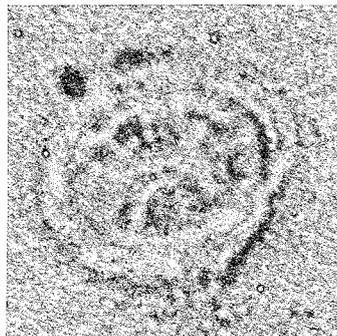
15



16



17



18



19

